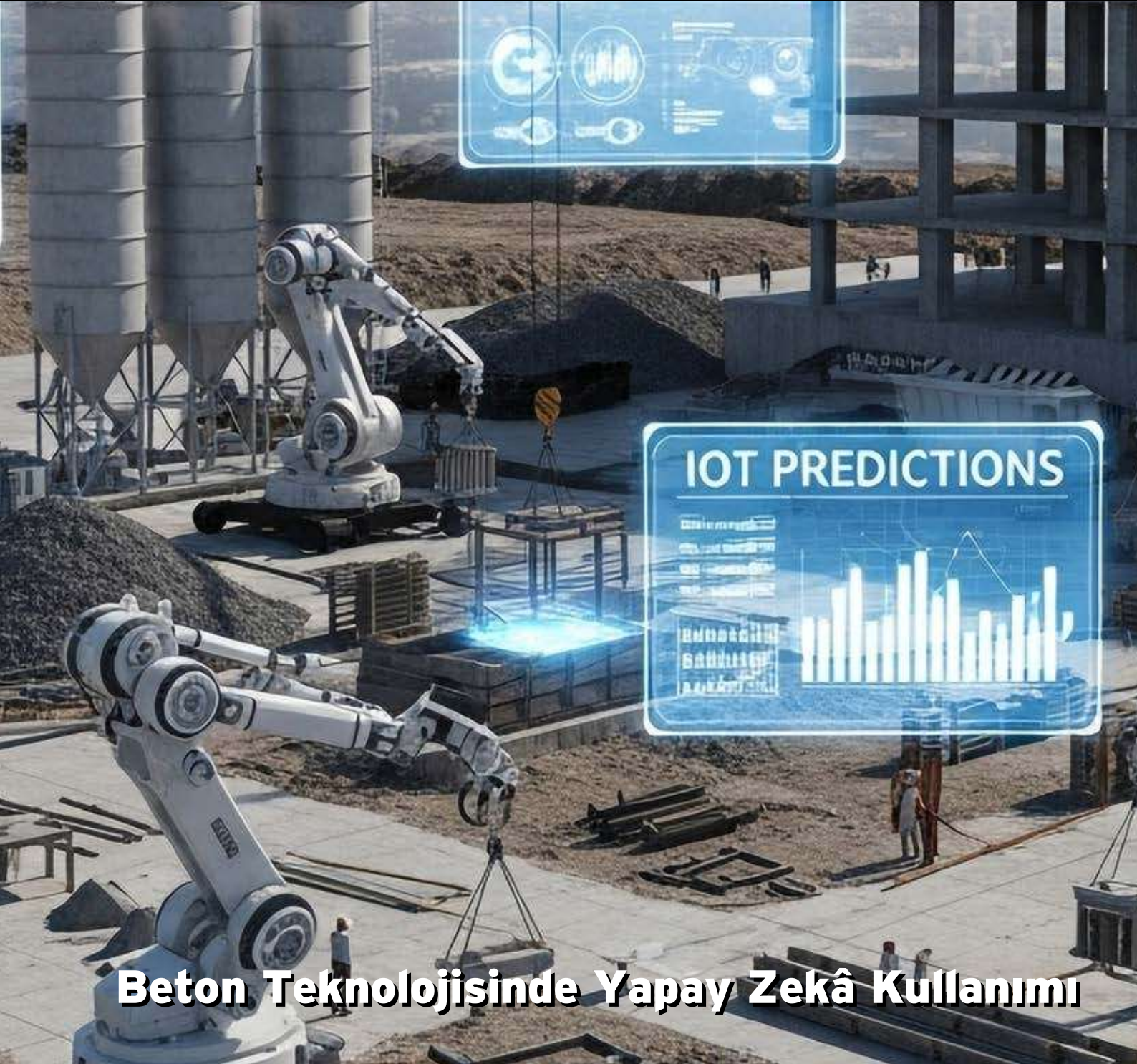


“HAZIR BETON” THBB YAYIN ORGANIDIR.

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

• YIL: 32 > MAYIS - HAZİRAN 2025 • YEAR: 32 > MAY - JUNE 2025



Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ Kullanımı

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



Dünya Geneline 4500'den Fazla Tesis Sadece Türkiye'de Yüzlerce Beton Santrali



Oyak Beton▲



Baştaş Hazır Beton▲



SNH İnşaat▲



Trio▲



Rönesans Holding▲



Onur Taahhüt▲

- Sektörün en gelişmiş Ar-Ge merkezi
- 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



**Türkiye'de de Hazır Beton ve
Agrega Üreticilerinin Güvendiği
Tesis ve Ekipmanlar**

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, Tokat

Ak Beton

İstanbul: 0216 365 18 66

Akdeniz01 Beton

Osmaniye: 0533 319 84 38

Akova Beton

Kocaeli: 0262 381 01 01

Albayrak Beton

İstanbul: 0216 466 52 47

Alagözler Beton

Zonguldak: 0372 615 84 16

Alton Beton

İstanbul: 0216 484 65 70

Asdur Beton

Hatay: 0326 413 81 85

Atılım Beton

Tekirdağ: 0282 726 23 77

İstanbul

Ayhanlar Hazır Beton

Kocaeli: 0262 759 10 22

Batıbeton

İzmir: 0232 478 44 00

Aydın, Manisa, 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

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, Kütahya, Yalova

Cantaş Beton

Edirne: 0284 268 62 03

Çimbeton

İzmir: 0232 472 06 72

Aydın, Manisa, Edirne, Elâzığ,
Kırklareli, Malatya, Tekirdağ,
İstanbul

Çimko Çimento ve Beton

Kahramanmaraş: 0344 228 77 00

Adana, Adıyaman, Gaziantep,
Hatay, Kilis, Osmaniye, Bartın,
Zonguldak

Çimsa Çimento

İstanbul: 0216 651 53 00

Adana, Afyonkarahisar, Aksa-
ray, Bilecik, Bursa, Eskişehir,
Kahramanmaraş, Kayseri,
Konya, Kütahya, Mersin,
Nevşehir, Sakarya, Niğde

Çimya

Elâzığ: 0424 247 20 42

Malatya

Danış Beton

İstanbul: 0216 471 34 34

Genç Manisa Beton

Ankara: 0312 427 20 20

Manisa

Göлтаş

Isparta: 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

Kafkas Hazır Beton

Balıkesir: 0266 377 25 48

İzmir

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

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, Kahra-
manmaraş

Özgüven Beton

İzmir: 0232 520 30 00

Manisa

Öz Seç Beton

İstanbul: 0212 798 25 38

Özyurt A.Ş.

İstanbul: 0212 485 90 49

Polat Beton

Ankara: 0312 384 30 97

Safi Beton

İstanbul: 0216 468 87 00

Bursa

Salih Yılmaz İnşaat

Karabük: 0370 452 02 22

Sayın Hazır Beton

Afyonkarahisar: 0272 221 10 30

Antalya, Kütahya

Selka Hazır Beton

Eskişehir: 0222 237 62 62

Sinop Beton

Sinop: 0368 613 33 39

Tarmac

Kocaeli: 0262 728 12 56

Taçim

İstanbul: 0212 315 53 32

Uğural

Ankara: 0312 284 81 00

Ulu Beton

İstanbul: 0212 688 08 88

Ulusal Beton

İstanbul: 0212 615 61 12

Kocaeli

Votorantim

Ankara: 0312 860 63 00

Kayseri, Kırıkkale, Samsun,

Yapısoy Beton

Kocaeli: 0262 371 13 04

Yaşar Cihan Beton

Bursa: 0224 413 22 44

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

M60-6

**ZORLU MESAFELERE
KOLAY ÇÖZÜM**



Putzmeister Makine San. ve Tic.A.Ş.

A: G.O.P. Mah. Namık Kemal Bulvarı No:6, 59500 Çerkezköy / Tekirdağ

T: +90 282 735 10 00 **F:** +90 282 735 10 01 **M:** info.turkey@putzmeister.com



/PutzmeisterTurkiye



/Putzmeister Türkiye



@putzmeisterturkiye

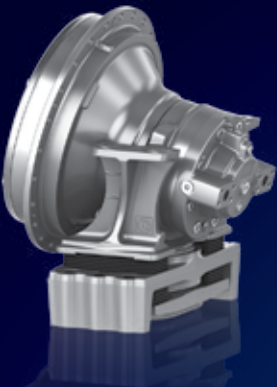


/Putzmeister



Yakıt
tüketiminde
saatte 0,5lt'ye
varan tasarruf

ZF'den Transmikser için Redüktör: Ecomix II Hafif, Küçük, Sessiz ve Ekonomik



ZF'nin yeni nesil mikser çevirme ünitesi Ecomix II, 8 m³'ten 16 m³'e kadar tüm mikserler için idealdir. Ağırlık ve boyutta avantaj sağlarken, montaj açısı esnekliği ve titreşim izolasyonu ile uygulama ve kullanımda konforu garanti eder. Yakıt tüketiminde saatte 0,5 lt'ye varan tasarrufla beton sektörünün yıldız oyuncusudur.

TRANSMİKSERDE DÜNYA STANDARDINI ROTA İLE YAKALAYIN

TRANSMİKSER A.Ş.



Üretim

Revizyon

Yedek Parça

Ürünlerimiz

Yaş Sistem Transmikser
WET SYSTEM TRANSMIXER

Hafifletilmiş Transmikser
LIGHTENED (SUPER LIGHT)
TRANSMIXER

Semi Treyler Transmikser
SEMI TRAILER TRANSMIXER

Tünel Tip Transmikser
TUNNEL TYPE TRANSMIXER

Kazanlar
DRUMS

Kazan Dönüş Ringi
DRUM ROTATION RING

Transmikser Taşıyıcı Şasesi
MIXER CARRIER CHASSIS

Taşıyıcı Ön ve Arka Ayaklar
FRONT AND REAR
CARRIER LEGS

Oluk Grubu
CHUTE GROUP

Taşıyıcı Makara Sistemi
CARRIER PULLEY SYSTEM

Su Deposu
WATER TANK

Kumlama ve Boyama
SAND BLASTING AND
PAINTING



Sertifikalarımız

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

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

FABRİKA: Akçaburgaz Mah. 1585 sk. TEM34 Esenyurt 1 Sanayi Sitesi B3 Blok No: 2/11 Esenyurt / İstanbul / Türkiye

İLETİŞİM: TEL.: +90 212 485 0 876 FAX: +90 212 485 0 877

DEPO: İkitelli OSB. Eskoop Sanayi Sitesi C2 Blok No: 77 Başakşehir / İstanbul / Türkiye

İLETİŞİM: TEL.: +90 212 549 9 501 FAX: +90 212 549 9 521

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

BETONSTAR

BETON POMPALARI

H40-5RZ İLE İNŞAAT SAHALARINDA ÜSTÜN PERFORMANS!



3 Akslı Kamyon Üzerinde
Sınıfının En Yüksek Erişimi İle
Yüksek Performans

SSAB Strenx Model Çelik
Konstrüksiyon ile Yüksek Dayanıklılık,
Uzun Ömürlü Kullanım

Avrupa Karayolu
Mevzuatları İle Tam Uyumlu



Detaylı Bilgi İçin:
www.betonstar.com



Bozkurt Endüstri A.Ş.

0232 868 56 00 | info@betonstar.com

BETON

2025

HAZIR BETON FUARI VE ZİRVESİ

Hazır Beton • Çimento • Agregâ
İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları

12-15 KASIM 2025

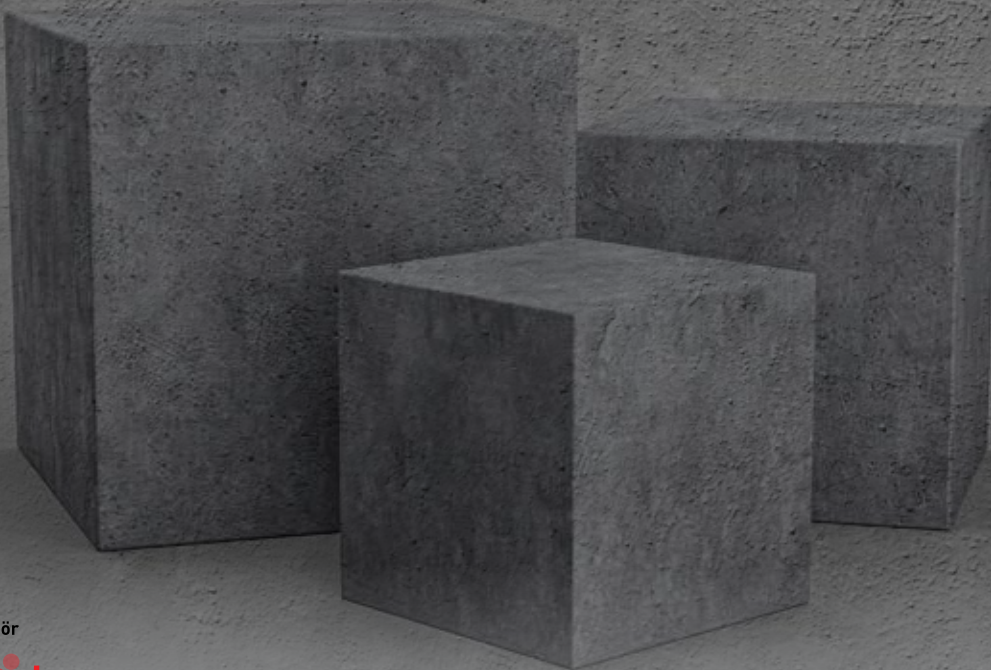
İSTANBUL FUAR MERKEZİ - YEŞİLKÖY

HALL 9-10-11

www.betonfuarivekongresi.com



betonfuarivekongresi



KATILIMCI OLMAK İÇİN
QR KODU OKUTUN!



Organizatör



BU FUAR 5174 SAYILI KANUN GEREĞİNCE TOBB (TÜRKİYE ODALAR VE BORSALAR BİRLİĞİ) DENETİMİNDE DÜZENLENMEKTEDİR.

İçindekiler : contents :

10	Başkan'ın Gözüyle President's Opinion BETON 2025 hazırlıklarımız tüm hızıyla devam ediyor Our preparations for BETON 2025 continue at full throttle	22	Etkinlikler Activities Kalite Güvence Sistemi (KGS) toplantıları İzmir'de yapıldı Meetings of the KGS held in İzmir
14	Etkinlikler Activities İnşaat ve Hazır Beton Sektörü BETON 2025'te Buluşuyor Construction and Ready Mixed Concrete Sectors to Meet in BETON 2025	28	Etkinlikler Activities THBB, Mesleki Yeterlilik Belgelendirmelerine devam ediyor THBB continues Professional Competence Certifications

İLAN İNDEKSİ ADVERTISEMENT INDEX

ALLFETT	Ön kapak içi	ZF	s > 4	KGS	s > 12	ZOOMLION	s > 23
MEKA	Ön kapak içi karşısı	ROTA	s > 5	GÜVEN	s > 13	GÜRİŞ (1)	s > 25
THBB ÜYELER	s > 2	BETONSTAR	s > 6	KOLUMAN	s > 19	BMS	s > 27
PUTZMEISTER	s > 3	BETON 2025	s > 7	NT MAKİNA	s > 21	TOPSİT	s > 29

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 Aydınöğlu Prof. Dr. Bülent Baradan Prof. Dr. Zekai Celep Prof. Dr. Şakir Erdoğan 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
---	--	---	--

32

Haberler
News

65

Makale
Article

Nano Selüloz Malzemelerin Çimento Esaslı Sistemlerde Kullanımı
Used of Nano Cellulose Materials in Cement-Based Systems

51

Teknik Notlar
Technical Notes

Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ Kullanımı
The Use of Artificial Intelligence in Concrete Technology

78

Basında THBB
THBB at Press

İMPES	s > 35	GÜRİŞ (2)	s > 43	AGÜB	s > 64	EKAN KİMYA	Arka kapak içi
KAZGI METAL	s > 37	İMER	s > 45	THBB	s > 77	CHRYSO	Arka kapak
GÖKER	s > 39	FORD TRUCKS	s > 47	YAPI FUARI	s > 79		
HİDROMEK	s > 41	THBB LAB.	s > 49	AKÇANSA	Arka kapak içi karşısı		

Teknik Editörler
Technical Editors

Dr. Aslı Özbora - İnş. Müh.
Koray Saçlıtüre - 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: 16 Temmuz 2025

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



BETON 2025 hazırlıklarımız tüm hızıyla devam ediyor

Yavuz Işık

THBB Yönetim Kurulu Başkanı

President

Birliğimizin TG Expo organizatörlüğünde düzenlediği, "BETON 2025 Hazır Beton Fuarı ve Zirvesi" çalışmalarımız tüm hızıyla devam ediyor.

12-15 Kasım 2025 tarihleri arasında İstanbul Fuar Merkezi 9, 10 ve 11'inci salonlarda düzenleyeceğimiz BETON 2025 Fuarı'nda inşaat, hazır beton,

çimento ve agrega sektörleri ile ilgili son teknolojik ürünler, araç, makine, ekipman, hizmet ve donanımlar sergilenecektir. Fuarımız, ekonominin lokomotifini inşaat ve onun en temel kolu hazır beton ile ilgili sektörlerden 100'ün üzerinde katılımcısı ile Avrupa, Asya, Afrika ve Orta Doğu'dan 3.000'i yabancı olmak üzere toplamda 12.000'den fazla sektör profesyoneliyle ağırlayacaktır. Fuarımıza gösterdikleri yoğun ilgiden dolayı sektörümüzün değerli firmalarına teşekkür ederiz.

Fuarımızla eş zamanlı yapılacak olan BETON Zirvesi ise, inşaat, hazır beton ve ilgili sektörlerin nabzını tutarak yön verecektir. Fuar süresince yapılacak Zirve'de, ekonomi, sürdürülebilirlik, düşük karbon, döngüsel ekonomi, inovasyon ve dijitalleşme gibi çeşitli temalarla sektörümüzü ilgilendiren konularda uzman konuşmacıların ve moderatörlerin yer alacağı toplantılar düzenlenecektir.

ÇİMSA ve AKÇANSA'nın Ana Sponsorluğunda; GÜVEN, LYKSOR, İNOSEL, YAPICHEM, LİYA ve GÖKER'in Resmî Sponsorluğunda düzenlenecek olan BETON 2025 Zirvesi'ni hazır beton firmalarının ve tesislerinin yetkilileri ile yan sanayi firmalarının temsilcilerinin yanı sıra kamu kurum ve kuruluşlarının temsilcileri, inşaat mühendisleri, müteahhitler, mimarlar, yapı denetim kuruluşlarının temsilcileri, akademisyenler ve araştırmacılar yakından takip edecek.

BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi'ne, ilgili tüm firma yetkililerini katılmaya ve sektördeki son gelişmeleri takip etmeye bir kez daha davet ediyorum.

Birliğimiz tarafından ülkemize tanıtılan Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) belgelendirmeleri devam ediyor. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda AKÇANSA Çimento Ladik Fabrikası "Altın" seviyesinde belgelendirildi. AKÇANSA, Büyükçekmece ve Çanakkale fabrikalarından sonra Ladik Çimento Fabrikası'nın da "Altın" seviye CSC Sertifikası almasıyla, tüm çimento fabrikaları "Altın" seviye CSC sertifikasına sahip Türkiye'deki tek şirket oldu. Değerli üyemiz AKÇANSA'yı kutluyor; 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.

Ülkemizin örnek sektörel öz denetim kuruluşlarından biri olarak 1995 yılından bu yana çalışmalarına devam eden Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulu ve İcra Komitesi toplantılarını Mayıs ayında yaptık. Bu yıl 30. yılını kutlayan KGS'nin yönetimini sürdüren KGS Kurulunun 62. toplantısı ile KGS 52. İcra Komitesi

toplantısını üyemiz Batıbeton'un ev sahipliğinde İzmir'de düzenledik. Beton ile ilgili kamu ve özel nitelikte tarafların ve akademinin katılımı ile oluşturulan KGS Kurulu, her 3 ayda bir toplanarak KGS'nin yönetimini sürdürmektedir.

Meslek içi eğitimlerimize ve mesleki yeterlilik sınavlarımıza yoğun bir şekilde devam ediyoruz. Hazır Beton Şantiye Operasyonlarında Yer Tespit Elemanı ve Beton Pompa Operatörleri için Teknik Emniyet Kuralları" eğitimimizi Mayıs ayında BATİBETON'un İzmir Bornova tesisinde, AKÇANSA BETONSA'nın İzmir Menemen tesisinde; Haziran ayında LİMAK BETON'un İstanbul Yenibosna tesisinde, AKÇANSA BETONSA'nın Bursa Başköy tesisinde düzenledik. Meslek içi eğitimleri-

Our preparations for BETON 2025 continue at full throttle

Our work for the "BETON 2025 Ready Mixed Concrete Exhibition and Summit," held by our Association as organized by TG Expo, is ongoing at full speed.

The BETON 2025 Exhibition, which we will hold in halls 9, 10, and 11 at the Istanbul Trade Center between November 12-15, 2025, will showcase the cutting-edge products, tools, machinery, equipment, services, and materials related to the construction, ready mixed concrete, cement, and aggregate industries. With over 100 participants from sectors related to construction, the locomotive of the economy, and ready mixed concrete, its most fundamental branch, our Exhibition will welcome more than 12,000 industry professionals in total, 3,000 being foreigners from Europe, Asia, Africa, and the Middle East. We would like to thank the esteemed companies of our sector for their intense interest in our Exhibition.

mizle sektörümüzün kalifiye personel ihtiyacını karşılayarak önemli bir görevi yerine getirmeye devam ediyoruz. THBB MYM olarak Beton Pompa Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı Mayıs ayında KÖROĞLU BETON'un Bolu tesisinde, NUH BETON'un İzmit ve İstanbul Büyükbakkalköy tesislerinde; Haziran ayında ise ÇİMBETON'un İzmir Bornova tesisinde düzenledik. Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı Mayıs ayında LİMAK BETON'un Edirne tesisinde, VOTORANTİM BETON'un Ankara Etimesgut tesisinde; Haziran ayında LİMAK BETON'un Edirne tesisinde, ÇİMBETON'un İzmir Işıkkent tesisinde ve GÖLTAŞ BETON'un Burdur ve Antalya tesislerinde yaptık. Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı Mayıs ayında AKDENİZ01 BETON'un Osmaniye tesisinde ve Haziran ayında BOZKAYALAR BETON'un Hatay tesisinde düzenledik. İş güvenliğine uyumlu, nitelikli ve sorunsuz çalışma koşulları gereği per-

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

Sektörümüzün gelişimi ve sorunlarımızın çözümü için çalışmalarımıza aralıksız devam ediyoruz. Mayıs ayında yaptığımız Teknik Komite toplantımızda sektörümüzü ilgilendiren önemli gelişmeleri görüşerek kararlar aldık.

Üyesi olduğumuz Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonunun Mayıs ayında Ankara Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi Sektörel Mükemmeliyet Merkezi iş birliğiyle düzenlediği "Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri Semineri"ne katıldık. Birliğimizi temsilen "Dünyada ve Türkiye'de Hazır Beton" başlıklı bir sunum yaptık.

Danışma Kurulunda yer aldığım 11. Uluslararası Beton Kongresi, İMO İstanbul ve Erzurum Şubeleri tarafından Mayıs ayında Erzurum'da düzenlendi. Kongrede Birliğimiz adına "Düşük Karbonlu Beton ve Türkiye'deki Mevcut Durum" başlıklı bildiri sunduk.

İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından her yıl açıklanan "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu Araştırması" 2024 yılı sonuçlarında çok sayıda Birliğimiz üyesi firmanın ve bağlı kuruluşunun yer alması bizi gururlandırdı. Bu listede yer alan AKÇANSA, ÇİMENTAŞ, ÇİMKO, ÇİMSA, LİMAK ÇİMENTO, LİMAK DOĞU ANADOLU ÇİMENTO, MEDCEM, NUH ÇİMENTO, NUH BETON, OYAK ÇİMENTO VE ÖZSEÇ BETON'U tebrik eder; başarılı çalışmalarının devamını dilerim.

The BETON Summit, which will be held simultaneously with our Exhibition, will take the pulse of and steer the construction, ready mixed concrete, and related sectors. At the Summit that will take place during the Exhibition, meetings to be attended by expert speakers and moderators in various themes concerning our industry, such as economy, sustainability, low carbon, circular economy, innovation, and digitization will be held.

The BETON 2025 Summit, to be held under the Main Sponsorship of ÇİMSA and AKÇANSA, and the Official Sponsorship of GÜVEN, LYKSOR, İNOSEL, YAPICHEM, LİYA, and GÖKER, will be closely followed by representatives from ready mixed concrete companies and facilities, as well as supplier firms, public institutions, and organizations, civil engineers, contractors, architects, building inspection organizations, academics, and researchers.

I would like to once again invite all company representatives to participate in the BETON 2025 Exhibition and Summit and to follow the latest developments in the sector.

Uluslararası toplantılarda ülkemizi ve sektörümüzü temsil ederek çalışmalarına yön vermeye devam ediyoruz. Mayıs ayında telekonferans yöntemiyle yapılan Avrupa Hazır Beton Birliğinin (ERMCO) Yönetim Kurulu toplantısına, Haziran ayında Brüksel'de yapılan 2025 yılı Temsilciler Toplantısı, 32. Dönem Yönetim Kurulunun 7. ve son toplantısı ve 33. Dönem Yönetim Kurulunun ilk toplantısına, Avrupa Prefabrik Beton Endüstrisi Federasyonu (BIBM) ve Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) iş birliğinde düzenlenen "Karbonsuzlaştırma Ekonomisi" ve Beton Avrupa (Concrete Europe) tarafından düzenlenen "Beton Sektörünün Konut Krizine Katkısı" panellerine katılarak ülkemizi ve Birliğimizi temsil ettik.

Son aylardaki çalışmalarımızın ardından ekonomik değerlendirmelerimi paylaşmak istiyorum.

İSO Haziran 2025 Türkiye PMI verilerine göre, Mayıs ayında 47,2 olan manşet PMI, Haziran'da 46,7'ye gerileyerek son sekiz ayın en düşük değerini gör-

müştür. Eşik değer olan 50'nin altındaki rakamlar daralmaya işaret etmektedir.

Türkiye'de TCMB'nin Temmuz ayında, FED'den önce vereceği faiz kararı ile gösterge faizini aşağı çekeceği beklentisi pek çok kesimce dillendirilmektedir. Faiz indiriminin önünün açılması hiç kuşkusuz şu anda içinde bulunduğumuz sıkışıklığın hafiflemesine, sanayicinin nefes almasına imkân tanıyacaktır.

Konut satışlarında yılın ilk 5 ayında ulaşılan 584 bin rakamı oldukça önemli bir rakamdır. Geçen yıl 465 bin olan konut satış rakamı bu yıl %25'lik artış göstermiştir. Bu satış rakamı içerisinde ipotekli satışların payı hâlen düşük olmakla beraber geçen yılın aynı dönemine kıyasla %98'lik artış göstermiştir.

Zira her ne kadar konut satış rakamları tam olarak bunu söylemese de jeopolitik gelişmeler başta olmak üzere uygulanan para politikası inşaat sektörünü de etkilemektedir. Son açıklanan ciro endeksi sonuçlarına göre sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi, 2025 yılı Nisan ayında yıllık %32,7 artış kaydetmiştir. Aynı dönemde inşaat ciro endeksi %41,0 artış oranı ile ortalamanın üzerine çıkmıştır ancak Nisan ayında inşaat sektörünün cirosu %0,4 artış gösterirken inşaat maliyet endeksi Nisan ayında bir önceki aya göre %1,67 artış kaydetmiştir. Buna göre inşaat maliyetlerindeki artışa kıyasla sektörün satışlarındaki artış oldukça sınırlı kalmış durumdadır. Para politikasında Türkiye'nin bir sonraki faz olan "faiz indirimi" koridoruna girmediği sürece inşaat başta olmak üzere ona girdi sağlayan imalat sanayinde yavaşlama ve devamında daralma kaçınılmaz olacaktır.



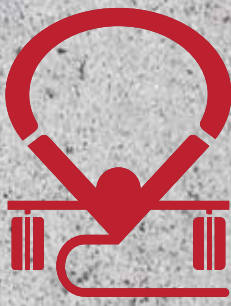
KGS 30. yıl

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ

"Bizim Standartlarımız

Sizin Güvenliğiniz. . . "

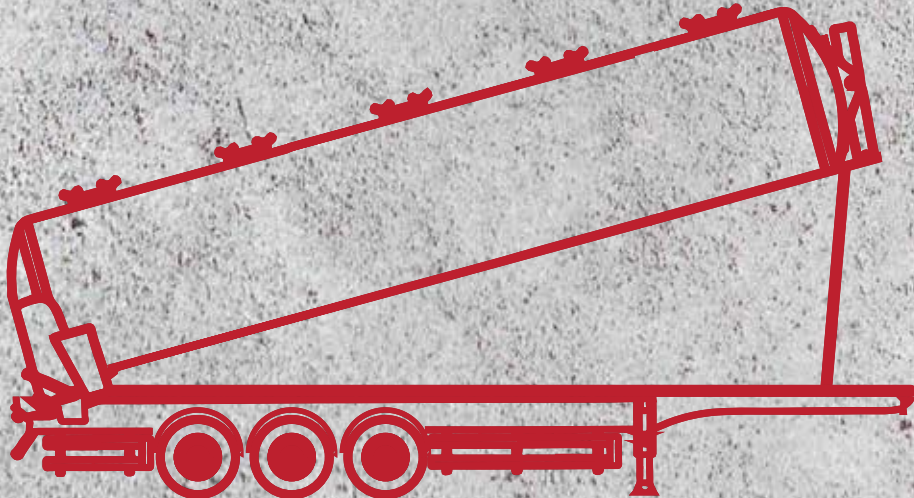
www.kgsii.com.tr



GÜVEN

LİDER SILOBAS ÜRETİCİSİ

www.guvenmak.com.tr



İnşaat ve Hazır Beton Sektörü BETON 2025'te Buluşuyor



Türkiye Hazır Beton Birliğinin TG Expo organizatörlüğünde düzenlediği "BETON 2025 Hazır Beton Fuarı ve Zirvesi", hazır beton, çimento, agrega ve inşaat sektörlerini aynı çatı altında buluşturacak. "BETON 2025 Hazır Beton, Çimento, Agregâ, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı" 12-15 Kasım 2025 tarihlerinde Yeşilköy'de İstanbul Fuar Merkezi'nde gerçekleştirilecek. Fuarla eş zamanlı yapılacak olan BETON 2025 Zirvesi, inşaat, hazır beton ve ilgili sektörlerin nabzını tutarak yön verecek.

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), 1988 yılından bu yana Türkiye'de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için çalışmalarını sürdürüyor. THBB'nin çalışmaları sayesinde büyük gelişme gösteren hazır beton sektörü, 2023 yılı verilerine göre 200 milyar Türk Lirası cirosu, 45 bini aşan istihdam hacmi ve yıllık 119 milyon metreküplük üretimiyle Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü açısından çok önemli bir yere sahiptir. THBB, sektörün gelişmesi ve firmalar arasında bilgi alışverişini sağlamak, sektörün vizyonunu ve yol haritasını belirlemek için etkinlikler düzenlemeye devam ediyor. 1995 ve 2015 yıllarında uluslararası ERMCO Avrupa Hazır Beton Kongre ve Fuarlarını, 2004-2023 yılları arasında da 6 hazır beton kongresi ve 11 beton fuarı düzenleyen THBB, 12. Beton Fuarı olan BETON 2025'i düzenlemek için hazırlıklarını sürdürüyor.

Construction and Ready Mixed Concrete Sectors to Meet in BETON 2025

Organized by the Turkish Ready Mixed Concrete Association in partnership with TG Expo, "BETON 2025 Ready Mixed Concrete Exhibition and Summit" will bring together the ready mixed concrete, cement, aggregate, and construction sectors under the same roof. "BETON 2025 Ready Mixed Concrete, Cement, Aggregate, Construction Technologies and Equipment Exhibition" will take place on November 12-15, 2025 at Istanbul Expo Center in Yeşilköy. The BETON 2025 Summit, which will be held simultaneously with the exhibition, will take the pulse of the construction, ready-mixed concrete and related sectors.

Since 1988, the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has been working to expand the production and use of quality concrete in accordance with the standards in Türkiye and to ensure accurate concrete applications in construction. The ready-mixed concrete sector, which has made great progress thanks to the efforts of THBB, constitutes a very important venue for the Turkish economy and construction sector with a turnover of 200 billion Turkish lira, employment volume exceeding 45 thousand and an annual production of 119 million cubic meters according to official data of 2023. THBB continues to organize events for the development of the sector, to ensure the exchange of information between companies and to determine the vision and road map of the sector. Having organized the international ERMCO European Ready Mixed Concrete Congress and Exhibitions in 1995 and 2015, 6 ready-mixed concrete congresses and 11 concrete exhibitions between 2004 and 2023, THBB continues its preparations to organize the 12th Concrete Exhibition, BETON 2025.

The developments regarding the BETON 2025 Exhibition and Summit can be followed at the address of www.betonfuarivekongresi.com.

Yılın En Önemli Sektörel Buluşması: BETON 2025 Fuarı



Türkiye Hazır Beton Birliğinin TG Expo organizatörlüğünde düzenlediği "BETON 2025 Hazır Beton, Çimento, Agregası, İnşaat Teknolojileri ve Ekipmanları Fuarı" hazır beton sektörüyle ilgili en önemli ortak platform olacak. 12-15 Kasım 2025 tarihleri arasında İstanbul Fuar Merkezi 9, 10 ve 11'inci salonlarda düzenlenecek fuarda, inşaat, hazır beton, çimento ve agrega sektörleri ile ilgili son teknolojik ürünler, araç, makine ve ekipmanlar, hizmet ve donanımlar sergilenecek. Fuar'da hazır beton ve çimento ekipmanlarının yanı sıra beton santralleri, agrega üretim tesisleri, iş makineleri, kamyon ve çekiciler, transmikserler, pompalar, kalıp sistemleri, vinçler, çeşitli beton kimyasalları, otomasyon sistemleri, lastik ve akaryakıt ürünleri, sektörel makineler başta olmak üzere çok geniş bir ürün yelpazesi hazır beton, agrega üreticileri ve inşaat yapımcılarına sunulacak.

İstanbul Fuar Merkezi'nde toplam 15.708 metrekarelik alanda düzenlenecek olan BETON 2025, Beton Sürdürülebilirlik Konseyi (CSC), Çevre Dostu Yeşil Binalar Derneği (ÇEDBİK), Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO), İstanbul Sanayi Odası (İSO), Türkiye Deprem Vakfı (TDV), Türkiye İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği (Türkiye İMSAD), İnşaat Mühendisleri Odası (İMO), Yapı Denetim ve Deprem Mühendisliği Derneği, Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu (YÜF) tarafından destekleniyor. Fuar, ekonominin lokomotifi inşaat ve onun en temel kolu hazır beton ile ilgili sektörlerden 100'ün üzerinde katılımcısı ile Avrupa, Asya, Afrika ve Orta Doğu'dan 3.000'i yabancı olmak üzere toplamda 12.000'den fazla sektör profesyoneliyle ağırlayacak.

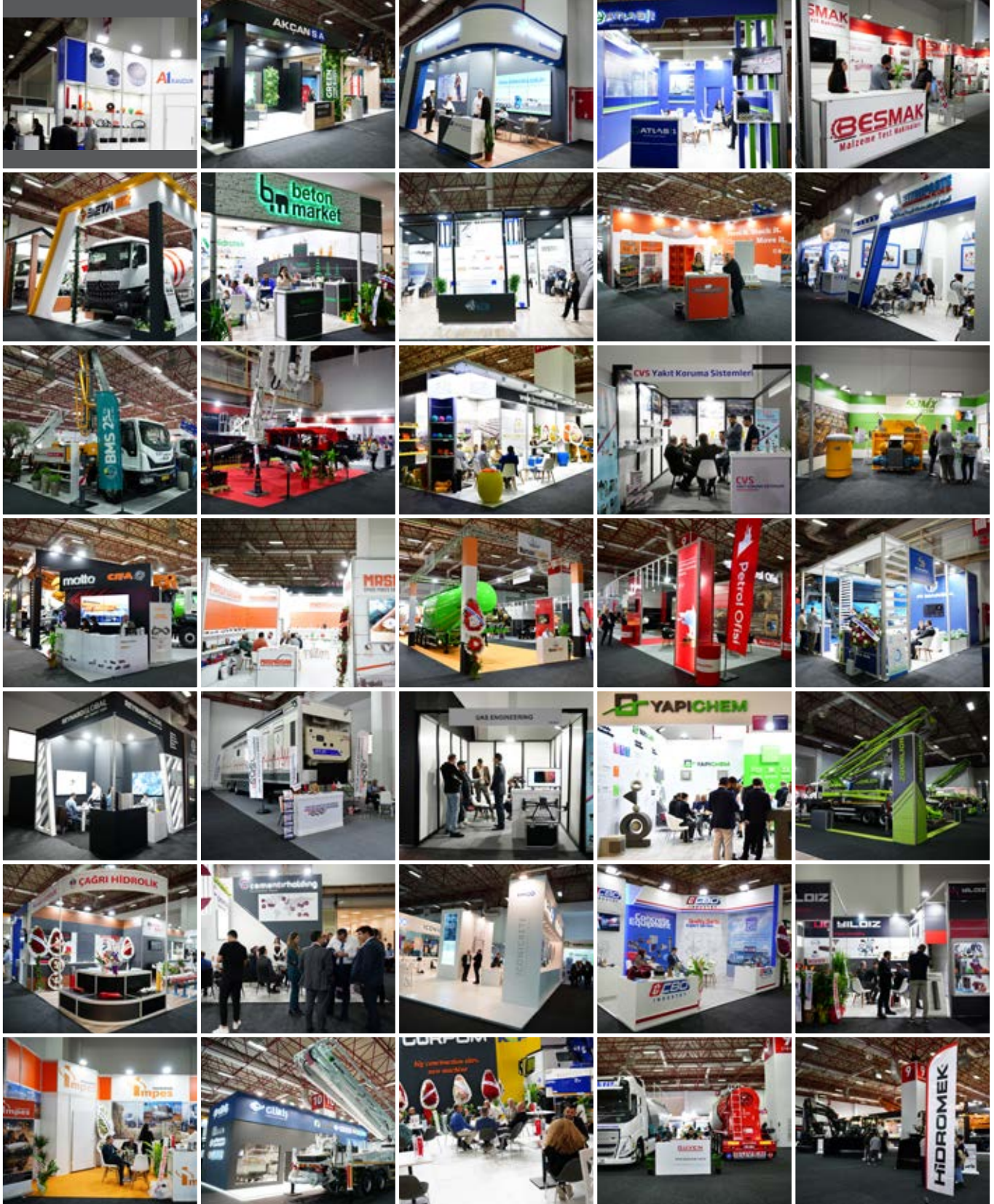
BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi ilgili gelişmeleri www.betonfuariyekongresi.com adresinden takip edebilirsiniz.

Fuar Tarihi: 12-15 Kasım 2025

Fuar Yeri: İstanbul Fuar Merkezi, Salon 9-10-11, Yeşilköy / İstanbul

ETKİNLİKLER ACTIVITIES

BETON 2023'TEN



BETON 2025 Zirvesi ilgi odağı olacak



BETON 2025 Fuarı'nda önceki yıllarda olduğu gibi Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından TG Expo organizatörlüğünde bir Zirve düzenlenecek. Fuar süresince yapılacak Zirve'de, çeşitli temalar altında ekonomi, sürdürülebilirlik, düşük karbon, dönüşel ekonomi, inovasyon ve dijitalleşme başta olmak üzere sektörümüzü ilgilendiren konularda uzman konuşmacıların ve moderatörlerin yer alacağı toplantılar düzenlenecek. ÇİMSA ve AKÇANSA'nın Ana Sponsorluğunda; GÜVEN, LYKSOR, İNOSEL, YAPICHEM, LİYA ve GÖKER'in Resmî Sponsorluğunda düzenlenecek olan BETON 2025 Zirvesi'ni hazır beton firmalarının ve tesislerinin yetkilileri ile yan sanayi firmalarının temsilcilerinin yanı sıra kamu kurum ve kuruluşlarının temsilcileri, inşaat mühendisleri, müteahhitler, mimarlar, yapı denetim kuruluşlarının temsilcileri, akademisyenler ve araştırmacılar yakından takip edecek.

BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi ilgili gelişmeleri www.betonfuarivekongresi.com adresinden takip edebilirsiniz.

Fuar Tarihi: 12-15 Kasım 2025

Fuar Yeri: İstanbul Fuar Merkezi, Salon 9-10-11, Yeşilköy / İstanbul

BETON 2025 Summit will be the center of attention

As in previous years, a Summit will be organized by the Turkish Ready Mixed Concrete Association in partnership with TG Expo at the BETON 2025 Exhibition. During the Summit, which will be held during the exhibition, meetings will be held under various themes with expert speakers and moderators on topics of interest to our sector, especially economy, sustainability, low carbon, circular economy, innovation and digitalization. The Summit will be closely followed by representatives of ready-mixed concrete companies and plants, representatives of sub-industry companies, as well as representatives of public institutions and organizations, civil engineers, contractors, architects, representatives of building inspection organizations, academics and researchers.

The developments regarding the BETON 2025 Exhibition and Summit can be followed at the address of www.betonfuarivekongresi.com.

BETON 2025 ZİRVESİ ANA SPONSORLARI



BETON 2025 ZİRVESİ RESMÎ SPONSORLARI



BETON 2025'İ DESTEKLEYEN KURULUŞLAR



KOLUMAN

" Tüm Büyük Yapıların Temelinde Biz Varız "



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



Uygulama Mağzalarında

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

THBB Teknik Komite toplantısı yapıldı



Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Teknik Komite toplantısı 29 Mayıs 2025 tarihinde THBB'nin İstanbul Kavacık'taki ofisinde yapıldı. THBB Komiteleri hazır beton sektörünün gelişimi ve sorunların çözümü için çalışmalarına yoğun bir şekilde devam ediyor. THBB Komiteleri sektörü ilgilendiren gelişmeleri takip ederek aldığı kararlar ile Yönetim Kuruluna katkı sağlıyor.

29 Mayıs 2025 tarihinde yapılan THBB Teknik Komite toplantısında bir önceki Komite kararlarının değerlendirilmesinin ardından gündemdeki maddelerin görüşülmesine geçildi. Toplantıda, 21 Mart 2025 tarihinde yayımlanan TS 13515:2025 Standardı, güncellenen standartlar ve ilgili mevzuat, mart ayında yapılan T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Mesleki Hizmetler Genel Müdürlüğü ve Ankara İl Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Müdürlüğü ziyareti, 1 Ocak 2025 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Yeşil Çimento Tebliği'nin sektöre etkileri, ocak ayında AB'de yürürlüğe giren ve hazır beton sektörünü de etkileyecek olan Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, hazır beton üretimindeki fire oranları, beton uygulamalarında

THBB Technical Committee Meeting held

The meeting of THBB Technical Committee, was held on 29 May 2025 at THBB's head office in Kavacık, Istanbul. The Committees of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) keep on working for the improvement of the ready mixed concrete sector and solution of problems nonstop. The THBB Committees contribute to the Board of Directors through the decisions they take by keeping track of the developments that concern the sector.

hazır beton üreticisine yansıyan sorunlar, Hazır Beton Sektör Raporu, güncellenen Hazır Beton Siparişi Rehberi, kasım ayında düzenleyeceğimiz BETON 2025 Fuarı ve Zirvesi, Erzurum'da düzenlenen 11. Ulusal Beton Kongresi, 12 Mayıs 2025 tarihinde İMO Isparta Temsilciliği ve Birliğimiz tarafından düzenlenen seminer, 28 Mayıs 2025 tarihinde Birliğimizin de katıldığı meslek lisesi öğretmenlerine yönelik "YÜF Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri Semineri" başta olmak üzere sektörümüzü ilgilendiren konular görüşülerek kararlar alındı.

THBB Komiteleri hakkında

THBB bünyesinde Teknik Komite, Çevre ve İSG Komitesi, Tanıtım ve Halkla İlişkiler Komitesi ve Üye ve Dış İlişkiler Komitesi bulunmaktadır. THBB'nin Ana Tüzüğü gereği oluşturulan bu komitelerde THBB'nin faaliyetleri planlanmakta, sektörümüzün sorunları tartışılmakta ve çözüm önerileri getirilmektedir. Bu özelliği ile komiteler, Yönetim Kuruluna yardımcı bir yürütme ve çalışma kurulu özelliği taşımaktadır.

3 KITADA 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.



Kalite Güvence Sistemi (KGS) toplantıları İzmir'de yapıldı

Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulunun 62. toplantısı ve KGS 52. İcra Komitesi toplantısı 21 Mayıs 2025 tarihinde İzmir'de yapıldı.

Bu yıl 30. yılını kutlayan KGS'nin yönetimini sürdüren Kalite Güvence Sistemi (KGS) Kurulunun 62. Toplantısı ve KGS 52. İcra Komitesi toplantısı 21 Mayıs 2025 tarihinde THBB üyesi Batıbeton'un ev sahipliğinde İzmir Batı Anadolu Çimento Fabrikası Konferans Salonu'nda düzenlendi. KGS Kurulu toplantısında bir önceki toplantı kararlarının değerlendirilmesinin ardından gündemdeki diğer maddelerin görüşülmesine geçildi. Toplantıda, 2025 yılı Ocak-Mayıs dönemine ait denetim ve belgelendirme faaliyetleri, mali veriler ve bütçe planlamaları, KGS Komitelerinin çalışmaları, tarafsızlık mekanizmasının etkinliği, CSC Belgelendirme süreci, TÜRKAK ve Bakanlık denetim sonuçları, ürün denetimlerinde elde edilen performans göstergeleri, belge iptal/askıya alma verileri, coğrafi denetim dağılımları ve yeni başvuru istatistikleri ve kurumun kalite çitasını daha da yukarıya taşıyacak adımlar görüşüldü.

Toplantıda, 2025 yılının ikinci yarısında teknoloji altyapısının

Meetings of the KGS held in İzmir

The 62nd meeting of the Quality Assurance System (KGS) Board and the 52nd meeting of the KGS Executive Committee were held on 21 May 2025 in İzmir. 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.

yenilenmesi, kurumsal tanıtım faaliyetlerinin güçlendirilmesi, denetim ekibinin genişletilmesi 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 yılda en az iki kez 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 Üniversite-

si, 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, Agrega 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.



BETONU ZİRVEYE TAŞIYORUZ

5 Bomlu yüksek verimli pompalama ünitesi
Çift katmanlı beton sevk boruları
RZ tipi katlanma sistemi



38X-SRZ

ZOOMLION

Zoomlion Cifa Makine San. ve Tic. A.Ş.

Adres: Aydıntepe Mah. D-100 Karayolu Cad. No:16 Tuzla, İstanbul / Türkiye T: 444 1 157
Web: www.zoomlion.com.tr E-mail: info.turkey@zoomlion.com

Telif hakkı ©2023 Zoomlion. Her hakkı saklıdır. İçerinin herhangi bir bölümünün Zoomlion'un onayı olmadan hiçbir amaçla çoğaltılması ve kopyalanmasına izin verilmez. Not: Matzemeler ve teknik özellikler haber verilmekle birlikte değiştirilebilir. Fotoğraflarda öne çıkan makineler ek donanım içerebilir.

[f](#) [yt](#) [in](#) [d](#) [ig](#) [tw](#) [Zoomlion_Turkiye](#)



Akçansa Çimento Ladik Fabrikası, "Altın" Seviyede CSC Sertifikası aldı

Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (Concrete Sustainability Council - CSC) Bölgesel Sistem Operatörü olan Türkiye Hazır Beton Birliği tarafından ülkemize tanıtılan CSC'nin belgelendirmeleri devam ediyor. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Akçansa Çimento Ladik Fabrikası "Altın" seviyesinde belgelendirildi. Akçansa, Büyükçekmece ve Çanakkale fabrikalarından sonra Ladik Çimento Fabrikası'nın da "Altın" seviye CSC Sertifikası almasıyla, tüm çimento fabrikaları "Altın" seviye CSC sertifikasına sahip Türkiye'deki tek şirket 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 doğrultuda, Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret AŞ, Ladik Fabrikasının belgelendirilmesi için başvuruda bulundu. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Akçansa Çimento Büyükçekmece Fabrikası 5 Haziran 2025 tarihinde "Altın" seviyesinde 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.

"Gelecek için sorumlu çalışma" yaklaşımıyla faaliyetlerini sürdürdüklerini belirten Akçansa Genel Müdürü Vecih Yılmaz sürdürülebilirliği işlerinin merkezine koyarak uzun yıllardır çevreyle uyumlu üretimi benimsediklerini söyledi. Yılmaz, "Tüm çimento fabrikalarımızın altın seviye CSC sertifikasına sahip olması, yalnızca çevresel değil, sosyal ve yönetimsel alanlarda da uluslararası standartlarda çalışmalara imza attığımızı göstermesi

Akçansa Cement Ladik Plant achieves CSC certification at the level Gold

Akçansa, a joint venture of Sabancı Holding and HeidelbergCement, strengthens its commitment to CSC certification in Türkiye. Akçansa Cement Ladik Plant has recently achieved the CSC certification at the level "Gold". With this certification, Akçansa became the only company in Türkiye with all of its cement factories certified at this level.

açısından değerli. Türkiye'de bu ünvana sahip ilk ve tek yapı malzemeleri üreticisi olmaktan büyük gurur duyuyoruz. Sürdürülebilir yarınlar için üretmeye devam edeceğiz." dedi.

2018 yılında Sabancı Holding ve HeidelbergCement'in ortak kuruluşu olan Akçansa Çimento San. ve Tic. AŞ'nin Betonsa markası altında işlettiği Gebze Hazır Beton Tesisi, CSC Sertifikası almaya hak kazanan ilk hazır beton tesisi; Akçansa Büyükçekmece Çimento Fabrikası da CSC Sertifikası alan ilk çimento fabrikası olmuştu. 2019 yılında Betonsa Kemerburgaz Hazır Beton Tesisi Türkiye'de

"Altın" seviyesinde CSC sertifikası alan ilk hazır beton üreticisi olurken 2020 yılında Akçansa Çimento Çanakkale Fabrikası "Altın" seviyesinde CSC sertifikası almaya hak kazanmıştı. 2021 yılında Akçansa Büyükçekmece Fabrikası ile birlikte Betonsa Gebze Hazır Beton Tesisinin de CSC Sertifikası'nı altın seviyeye taşıırken 2022 yılında Türkiye'nin ilk "Altın" seviyesinde CSC sertifikalı hazır beton tesisi olan Akçansa Betonsa Kemerburgaz Hazır Beton Tesisi "Altın" seviyesinde yeniden belgelendirilmişti. 2024 yılında ise Akçansa Bursa AGG Agregat Tesisi, Türkiye'de "Platin" seviyesinde CSC Sertifikası almaya hak kazanan Türkiye'deki ilk agrega tesis olmuştu.





GELECEK ŞEKİLLENİRKEN YANINIZDA

BESIDE YOU, WHILE THE FUTURE TAKES SHAPE



SABİT, MOBİL ve KOMPAKT BETON SANTRALLERİ

Stationary, Mobile and Compact Concrete Mixing Plants

GSP 200 CTX2 - Beton Otoyol Projesi Beton Santrali, Güneydoğu Anadolu
Concrete Highway Project Concrete Batching Plant, Southeastern Anatolia



1958

GÜRİŞ
İŞ MAKİNALARI ENDÜSTRİ A.Ş.

www.gurisendustri.com

Azalan güvene rağmen inşaat hareketli

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 Mayıs Ayı Raporu’nu açıkladı. Mayıs ayında Faaliyet ile Güven Endeksleri arasındaki makas son 4 yılın en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Faaliyetin yükselmesine rağmen güvenin dip yapması, sektörün bu performansı koruyamayacağına en net göstergesidir.

Hazır Beton Endeksi 2025 Mayıs Ayı Raporu’na göre, mart ve nisan aylarında eşik değer civarında hareket eden Faaliyet Endeksi mayısta önemli bir yükseliş kaydetmiştir. Faaliyetteki bu yükselişe rağmen Beklenti Endeksi mayıs ayında düşüş göstermiştir. Güven Endeksi ise oldukça düşük bir seviyeye gerilemiş görünmektedir. Faaliyet ile Güven Endeksleri arasındaki makas son 4 yılın en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Faaliyetin yükselmesine rağmen güvenin dip yapması, sektörün bu performansı koruyamayacağına en net göstergesidir. Son olarak birleşik Beton Endeksi, faaliyetteki yükselişe rağmen nisan ayı seviyesinde ve negatif tarafta bir hareket göstermiştir.

Geride bıraktığımız mayıs ayında Faaliyet dışındaki endeksler geçen yılın aynı ayına göre azalmış durumdadır. En fazla düşüş Güven Endeksi’nde görünmektedir. Faaliyetteki yükseliş, endeksin değerinin eşik değer üzerinde olmasına rağmen Beklenti ve Güven Endekslerindeki gerileme ile birlikte dikkate alınmalıdır. Bu durumda Faaliyetteki yükselişin geçici olduğu değerlendirilebilecektir. Beklenti Endeksi ve Hazır Beton Endeksi de benzer oranlarda, geçen yılın aynı ayına göre gerilemiştir.

Raporun sonuçlarını değerlendiren THBB Başkanı Yavuz Işık, “Mayıs ayında Faaliyet ile Güven Endeksleri arasındaki makas son 4 yılın en yüksek düzeyine ulaşmıştır. Faaliyetin yükselmesine rağmen güvenin dip yapması, sektörün bu performansı koruyamayacağına en net göstergesidir. Geçen yılın aynı ayına göre Faaliyetteki yükseliş, endeksin değerinin eşik değer üzerinde olmasına rağmen Beklenti ve Güven Endekslerindeki gerileme ile birlikte dikkate alınmalıdır. Bu durumda Faaliyetteki yükselişin geçici olduğu değerlendirilebilecektir.” dedi.

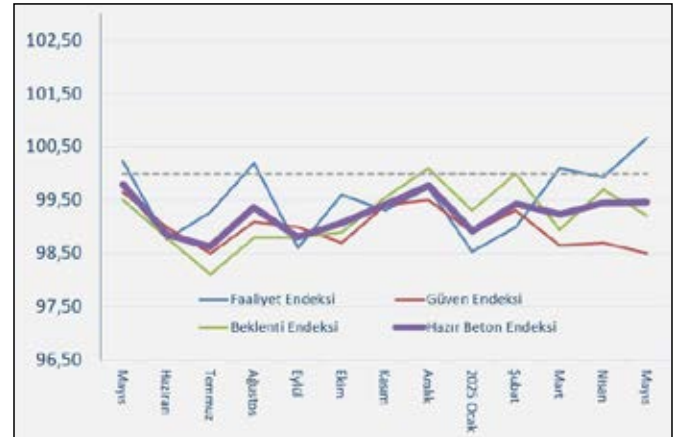
The construction sector is active despite the dropping trust

Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) announced the “Ready Mixed Concrete Index” report for May 2025, which shows the current situation and expected developments in the construction and related manufacturing and service sectors, and which is eagerly awaited every month. In May, the gap between the Activity and Confidence Indices reached the highest level in the last five years. The plummet in confidence despite the rise in activity is the clearest indication that the sector will not maintain this performance.

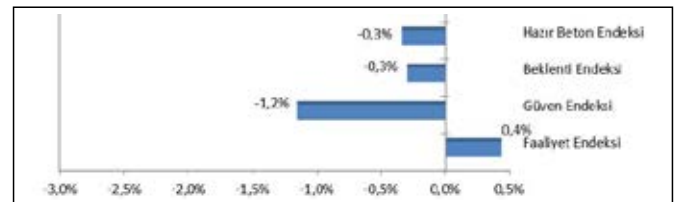
Ekonomik gelişmeleri değerlendiren THBB Başkanı Yavuz Işık, “Jeopolitik gelişmeler başta olmak üzere uygulanan para politikası inşaat sektörünü de etkilemektedir. Son açıklanan Ciro Endeksi sonuçlarına göre sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında Ciro Endeksi, 2025 yılı nisan ayında yıllık %32,7 artış kaydetmiştir. Aynı dönemde İnşaat Ciro Endeksi yıllık %41,0 artış oranı ile ortalamanın üzerine çıkmıştır ancak nisan ayında inşaat sektörünün cirosu %0,4 artış gösterirken İnşaat Maliyet Endeksi nisan ayında bir önceki aya göre %1,67 artış kaydetmiştir. Buna göre inşaat maliyetlerindeki artışa kıyasla sektörün satışlarındaki artış oldukça sınırlı

kalmıştır. Para politikasında Türkiye’nin bir sonraki faz olan “faiz indirimi” koridoruna girmediği sürece inşaat başta olmak üzere ona girdi sağlayan imalat sanayinde yavaşlama ve devamında daralma kaçınılmaz olacaktır.” dedi.

Grafik 1: Endeks Değerleri



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





BMS

BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.
Since 1998



0212 206 54 00



info@bmsservis.com



İşıklar İstanbul Caddesi No:53 Işıklar Köyü Göktürk - Eyüp - İSTANBUL / TURKEY

www.bmsservis.com /// www.betonpompasi.com.tr
info@bmsservis.com /// info@betonpompasi.com.tr

27.YIL

1998-2025

#BuildWithBMS



EVERDIGM 42RZ-5

BMS 1998'den beri güvenle, tecrübeyle, her zaman daha ileriye

Ali Babaoğlu



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 Yeterlilik Sınavları, 1 Mayıs 2025 tarihinde KÖROĞLU BETON'un Bolu tesisinde, 21-22-23 Mayıs 2025 tarihlerinde NUH BETON'un İzmit tesisinde, 26-27-28-29-30 Mayıs 2025 tarihlerinde NUH BETON'un İstanbul Büyükkalkköy tesisinde, 19 Haziran 2025 tarihinde ÇİMBETON'un İzmir Bornova tesisinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavları, 3 Mayıs 2025 tarihinde LİMAK BETON'un Edirne tesisinde, 17 Mayıs 2025 tarihinde VOTORANTİM BETON'un Ankara Etimesgut tesisinde, 11 Haziran 2025 tarihinde LİMAK BETON'un Edirne tesisinde, 16-17-18 Haziran 2025 tarihlerinde ÇİMBETON'un İzmir Işıkent tesisinde, 25-26-27-28-29 Haziran 2025 tarihlerinde GÖLTAŞ BETON'un Burdur ve Antalya tesislerinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavları, 7-8-9 Mayıs 2025 tarihlerinde AKDENİZ01 BETON'un Osmaniye tesisinde, 19 Haziran 2025 tarihinde BOZKAYALAR BETON'un Hatay 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.

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).



“XYPEX” betonun kılcal boşluklarını suda çözünmeyen kristallerle doldurup beton elemanın kendisini sonsuza kadar geçirimsiz yaparak inşaat sektöründeki su yalıtım çözümlerini basit, sağlıklı ve ekonomik hale getirmektedir.

TOPSİT A.Ş.



KRİSTAL ÜRETEREK BETONUN SUYA KARŞI GEÇİRİMSİZLİĞİNİ SAĞLAMADA DÜNYA STANDARTI

www.topsit.com

THBB Eğitimleri Devam Ediyor

Uzun yıllardır düzenlediği eğitimlerle hazır beton sektörüne eğitilmiş, bilinçli ve kalifiye eleman yetiştiren Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), transmikser, pompa ve santral operatörleri ile laboratuvar teknisyenleri için düzenlediği eğitimler devam ediyor. Tesislerde hem teorik hem de sahada uygulamalı olarak düzenlenen Ekonomik ve Güvenli Sürüş Eğitimleri ile hazır beton tesislerinin kaynaklarının verimli kullanılması sağlanıyor.

Şantiye operasyonlarında görev yapan yer tespit ve sevkiyat görevlileri ile beton pompa operatörlerine yönelik teorik ve uygulamalı olarak verdiğimiz "Hazır Beton Şantiye Operasyonlarında Yer Tespit Elemanı ve Beton Pompa Operatörleri için Teknik Emniyet Kuralları" eğitimi, 11-12 Mayıs 2025 tarihlerinde

Trainings of THBB ongoing

Trainings of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) that has been providing educated, conscious, and qualified personnel to the ready mixed concrete sector oriented to the concrete pump, truck mixer, and batching plant operators and laboratory technicians are ongoing. It is ensured through the Economic and Safe Driving Trainings held both theoretically in the plants and practically onsite that the resources of ready mixed concrete plants are used efficiently.

BATİBETON'un İzmir Bornova tesisinde, 13 Mayıs 2025 tarihinde AKÇANSA BETONSA'nın İzmir Menemen tesisinde, 12 Haziran 2025 tarihinde LİMAK BETON'un İstanbul Yenibosna tesisinde ve 14 Haziran 2025 tarihinde AKÇANSA BETONSA'nın Bursa Başköy tesisinde düzenlendi.

Sektörümüzde kullanılan ağır vasıtalarla transmikser, mobil beton pompası, silobas ve damperli kamyonların son yıllarda karıştığı kazalar incelendiğinde yaşanan olayların çok farklı sebeplerinin olduğu görülmektedir. Kazalar çoğu zaman maddi kayıplarla ya da yaralanma ve hatta ölüm ile sonuçlanmaktadır. En deneyimli operatörlerin dahi bu kazalara karışıyor olması konunun önemine dikkat çekmektedir. Sektörün bu tür kazalar ile za-



rara uğramaması için THBB tarafından uzun süredir yürütülen gözlem ve araştırmalar sonucunda 2 özel eğitim programı düzenlenmektedir.

Bu tür kazaların yaşanmaması için sürücülerin farkındalığını artırmak üzere hazırlanan “Ağır Vasıta Kullanımında Uygulamalı Kör Nokta Eğitimi” programı, tesislerde önce sınıf ortamında verilen görüntü destekli ve teorik eğitimin ardından her bir operatörün/sürücünün eğitmen eşliğinde bilfiil trafik içinde ağır vasıta (transmikser, beton pompası, silobas ve agrega taşıyan damperli kamyon) kullanması sağlanarak uygulanmaktadır.

Düzenlediğimiz “Ağır Vasıta Kaza Analizi Eğitimi”nde ise yaşanan kazaların video analizi yapılarak firmaların güvenli sürüş çalışmalarına katkı sağlanmaktadır.

Sektörümüzde kullanılan ağır vasıta araçlar için hem teorik hem de araç üzerinde uygulamalı olarak yeni bir eğitim geliştirdik. Ağır Vasıta Araçların Teknik Özellikleri Eğitimimizde, ABS, ESP ve diferansiyel kilit sistemlerini etkili bir şekilde kullanmayı, motor frenini stratejik olarak uygulamayı ve akıllı sürüş modlarıyla nasıl entegre olunacağını anlatıldığı teorik eğitimin ardından araçlar üzerinde uygulamalı olarak devam etmektedir.

THBB Meslek İçi Kursları hakkında

THBB tarafından düzenlenen eğitimler Mesleki ve Teknik Eğitim Yönetmeliğine uygun olarak uzman eğitimciler tarafından veril-

mektedir. Her branşta verilen eğitimin ilk konu başlığı ise iş sağlığı ve güvenliği kuralları esas alınarak çalışma disiplini kazanılması olarak belirlenmiştir.

Pompa ve Transmikser Operatörleri eğitimi için hazırlanan ders programında; kullanılan araçların teknik özelliklerinin bilinmesi, ileri ve güvenli sürüş tekniklerinin öğrenilmesi konuları işlenmektedir.

Santral Operatörleri eğitimi için hazırlanan ders programında; başta kullanılan ekipman bakımlarının öğrenilmesi, beton hakkında temel bilgiler öğrenilmesi, arıza durumlarının tespitinin yapılması ve beton üretimine etki edecek arıza ve yanlış uygulamaların öğrenilmesi konuları hakkında eğitim verilmektedir.

Laboratuvar Teknisyenleri kursu (Depreme Dayanıklı Yapılarda Beton ve Betonarme Deneyleri) ders programında; standarda uygun beton üretimi yapılması, standarda uygun beton numune değerlendirilmesi yapılması gibi teorik konuların yanında laboratuvar ortamında uygulamalı eğitim verilmektedir.

4 farklı branş için özel olarak hazırlanan programlarda eğitim alan katılımcılar kurs sonunda sınava tabi tutulmakta ve başarılı olanlara Millî Eğitim Bakanlığından onaylı sertifika verilmektedir.

Talepler doğrultusunda da açılacak kurslar ile ilgili güncel bilgi için egitim@thbb.org adresine yazabilir veya 0534 087 82 36 numaralı telefonu arayabilirsiniz.

Beton-Betonarme Deneyleri Kursları Sponsorları 2025



Türkiye ekonomisi 2025 yılı birinci çeyreğinde %2 arttı

The Turkish economy grows by 2% in the first quarter of 2025

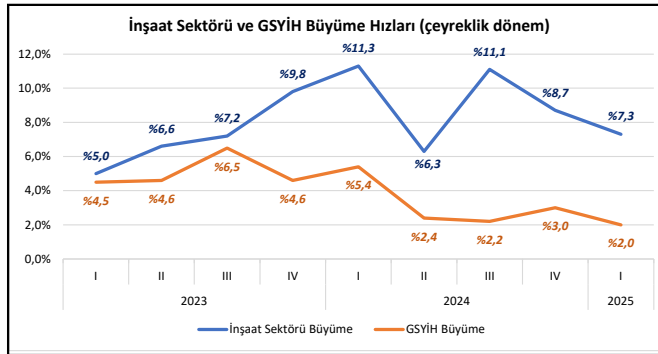
GDP's first forecast for the first quarter of 2025 as a chained volume index increased by 2.0% compared to the same quarter of the previous year.

GSYH 2025 yılı birinci çeyrek ilk tahmini; zincirlenmiş hacim endeksi olarak, bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %2,0 arttı.

İnşaat sektörü 2025 yılının birinci çeyreğinde %7,3 arttı

GSYH'yi oluşturan faaliyetler incelendiğinde; 2025 yılı birinci çeyreğinde bir önceki yıla göre zincirlenmiş hacim endeksi olarak; inşaat sektörü toplam katma değeri %7,3, bilgi ve iletişim faaliyetleri %6,1, diğer hizmet faaliyetleri %4,7, mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri %4,0, gayrimenkul faaliyetleri %2,4, ürün üzerindeki vergiler eksi sübvansiyonlar %1,8, hizmetler %1,3, finans ve sigorta faaliyetleri %0,5 ve kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri %0,3 arttı. Tarım sektörü %2,0, sanayi ise %1,8 azaldı.

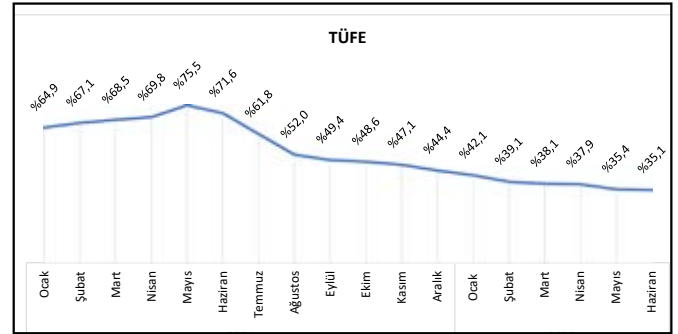
Mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış GSYH zincirlenmiş hacim endeksi, bir önceki çeyreğe göre %1,0 arttı. Takvim etkisinden arındırılmış GSYH zincirlenmiş hacim endeksi, 2025 yılının birinci çeyreğinde bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %2,7 arttı.



Kaynak: TÜİK

TÜFE yıllık yıllık %35,05 arttı, aylık %1,37 arttı

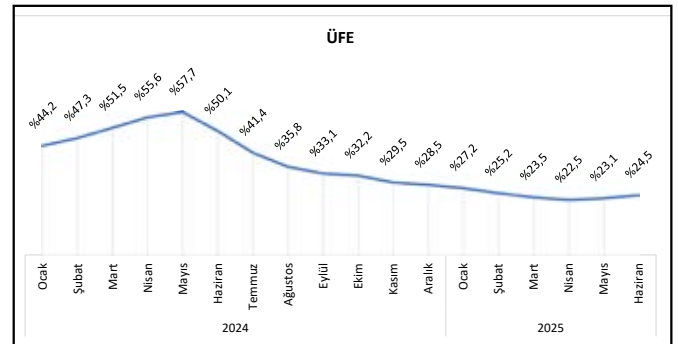
Tüketici Fiyat Endeksi'ndeki (TÜFE) (2003=100) değişim 2025 yılı haziran ayında bir önceki aya göre %1,37 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %16,67 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %35,05 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %43,23 artış olarak gerçekleşti.



Kaynak: TÜİK

Yİ-ÜFE yıllık %24,45 arttı, aylık %2,46 arttı

Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (Yİ-ÜFE) (2003=100) 2025 yılı Haziran ayında bir önceki aya göre %2,46 artış, bir önceki yılın Aralık ayına göre %15,71 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %24,45 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %28,34 artış gösterdi.



Kaynak: TÜİK

Ekonomik Güven Endeksi 96,71 oldu

Ekonomik Güven Endeksi mayıs ayında 96,65 iken, haziran ayında %0,1 oranında artarak 96,71 değerini aldı. Bir önceki aya göre haziran ayında tüketici güven endeksi %0,3 oranında artarak 85,1 değerini, reel kesim (imalat sanayi) güven endeksi %0,2 oranında azalarak 98,4 değerini, hizmet sektörü güven endeksi %0,4 oranında artarak 110,9 değerini, perakende ticaret sektörü güven endeksi %2,5 oranında azalarak 108,5 değerini, inşaat sektörü güven endeksi %1,7 oranında azalarak 86,9 değerini aldı.

Kaynak: TÜİK

Mevcut İnşaat İşleri Seviyesi haziran ayında 8,9 puanla sert düştü

Haziran ayında mevcut inşaat işleri seviyesi sert şekilde gerilemiştir. Yaşanan finansal dalgalanmalar ile nisan ayında gerileyen mevcut işler mayıs ayında toparlanmıştı ancak mayıs ayında alınan ilave sıkılaştırma önlemleri ile mevcut işler seviyesi haziran ayında sert düşüş göstermiştir. Mevsimsellik haziran ayında etkili olamamıştır. Siyasi beklentiler, ekonomi politikası uygulamaları ile deprem bölgesi ve kentsel dönüşüm faaliyetleri inşaat sektöründe mevcut işleri belirlemeye devam edecektir. Ekonomi politikalarında olası faiz indirimleri mevcut işler endeksini de olumlu etkileyebilecektir.

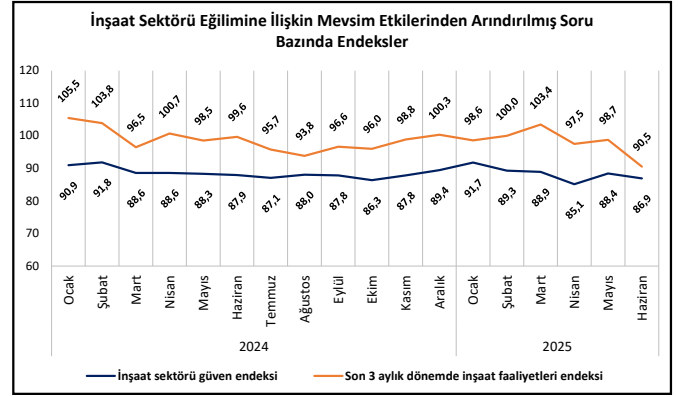
Yeni Alınan İnşaat Siparişleri Seviyesi haziran ayında 1,8 puan geriledi

Alınan yeni iş siparişleri üç aylık gerileme ardında mayıs ayında yeniden yükselmisti. Haziran ayında ise yeni alınan iş siparişleri yeniden 1,8 puan gerilemiştir. Mart ayında yaşanan finansal şoklar nedeniyle alınan ilave sıkılaştırma önlemleri haziran ayında yeni iş siparişlerini sınırlamıştır.

Türkiye genelinde konut satışları mayıs ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %17,6 oranında artarak 130 bin 25 oldu. Konut satışları Ocak-Mayıs döneminde bir önceki yılın aynı dönemine göre %25,4 oranında artarak 584 bin 170 olarak gerçekleşti.

İlk el konut satış sayısı 39 bin 546 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ilk el konut satış sayısı mayıs ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %11,2 oranında artarak 39 bin 546 oldu. Toplam konut satışları içinde ilk el konut satışının payı %30,4 oldu. İlk el konut satışları Ocak-Mayıs döneminde ise bir önceki yılın aynı dönemine göre %17,7 oranında artarak 174 bin 55 olarak gerçekleşti.



Kaynak: TÜİK

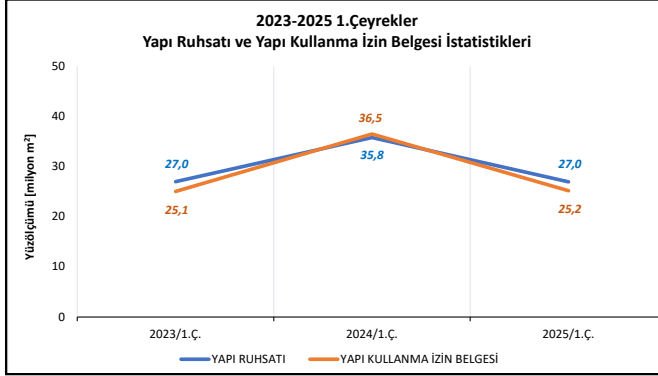
Dönem	İlk El Satış	İkinci El Satış	Toplam Konut Satışı (adet)	İpotekli Satış Oranı (%)
2024 (Ocak-Mayıs)	147.899	317.862	465.761	%9,6
2025 (Ocak-Mayıs)	174.055	410.115	584.170	%15,2
May.24	35.558	75.030	110.588	%9,0
Haz.24	25.425	53.888	79.313	%8,6
Tem.24	40.784	86.304	127.088	%9,0
Ağu.24	41.913	92.242	134.155	%10,1
Eyl.24	44.858	96.061	140.919	%11,2
Eki.24	57.679	107.459	165.138	%12,8
Kas.24	49.274	103.740	153.014	%14,2
Ara.24	76.629	136.008	212.637	%10,9
Oca.25	32.785	79.388	112.173	%14,9
Şub.25	33.784	79.034	112.818	%14,9
Mar.25	33.307	77.488	110.795	%16,4
Nis.25	34.633	83.726	118.359	%14,8
May.25	39.546	90.479	130.025	%14,9

Yapı ruhsatı verilen binaların yüz ölçümü %24,7 azaldı

Bir önceki yılın aynı çeyreğine göre, 2025 yılı I. çeyreğinde belediyeler tarafından yapı ruhsatı verilen bina sayısı %21,3, daire sayısı %18,7 ve yüz ölçüm %24,7 azaldı. Belediyeler tarafından 2025 yılı I. çeyreğinde yapı ruhsatı verilen binaların toplam yüz ölçümü 27,0 milyon m² iken; bunun 14,8 milyon m²'si konut, 6,6 milyon m²'si konut dışı ve 5,7 milyon m²'si ise ortak kullanım alanı olarak gerçekleşti.

Yapı kullanma izin belgesi verilen binaların yüzölçümü %31,0 azaldı

Bir önceki yılın aynı çeyreğine göre, 2025 yılı I. çeyreğinde belediyeler tarafından yapı kullanma izin belgesi verilen bina sayısı %28,0, daire sayısı %25,8 ve yüz ölçüm %31,0 azaldı. Belediyeler tarafından 2025 yılı I. çeyreğinde yapı kullanma izin belgesi verilen binaların toplam yüz ölçümü 25,2 milyon m² iken; bunun 14,1 milyon m²'si konut, 5,9 milyon m²'si konut dışı ve 5,1 milyon m²'si ise ortak kullanım alanı olarak gerçekleşti.



Kaynak: TÜİK

İnşaat maliyet endeksi yıllık %22,69 arttı, aylık %1,67 arttı

İnşaat maliyet endeksi, 2025 yılı nisan ayında bir önceki aya göre %1,67 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %22,69 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %2,01 arttı, işçilik endeksi %1,07 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %18,00 arttı, işçilik endeksi %31,82 arttı.

Bina inşaatı maliyet endeksi yıllık %23,14 arttı, aylık %1,76 arttı

Bina inşaatı maliyet endeksi, bir önceki aya göre %1,76 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %23,14 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %2,15 arttı, işçilik endeksi %1,11 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %18,96 arttı, işçilik endeksi %30,93 arttı.

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi yıllık %21,22 arttı, aylık %1,36 arttı

Bina dışı yapılar için inşaat maliyet endeksi, bir önceki aya göre %1,36 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %21,22 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %1,58 arttı, işçilik endeksi %0,92 arttı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %15,08 arttı, işçilik endeksi %35,10 arttı.

Sanayi üretimi yıllık %3,3 arttı

Sanayinin alt sektörleri (2021=100 referans yılı) incelendiğinde, 2025 yılı nisan ayında madencilik ve taş ocaklığı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %1,3 arttı, imalat sanayi sektörü endeksi %3,0 arttı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %8,8 arttı.

Sanayi üretimi aylık %3,1 azaldı

Sanayinin alt sektörleri incelendiğinde, 2025 yılı nisan ayında madencilik ve taş ocaklığı sektörü endeksi bir önceki aya göre %2,5 azaldı, imalat sanayi sektörü endeksi %3,4 azaldı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %0,2 arttı.

Toplam ciro yıllık %32,7, aylık %0,8 arttı

Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2025 yılı nisan ayında yıllık %32,7 arttı.

Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2025 yılı nisan ayında yıllık sanayi sektörü ciro endeksi %22,7 arttı, inşaat ciro endeksi %41,0 arttı, ticaret ciro endeksi %34,6 arttı, hizmet ciro endeksi %42,1 arttı.

Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2025 yılı nisan ayında aylık %0,8 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2025 yılı nisan ayında aylık sanayi sektörü ciro endeksi %1,6 azaldı, inşaat ciro endeksi %0,4 arttı, ticaret ciro endeksi %0,3 arttı, hizmet ciro endeksi %7,0 arttı.

Ücretli çalışan sayısı yıllık %2,4 arttı

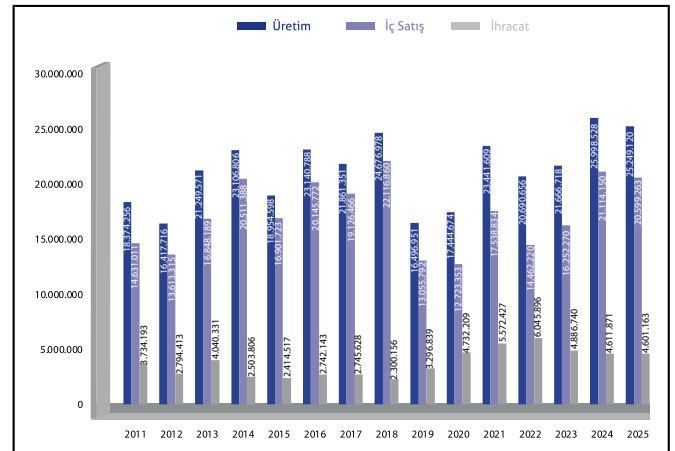
Sanayi, inşaat ve ticaret-hizmet sektörleri toplamında ücretli çalışan sayısı 2025 nisan ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %2,4 arttı. Ücretli çalışan sayısı bir önceki yılın aynı ayında 15 milyon 289 bin 223 kişi iken, 2025 yılı nisan ayında 15 milyon 658 bin 462 kişi oldu.

Ücretli çalışanların alt detaylarına bakıldığında; 2025 nisan ayında ücretli çalışan sayısı yıllık olarak sanayi sektöründe %1,3 azaldı, inşaat sektöründe %7,3 arttı ve ticaret-hizmet sektöründe %3,6 arttı.

Çimento iç satışı 2025 yılı Ocak-Nisan döneminde %2,44 azaldı

2025 yılı Ocak-Nisan döneminde çimento üretimde, geçen yıla oranla %2,9'luk bir düşüş yaşanmıştır. Yine 2025 yılı ilk 4 aylık döneminde üretilen çimentonun yaklaşık %18,2'si ihracata konu olmuştur. 2025 yılı Ocak- Nisan döneminde önceki yıla göre iç satışlarda %2,4, çimento ihracatında ise %0,2'lik azalış 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. Bölgesel bazda, Marmara, Ege, Karadeniz ve İç Anadolu Bölgelerinde iç satışlarda düşüş yaşanmıştır.

2011- 2025 Ocak-Nisan Çimento Verileri (ton)



Kaynak: TürkÇimento

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

Avrupa Hazır Beton Birliği toplantıları yapıldı



Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) 2025 yılı Temsilciler Toplantısı, 32. Dönem Yönetim Kurulunun 7. ve son toplantısı ve 33. Dönem Yönetim Kurulunun ilk toplantısı 12-13 Haziran 2025 tarihlerinde Brüksel'de yapıldı. Toplantılarda ülkemizi THBB Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, THBB Yönetim Kurulu Başkan Vekili Halit İnci ve Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) Teknik Müdürü ve THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

12 Haziran 2025 tarihinde yapılan 32. Dönem ERMCO Yönetim Kurulunun son toplantısında ERMCO Başkanı Thorsten Hahn'ın toplantı gündemi ve önceki Yönetim Kurulu kararlarını onaya sunmasının ardından 2025 Mart - Mayıs aylarındaki faaliyetler, ERMCO 33. Yönetim Kurulu ve Başkanlık Komitesi, ERMCO'nun yeni Genel Sekreterinin tanıtılması, 2024 yılı mali tabloları, Yönetim Kurulu Raporu,

2025 yılı revize bütçesi ve 2026 yılı bütçe önerisi ile yeni sponsorlar konuları görüşüldü. Toplantının devamında, hazır betonun CE işaretlemesi, Teknik Komitenin 27 Mart 2025 tarihli toplantısı, EN206 revizyonu - güncelleme, beton üretiminin kontrolünde yapay zekânın ve dijital araçların kullanımı, Sürdürülebilirlik Komitesi ve Döngüsel Ekonomi Çalışma Grubunun 27 Mart 2025 toplantısı, Beton Avrupa (Concrete Europe) faaliyetleri, 2025 yılı ERMCO Temsilciler Toplantısı gündemi ve organizasyonu ile 2025 yılında yapılacak diğer toplantılar değerlendirildi.

13 Haziran 2025 tarihinde yapılan ERMCO Temsilciler toplantısı, toplantı gündemi ve önceki Temsilciler toplantısı kararlarının onaya sunulmasıyla başladı. Toplantının devamında ERMCO Başkanı Thorsten Hahn'ın mesajı ve Yönetim Kurulunun 2024-2025 Faaliyet Raporu görüşüldü. ERMCO komitelerinin 2024-2025 faaliyet raporlarının değerlendirilmesiyle devam eden toplantıda, Strateji ve Gelişim Komitesi (ESD), Sürdürülebilirlik Komitesi (ESC) ve Teknik Komitenin (ETC) çalışmaları ve EN206'nın uyumlaştırılması ve hazır betonun CE işaretlemesi konuları paylaşıldı. ERMCO'nun 2025 yılı hesap durumu hakkında bilgi verilen toplantıda 2024 yılı denetçi raporları paylaşıldı. Yönetim Kurulu ve Genel Sekreterin ibrası sonrası üyelik ve bütçe konuları başlığı altında revize edilen

2025 bütçesi, 2026 bütçesi ve üyeliklerle ilgili konular değerlendirildi.

ERMCO Temsilciler Toplantısı'nın sonunda 33 Dönem Yönetim Kurulu ve Başkanlık Komitesi seçimi yapıldı. Seçim sonucunda Thorsten Hahn (Almanya), Marco Borroni (İtalya) ve Richard Kershaw (İngiltere) ERMCO Başkanlık Komitesine seçilirken ERMCO Genel Sekreterliğine Grazia Bertagnoli atandı.

ERMCO Temsilciler Toplantısının ardından ERMCO 33. Dönem Yönetim Kurulunun 1. Toplantısı yapıldı. Toplantıda Başkanlık Komitesinin aralarında yaptığı seçimde ERMCO Başkanlığına Almanya'dan Thorsten Hahn yeniden seçildi. Toplantı 2026 yılı faaliyetlerinin görüşülmesiyle sona erdi.

Committee Meetings of European Ready Mixed Concrete Organization held

The Representatives meeting of the European Ready Mixed Concrete Organization for the year of 2025, the 7th and final session of the 32nd ERMCO Board and the first session of the 33rd ERMCO Board meetings were held on 12 and 13 June 2025.

On behalf of the Turkish Ready Mixed Concrete Association, Yavuz Işık, President of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB); Halit İnci, Vice Chairman of THBB, and Civil Engineer Dr. Aslı Özbora, ERMCO Technical Manager and THBB General Coordinator attended these meetings.

Otomatik Silobas Kapağı **ARTIK VAR**



İş Güvenliği

**Merdiven
Tırmanmaya Son**



İş Verimi

**Artan Tanker
Döngü Sayısı**



Zaman Tasarrufu

**Her yüklemede 15 dk
zaman kazandırır**



İnovasyon

**Elektriksiz, hava
ile çalışan sistem**



Montaj Kolaylığı

**1 Saatte Kapak ve
Pano Montajı**



Demirtaşpaşa Mah. Gazcılar Cad. Petek Sk. Hacısalıhoğlu İş Merkezi No:1 K:2 D:2
Osmangazi / Bursa / TÜRKİYE

Üretim-Sevkiyat:
Üçevler Mahallesi, AKVA Sanayi Sitesi, 79. Sk. No:2/R Nilüfer/ Bursa / TÜRKİYE

+90 532 55 00 532 | +90 224 466 00 55

info@kazgi.com

Hazır beton sektörü, karbonsuzlaştırma ve konut krizi gündemiyle Brüksel'de buluştu



Avrupa Prefabrik Beton Endüstrisi Federasyonu (BIBM) ve Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) iş birliğinde düzenlenen "Karbonsuzlaştırma Ekonomisi" ve Beton Avrupa (Concrete Europe) tarafından düzenlenen "Beton Sektörünün Konut Krizine Katkısı" paneli 12 Haziran 2025 tarihinde Brüksel'de yapıldı.

Toplantılarda ülkemizi THBB Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, THBB Yönetim Kurulu Başkan Vekili Halit İnci ve Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) Teknik Müdürü ve THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbozra temsil etti.

BIBM ve ERMCO'nun düzenlediği "Karbonsuzlaştırma Ekonomisi" paneli 12 Haziran 2025 tarihinde Brüksel'de yapıldı. Panel, ERMCO Genel Sekreteri Peter de Vylder ve BIBM Genel Sekreteri Alessio Rimoldi'nin açış konuşmalarıyla başladı.

Panelde, Avrupa Komisyonu Enerji Genel Müdürlüğünden Bunthan Ilea, Binaların Enerji Performansı Direktifi'nde Tüm Yaşam Döngüsü Karbon Değerlendirmesi; Avrupa Bina Performansı Enstitüsü (BPIE) Takım Lideri Zsolt Toth, Karbonsuzlaştırma ve Çevresel Değerlendirmelerin Maliyetleri; Bel-

çika Müteahhitler Derneğinin (ADEB/VBA) Genel Direktörü Pierre-Alain Franck ise Müteahhitlerin Bakış Açısı başlıklı birer sunum yaptı.

Avrupa Komisyonu Enerji Genel Müdürlüğü Politika Sorumlusu Bunthan Ilea, Avrupa Bina Performansı Enstitüsü (BPIE) Takım Lideri Zsolt Toth, Belçika Büyük İşler Müteahhitleri Derneği (ADEB/VBA) Genel Müdürü Pierre-Alain Franck, BIBM Başkanı Stefan van Buggenhout, ERMCO Başkanı Torsten Hahn'ın katıldığı Panelde, karbonsuzlaştırmanın beton sektörü üzerindeki finansal etkileri ve sektörün geleceği ele alındı.

Aynı gün öğleden sonra Beton Avrupa (Concrete Europe) tarafından düzenlenen "Beton Sektörünün Konut Krizine Katkısı" paneli Brüksel'de yapıldı.

The ready mixed concrete sector gathered in Brussels to address decarbonisation and the housing crisis

The event titled "The Economy of Decarbonisation", organized in collaboration with the European Concrete Precast Association (BIBM) and the European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO), and the event "The Contribution of the Concrete Sector to the Housing Challenge", organized by Concrete Europe, took place on 12 June 2025 in Brussels. On behalf of the Turkish Ready Mixed Concrete Association, Yavuz Işık, President of Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB); Halit İnci, Vice Chairman of THBB, and Civil Engineer Dr. Aslı Özbozra, ERMCO Technical Manager and THBB General Coordinator, attended these meetings.

Concrete Europe Başkanı Marco Borroni'nin açış konuşmasıyla başlayan Panelde, AB Komisyonu Enerji ve Konut Komiseri Jorgensen'in Kabine Üyesi Philippe Moseley Avrupa Konut Stratejisi kapsamında AB girişimleri başlıklı bir sunum yaptı.

Avrupa Komisyonu Üyesi Jorgensen'in Kabine Üyesi Philippe Moseley, HOLCIM Kamu İlişkileri ve Sosyal Etki Grubu Başkanı ve Avrupa İnşaat Ürünleri Başkan Yardımcısı Cédric de Meeus, Stugalux CEO'su ve Avrupa İnşaat Sektörü Federasyonu (FIEC) Konut Çalışma Grubu Başkanı Joël Schons, Beton Avrupa (Concrete Europe) Başkanı Marco Borroni'nin katıldığı panelde sektörün stratejideki hedeflere nasıl katkı sunabileceği tartışıldı.

Etkinlikte Avrupa Yatırım Bankasının (EIB) önümüzdeki iki yıl içinde enerji verimliliği ve konut stokunun yenilenmesi için yaklaşık 10 milyar avroluk yatırım planladığı açıklandı. EIB ayrıca, yenilikçi projelere finansman ve rehberlik sağlayacak bir "konut danışma ve yatırım portalı" kurmayı planlıyor. Panelde, inşaat malzemeleri sektörünün Avrupa'nın erişilebilir, sürdürülebilir ve enerji-verimli konut hedeflerine nasıl katkıda bulunabileceği görüşüldü.

 **göker**

 **SERMAC**

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



www.goker.com.tr

Avrupa Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu toplantısı yapıldı



Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO) Yönetim Kurulu toplantısı 14 Mayıs 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantıya, THBB Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık ve ERMCO Teknik Müdürü - THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora katıldı.

ERMCO'nun 32. Dönem Yönetim Kurulu'nun 6. toplantısı 14 Mayıs 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantı, ERMCO Başkanı Thorsten Hahn'ın toplantı gündemini ve önceki toplantı kararlarını onaya sunmasıyla başladı.

ERMCO Board of Directors meeting

European Ready Mixed Concrete Organization (ERMCO) Board of Directors meeting was held via teleconference method on May 14, 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, ERMCO Technical Manager and THBB General Coordinator, attended the meeting.

ERMCO'nun mali yapısı, organizasyonel durumu ve üyeliklerle ilgili gelişmelerin değerlendirildiği toplantıda 2024 yılına ait mali tablolar mali müşavir tarafından sunuldu.

ERMCO Genel Sekreteri Peter De Vylder'in ERMCO'nun 2024 mali tabloları ile beyan mektubunu paylaştığı toplantıda Yönetim Kurulunun Genel Kurula sunduğu rapor görüşüldü. Peter De Vylder'in revize edilmiş 2025 bütçesi ve 2025 katkı paylarının görüşülmesiyle devam eden toplantıda ayrıca 12-13 Haziran 2025 tarihlerinde yapılacak ERMCO Yönetim Kurulu ve Temsilciler Toplantısı hakkında bilgi verildi.

EKSTRA GÜÇLÜ VE ÜRETKEN!



GÜÇ:
282 HP



KOVA KAPASİTESİ:
3,6 M³



ÇALIŞMA AĞIRLIĞI:
20.600 KG



HİDROMEK®

Birlikte Daha Güçlüyüz

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 27 Haziran 2025 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Beton, çimento ve agrega sektörlerine yönelik sürdürülebilirlikle ilgili gelişmeleri aktif olarak takip eden THBB, 2021 yılından bu yana CSC Yönetim Kurulunda ülkemizi ve sektörümüzü temsil etmektedir.

27 Haziran 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 Danışma Komitesindeki değişiklikler ve CSC Genel Müdürü işe alım sürecine ilişkin güncel gelişmeleri paylaşmasının ardından CSC Sekreteri ve Teknik Müdürü Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari ve CSC Sürdürülebilirlik Yöneticisi ve Koordinatörü Cynthia Imesch, CSC Genel Kurulu hazırlıkları hakkında bilgi verdi.

Finansal konuların görüşülmesiyle devam eden toplantıda CSC Sekreteri ve Teknik Müdürü Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, 2025 yılında satılan lisans hakları ve 2025 yılında gerçekleşen belgelendirmelerle ilgili bilgi verirken CSC Başkan Yardımcısı Michael Scharpf (Holcim) 2025 yılı bütçesinin güncel durumunu paylaştı.

Yeşil bina değerlendirme sistemleriyle uyum konusunun görüşülmesiyle devam eden toplantıda, Cynthia Imesch, Green Building Consulting & Engineering (GBCE) ve İsviçre Yeşil Bina Konseyi ile ilgili gelişmeleri paylaşıırken Michael Scharpf ise Amerikan Yeşil Binalar Konseyinin (US Green Building Council) sertifika sistemi LEED ve Alman Sürdürülebilir Bina Konseyinin sertifika sistemi DGNB hakkında bilgiler verdi.

CSC belgelendirme sistemi başlığı altında, CSC Sürüm 3.0 Güncellemesi konularının görüşüldüğü toplantıda Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, Kılavuz Notu; Andreas Tuan Phan (BTB) ise Beton Değerlendirme Aracı'nın uygulanması hakkında bilgi verdi. Christian Artelt, CO2 Modülü hakkında bil-

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 27 June 2025.

gi verirken Michael Scharpf, R-Modülü ile ilgili bilgiler paylaştı. Ardından Andreas Tuan Phan (BTB) Beton Değerlendirme Aracı'yla ilgili çözülen sorunlara ve geliştirme aşamasındaki konulara değindi.

Sürdürülebilirlik, pazarlama ve iletişim faaliyetlerinin paylaşıldığı toplantıda, Cynthia Imesch'in, haberler, katıldıkları etkinlikler ve İletişim Komitesi faaliyetleri hakkında güncel gelişmeleri aktarmasının ardından Christian Artelt, GBCI Europe

Circle 2025 etkinliği ile ilgili bilgiler verdi.

Bölgesel sistem operatörlerinin haberlerinin yayımlanmasının görüşüldüğü toplantıda, ABD, Orta Doğu, Kuzey Afrika ve Avusturya adına Cynthia Imesch, İtalya adına Michela Pola, Latin Amerika adına Manuel Lascarro, Hollanda adına Paul Ewalds (Betonhuis-VOBN) ve Belçika adına Johan Baeten (FEDBETON) ve Almanya adına Olaf Aßbrock (BTB) bilgi verdi.





EASy
EASy flex



Tek Taraflı Ayak Açma Sistemi **EASY FLEX**



1958

GÜRİŞ
İŞ MAKİNALARI ENDÜSTRİ A.Ş.

www.gurisendustri.com

YÜF ve Mimar Sinan Sektörel Mükemmeliyet Merkezi iş birliğiyle, "Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri Semineri" yapıldı



Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu ve Mimar Sinan Sektörel Mükemmeliyet Merkezi iş birliğinde düzenlenen "Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri Semineri" sektörün öncü isimlerini öğretmenlerle bir araya getirdi. Seminere Türkiye Hazır Beton Birliğini temsilen THBB Genel Sekreteri İnşaat Mühendisi Reşat Sönmez, "Dünyada ve Türkiye'de Hazır Beton" başlıklı sunumu ile katıldı.

Yapı Ürünleri Üreticileri Federasyonu (YÜF), 20. yılında da sanayi faaliyetlerinin yanı sıra sosyal sorumluluk misyonu ile farklı projelere imza atmayı sürdürüyor. Yapılarda Kullanılan Beton ve Harçlar ile Bileşenleri Semineri, Mimar Sinan Sektörel Mükemmeliyet Merkezi iş birliği ve Ankara Mimar Sinan Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi ev sahipliğinde 28 Mayıs 2025 tarihinde Ankara'da düzenlendi.

Hizmet içi eğitim olarak Ankara ilinde Meslek ve Anadolu liselerinde görev yapan inşaat teknolojisi alan öğretmenlerine yönelik yapılan Seminer, Mimar Sinan Sektörel Mükemmeliyet Merkezi Genel Koordinatörü Ayşe Şahiner, Okul Müdürü Levent Kırıcı, İl Millî Eğitim Mesleki ve Teknik Eğitim Şube Müdürü Ercan Kocakaya'nın yaptığı açış konuşmasıyla başladı. Oturum Başkanı olan

TÜRKÇİMENTO AR-GE Müdürü Serkan Türk'ün YÜF tanıtım sunumuyla devam eden seminere yaklaşık 80 kişi katıldı.

Seminerde Birliğin çalışmaları hakkında bilgiler veren THBB Genel Sekreteri Reşat Sönmez "Ülkemizde kaliteli beton üretimine ve bununla doğru orantılı olarak kaliteli yapılaşmaya önemli bir katkıda bulunuyoruz." diye konuştu.

Türkiye'nin hazır beton üretim hacmi açısından Avrupa'da lider olduğuna işaret eden Reşat Sönmez, "Sektörümüz 2023 yılı verilerine göre 200 milyar Türk lirasına yaklaşan cirosu, 45 bini aşan istihdam hacmi ve yıllık 119 milyon metreküplük üretimle inşaat sektörüne ve buna bağlı olarak ülke ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır." dedi. Beton sınıflarının günümüze kadar geçirdiği değişime değinen Reşat Sönmez, beton kalitesinin zaman içerisinde yükseldiğinin ve Türkiye'deki ortalama beton dayanımının C30 seviyesine ulaştığının altını çizdi. Seminerde betonu ve özelliklerini anlatan Reşat Sönmez, betonun tarihçesi ve beton bileşenleri hakkında bilgi verdi. Betonun yerleştirilmesi, bakımı ve kürü konusunu ele aldı.

Durabilite konusunun da önemine değinen Reşat Sönmez, yapıların servis ömürleri boyunca maruz kalacakları çevresel etkilerin önceden belirlenerek betonun bu etkileri karşılayacak şekilde tasarlanması gerektiğini belirtti. Sunuma betonun türleri ve çeşitli ihtiyaç ve zorluklara göre üretilebilecek farklı özel betonlar hakkında bilgiler vererek devam Reşat Sönmez, betonda yeni trendleri ve güncel konuları anlatarak sunumunu tamamladı.

TÜRKÇİMENTO Teknik Asistanı Barış Akbelen, "Çimento ve Beton Teknolojisiindeki Gelişmeler"; Agregat Üreticileri Birliği Teknik Komite Üyesi Bilgihan Avşar, "Yaşanabilir Kentlerin Ana Ham maddesi: Agregalar"; Türkiye Prefabrik Birliği Teknik Ofis Sorumlusu İnşaat Mühendisi Alper Uçar ise "Beton Prefabrikasyon" başlıklı birer sunum yaptı.

The "Concrete and Mortars Used in Buildings and their Components Seminar" is held in Collaboration between YÜF and the Mimar Sinan Sectoral Excellence Centre

The "Concrete and Mortars Used in Buildings and their Components Seminar" organized in collaboration between Construction Products Manufacturers Federation (YÜF) and the Mimar Sinan Sectoral Excellence Centre brought together the leading figures of the sector and educators. Civil Engineer Reşat Sönmez, THBB Secretary General, attended the seminar in representation of Turkish Ready Mixed Concrete Association with his presentation titled "Ready Mixed Concrete in the World and Türkiye."

AVRUPA'DA

BİRİNGİ



Mikser üretiminde liderliğimizi korumaya devam ediyor, sektöre yön veriyoruz.

www.imer-lt.com.tr

Türkiye'nin en büyük 500 sanayi kuruluşu açıklandı

500 largest industrial enterprises of Turkey announced

Istanbul Chamber of Industry (ISO) has made public its "500 Largest Industrial Enterprises of Turkey" research, which constitutes the data of the most valuable institutions of the industry sector. A total of 17 companies, eleven of which being members and affiliates of Turkish Ready Mixed Concrete Association, from the ready mixed concrete and cement sector took place in the report.

İstanbul Sanayi Odası (İSO), sanayi sektörünün en değerli kuruluşlarının verilerini oluşturan "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu" araştırmasının 2024 yılı sonuçlarını açıkladı. Raporda 11'i Türkiye Hazır Beton Birliği üyesi ve bağlı kuruluşu olmak üzere hazır beton ve çimento sektöründen toplam 17 firma yer aldı.

İSO Yönetim Kurulu Başkanı Erdal Bahçivan, düzenlediği basın toplantısında, İSO'nun "Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu" araştırmasının sonuçlarını açıkladı. İSO Yönetim Kurulu Başkanı Erdal Bahçivan, "İSO 500 çalışmasında 2024 yılında üretimden satışlara göre en büyük kuruluş, 651,6 milyar lira ile uzun yıllardır olduğu gibi yine TUPRAŞ oldu. İkinci sırada 356 milyar lira ile Ford Otomotiv Sanayi AŞ, üçüncü sırada da 201,6

milyar lira ile Star Rafineri AŞ yer aldı. Her iki kuruluşun da geçen seneki sıralarını korumuş oldukları dikkat çekiyor. Böylece geçen yıla göre İSO 500'ün ilk üç sırasının değişmemiş olduğunu görüyoruz. Buna karşılık 2024'te İSO 500'ün ilk

10'unda yer alan şirketlerde 2023 yılına göre iki değişiklik oldu. Geçen yıl ilk 10'da yer almayan İskenderun Demir Çelik ve Hyundai Motor Türkiye Otomotiv ilk 10'a yükselme başarısını gösterdi." dedi.

İSO 500'ün 2024 yılı sonuçlarına bakıldığında üç temel veride tarihi olumsuz sonuçlarla karşı karşıya olduğunu vurgulayan Bahçivan, şunları söyledi: "Birincisi, İSO 500'ün üretimden net satışları üç yıldır üst üste reel olarak geriliyor. İkincisi; sanayicinin elde ettiği karın önemli bir kısmını finansman giderlerine ayırmak zorunda olduğu gerçeği, bu yıl çok daha ağır bir noktaya gelmiş durumda. Maalesef "Sanayici kazandığı paranın yarısını finansmana ayırıyor" sözleri bu yılki sonuçları açıklamaya yetmiyor. Çünkü son yıllarda ilk kez sanayiciler kazandıkları paranın neredeyse tamamını finansman giderlerine ayırmak zorunda kaldılar. Üçüncü olarak 2024'te karlılık rasyolarının son 10 yıl ortalamasının çok altında kaldığını gösteren iki veriye daha dikkat çekerek devam etmek istiyorum. İSO 500'ün faaliyet karlılığı 2014-2023 döneminde yüzde 10,4 düzeyinde iken, 2024'te yüzde 6,2'ye gerilemiş durumda. Benzer şekilde satış karlılığının da geçtiğimiz 10 yılda ortalama yüzde 7,1 düzeyinde iken, 2024'te yüzde 2,6'ya gerilemesi de bize göre geçtiğimiz yılın dikkatle değerlendirilmesi gereken verileri arasında öne çıkıyor."

Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu 2024 Raporu'nda Yer Alan THBB Üyeleri ve Bağlı Kuruluşları

Sıra No	Kuruluşlar	Üretimden Satışlar (Net) (TL)
43	OYAK Çimento Fabrikaları AŞ	33.922.368.716
94	Çimko Çimento ve Beton San. Tic. AŞ	18.834.862.383
103	Akçansa Çimento San. ve Tic. AŞ	17.811.690.453
107	Limak Çimento San. ve Tic. AŞ	17.330.215.005
139	Çimsa Çimento San. ve Tic. AŞ	13.658.589.960
195	Medcem Madencilik ve Yapı Malzemeleri San. ve Tic. AŞ	10.426.453.419
243	Nuh Çimento Sanayi AŞ	8.347.679.429
353	Çimentaş İzmir Çimento Fabrikası TAŞ	5.937.333.059
392	Limak Doğu Anadolu Çimento San. ve Tic. AŞ	5.422.844.277
399	Nuh Beton AŞ	5.350.738.252
432	Özseç Beton Madencilik İnşaat San. Tic. AŞ	4.917.044.484

Verimlilik, genimizde var.
Ecotorq GEN2 motoru ile
Ford Trucks F-MAX.



Aerodinamik ve dış detay iyileştirmeleri,
dijital ayna sistemi, yakıt tasarrufu ve verimlilik,
Ford Trucks F-MAX'in geninde var.

11. Uluslararası Beton Kongresi Erzurum'da yapıldı



TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul ve Erzurum Şubeleri tarafından düzenlenen 11. Uluslararası Beton Kongresi, 22-23-24 Mayıs 2025 tarihlerinde Erzurum'da yapıldı.

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık'ın Danışma Kurulunda yer aldığı 11. Uluslararası Beton Kongresi'nde Türkiye Hazır Beton Birliği adına THBB Genel Sekreteri İnşaat Mühendisi Reşat Sönmez, THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora, THBB Teknik ve Sürdürülebilirlik Direktörü Yüksek Jeoloji Mühendisi Koray Saçlıtöre ve THBB Teknik Danışmanı Yüksek İnşaat Mühendisi Yasin Engin'in hazırladığı "Düşük Karbonlu

Beton ve Türkiye'deki Mevcut Durum" başlıklı bildiri THBB Teknik Danışmanı Yasin Engin tarafından sunuldu.

11th International Concrete Congress held in Erzurum

The 11th International Concrete Congress, organised by TMMOB Chamber of Civil Engineers İstanbul and Erzurum Branches, was held in Erzurum on 22-23-24 May 2025. At the 11th At the congress, where Yavuz Işık, Chairman of the Board of the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB), served on the Advisory Board, a paper titled "Low-Carbon Concrete and the Current Situation in Turkey" was presented by THBB Technical Advisor, Senior Civil Engineer Yasin Engin.

Kongrede beton teknolojisindeki son gelişmeler yerli ve yabancı uluslararası araştırmacılar tarafından tartışıldı ve değerlendirildi. Atatürk Üniversitesi Nene Hatun Kongre ve Kültür Merkezi'nde organize edilen Kongre'nin konuları arasında; betonda dijitalleşme ve yenilikçi yaklaşımlar, betonda nitelik kontrolü ve deneyler, özel betonlar, beton bileşenleri ve tasarımı, sürdürülebilir beton, betonda dayanıklılık özellikleri, beton üretimi ve taze beton özellikleri, betonun mekanik davranışı ve yapısal uygulamalar yer aldı.



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

MEKA Kahramanmaraş Depremlerinden sonra bölgedeki projelerin stratejik üretim ve çözüm ortağı oldu

6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak yaşanan ve 11 ili doğrudan etkileyen büyük depremler, Türkiye'nin yakın tarihinde karşılaştığı en ağır felaketlerden biri olarak kayıtlara geçti. Bu ölçekte bir felaket, geniş ölçekli, planlı ve uzun soluklu bir yeniden yapılanma sürecini de beraberinde getirdi.

MEKA'nın faaliyetleri ve çözümleri hakkında bilgi veren MEKA Yönetim Kurulu Üyesi ve Ticari İşlerden Sorumlu Genel Müdür Yardımcısı Kerem Kaybal, "Öncelikle Ülkece yaşadığımız bu acıyı bizler de derinden hissettik ve bir daha böylesine büyük bir felaketin yaşanmamasını temenni ediyoruz. Afet sonrası gerek arama kurtarma süreçlerinde gerekse santral ve tesis kurulumları ve diğer tüm süreçlerde bütün gücümüzü ve önceliğimizi deprem bölgesine aktardık. Bu noktada, MEKA Global, yalnızca güçlü bir üretici değil, aynı zamanda kriz anlarında çözüm üretme kabiliyetiyle fark yaratan bir mühendislik markası olarak devreye girdi. Sahip olduğumuz teknik altyapı, esnek üretim kabiliyeti ve operasyonel organizasyon gücü sayesinde, depremin hemen ardından bölgeye özel yoğun bir üretim ve teslimat programını devreye aldık. Kısa sürede Adıyaman, Hatay, Kahramanmaraş, Malatya, Mersin ve Osmaniye illerinde toplam 50'den fazla beton santralini kurulumlarını başarıyla tamamlayarak, kullanıcılarına teslim etti." dedi.

MEKA Global'in afet sonrası yeniden yapılanma sürecinde eşine az rastlanır bir hız ve organizasyon başarısı gösterdiğini ifade eden Kerem Kaybal, "Bölgeye teslim edilen santral modelleri arasında; M100, M120, M135 mobil beton santralleri, C100, C120 kompakt beton santralleri ve K120, K135, K145, K200 sabit beton santralleri yer aldı. Bu santraller, yüksek kapasite, hızlı kurulum, modüler yapı, galvaniz içelikli ve uzun vadeli operasyonel verimlilik kriterleri ile hem kamu kurumlarının hem

MEKA became a strategic production and solution partner of the projects in the region after the Kahramanmaraş earthquakes

The major earthquakes with the epicenter in Kahramanmaraş, which occurred on February 6, 2023, and directly affected 11 provinces, have been recorded as one of the heaviest disasters encountered in Türkiye's recent history. A disaster of such scale also brought along a wide-scale, planned, and long-term reconstruction process.

de özel sektör yüklenicilerinin tercihi oldu. Konut inşaatları, altyapı projeleri, kamu binaları ve sosyal donatılar gibi farklı alanlarda kesintisiz beton üretimi sağlayarak bölgenin hızlı toparlanmasına ciddi katkıları sundu." diye konuştu.

MEKA Global'in katkısının yalnızca ekipman tedariki ile sınırlı kalmadığını vurgulayan Kerem Kaybal, "Bölgeye sevk edilen deneyimli teknik ekiplerimiz; montaj, devreye alma, operatör eğitimleri ve sürekli teknik destek hizmetleriyle projelerin sorunsuz ilerlemesini sağladı. Yedek parça tedarik sistemimiz, proje sürekliliğini garanti altına alırken, sahadaki teknik eğitim ve destek programlarımız uzun vadeli sürdürülebilirliği beraberinde getirdi. Afet

yönetimi ve kriz dönemlerinde, yalnızca üretim gücü değil; karar alma hızınız, planlama yeteneğiniz ve saha organizasyonunuz da markanızın gerçek gücünü ortaya koyar. MEKA Global, sahip olduğu bu bütünsel güç ile yalnızca Türkiye'de değil, faaliyet gösterdiği 110'dan fazla ülkede her koşulda projelere değer katmaya devam etmektedir. Ülkemizin deprem bölgesinde bulunduğu gerçeğini de göz ardı etmeden afetlere karşı güçlü ve sürdürülebilir kentler inşa ederek bir daha benzer acıları yaşamamak en büyük dileğimizdir." şeklinde konuştu.



Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ Kullanımı*



1. Beton Teknolojisinin Önemi ve Mevcut Zorluklar

Beton, küresel ölçekte tahmini yıllık 10 milyar tonu aşan üretimiyle dünyada en çok tüketilen yapı malzemesidir ve bu talebin artan nüfus, devam eden sanayileşme ve hızlı kentleşme ile birlikte önümüzdeki yıllarda da artmaya devam etmesi beklenmektedir. Bu yaygın kullanımına rağmen beton, doğası gereği karmaşık bir malzemedir. Farklı bileşenlerin (çimento, agrega, su, katkı maddeleri vb.) ve bu bileşenlerin karışım içindeki oranlarının, betonun hem taze hem de sertleşmiş hâldeki özelliklerini önemli ölçüde etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle, istenen performansı sağlayacak beton özelliklerinin elde edilmesi ve doğrulanması uzmanlık gerektiren bir süreçtir.

Geleneksel beton tasarım ve değerlendirme yaklaşımları, sıklıkla deneysel deneme-yanılma süreçlerine dayanır. Bu yöntemler, özel-

likle yeni nesil betonlar veya alternatif malzeme kullanımları söz konusu olduğunda, optimum çözüme ulaşmak için çok sayıda laboratuvar testi gerektirebilir. Bu durum, proje sürelerini uzatmakta, maliyetleri artırmakta ve malzeme değişkenliklerini her zaman tam olarak yansıtamamaktadır. Ayrıca, inşaat sektörü, dijitalleşme ve yeni teknolojilerin benimsenmesi konusunda diğer birçok sektöre kıyasla daha yavaş bir ilerleme kaydetmektedir. Bu durum, verimlilik kısıtlamaları, iş gücü eksikliği ve bilgiye dayalı karar verme süreçlerindeki zorluklar gibi genel sorunları da beraberinde getirmektedir.

1.1. Yapay Zekâ (YZ) ve Makine Öğreniminin (MÖ) Genel Tanıtımı

Yapay zekâ (YZ), makinelerin öğrenme, akıl yürütme, problem çözme, algılama ve dil anlama gibi tipik olarak insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirmesini sağlayan geniş

bir alandır. Makine öğrenimi (MÖ) ise, YZ'nin önemli bir alt kümesi olarak, bilgisayar sistemlerinin açıkça programlanmadan, verilerden öğrenerek performanslarını zamanla iyileştirmelerini sağlayan algoritmalar ve istatistiksel modellerle ilgilenir. MÖ algoritmaları, büyük miktarda geçmiş veriyi analiz ederek örüntüleri tanır ve bu örüntüleri dayanarak tahminler ve kararlar üretir [1]. YZ, betonun davranışını daha iyi modellemek, özelliklerini daha doğru tahmin etmek ve karışım tasarımlarını optimize etmek için son derece uygun bir araçtır. Dolayısıyla, YZ/MÖ'nün beton teknolojisindeki artan popülaritesi ve uygulama alanı bulması, malzemenin doğasındaki zorluklara ve geleneksel yöntemlerin sınırlamalarına doğru bir yanıt olarak değerlendirilebilir.

The Use of Artificial Intelligence in Concrete Technology

Concrete is the most widely used construction material in the world, with an estimated annual production of over 10 billion tonnes globally, and this demand is expected to continue to grow in the coming years due to increasing population, ongoing industrialisation and rapid urbanisation. Despite its widespread use, concrete is a complex material by nature. It is well known that the different components (cement, aggregate, water, additives, etc.) and their proportions in the mixture significantly affect both the fresh and hardened properties of concrete.

Therefore, obtaining and verifying the desired concrete properties is a process that requires expertise.

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği, 2025

İnşaat sektörünün dijitalleşme konusundaki genel yavaşlığı, YZ/MÖ gibi veri yoğun teknolojilerin beton alanındaki potansiyelini tam olarak gerçekleştirmesinin önünde bir engel teşkil etmektedir. YZ/MÖ uygulamaları, başarılı bir şekilde hayata geçirilebilmek için büyük, kaliteli ve iyi yapılandırılmış veri setlerine, uygun dijital altyapıya ve veri odaklı bir çalışma kültürüne ihtiyaç duyar. Sektördeki dijitalleşme eksikliği ve verilerin genellikle dağınık bir şekilde tutulması, bu gereksinimlerin karşılanmasını zorlaştırarak YZ/MÖ'nün yaygınlaşmasını yavaşlatmaktadır. Buna rağmen, YZ/MÖ'nün sunduğu kanıtlanmış faydalar (örneğin, maliyet ve zaman tasarrufu, kalite artışı, daha iyi ve hızlı karar verme, kaynak optimizasyonu), sektörü dijitalleşmeye ve dolayısıyla YZ/MÖ'yü benimsemeye teşvik edici bir güç olabilir [1]. Bu teknolojilerin beton teknolojisindeki başarılı uygulamaları, inşaat sektörünün daha geniş çaplı dijital dönüşümü için bir katalizör görevi görebilir; ancak bu, sektörün mevcut kültürel, yapısal ve teknolojik engelleri aşma konusundaki istekliliğine ve çabasına bağlı olacaktır.



2. Beton Teknolojisinde Yapay Zekâ ve Makine Öğreniminin Temel Kavramları

Beton teknolojisinde yapay zekâ ve makine öğrenimi uygulamalarının anlaşılması, bu alandaki temel kavramların, kullanılan yöntemlerin ve süreçlerin bilinmesini gerektirir. Bu bölümde, yaygın YZ/MÖ algoritmaları, veri yönetiminin önemi ve model performansını değerlendirmede kullanılan metrikler ele alınacaktır.

Traditional concrete design and evaluation approaches often rely on experimental trial-and-error processes. These methods may require numerous laboratory tests to achieve the optimal solution, especially when dealing with new-generation concretes or alternative material uses. This situation extends project timelines, increases costs, and does not always fully reflect material variability. Additionally, the construction industry has made slower progress than many other sectors in terms of digitalisation and the adoption of new technologies. This situation also brings with it general issues such as efficiency constraints, labour shortages, and difficulties in knowledge-based decision-making processes.

2.1. Temel YZ/MÖ Algoritmaları ve Yaklaşımları

Beton teknolojisinde karşılaşılan problemlerin çözümünde çeşitli YZ/MÖ algoritmaları kullanılmaktadır. Bu algoritmalar, öğrenme biçimlerine göre temel olarak üç ana kategoriye ayrılabilir: 1) denetimli öğrenme, 2) denetimsiz öğrenme ve 3) pekiştirmeli öğrenme. Derin öğrenme ise bu kategoriler altında yer alabilen, özellikle karmaşık problemler için güçlü bir yaklaşım sunan bir alt alandır.

- **Denetimli Öğrenme:** Bu yaklaşımda, algoritma etiketli verilerle eğitilir; yani her bir girdi verisi için karşılık gelen doğru bir çıktı (etiket) bulunur [2]. Model, girdi ve çıktı arasındaki ilişkiyi öğrenerek yeni girdiler için doğru çıktıları tahmin etmeye çalışır. Beton teknolojisinde denetimli öğrenme, genellikle

iki tür problem için kullanılır:

- **Regresyon:** Çıktı değişkeninin sürekli bir sayısal değer olduğu durumlardır. Örneğin, beton karışım bileşenlerine (girdi) karşılık basınç dayanımının (çıktı) tahmin edilmesi bir regresyon problemidir. Yaygın regresyon algoritmaları arasında Lineer Regresyon, Destek Vektör Regresyonu (SVR), Karar Ağaçları Regresyonu, Rastgele Orman (Random Forest - RF) Regresyonu ve Yapay Sinir Ağları (Artificial Neural Networks - ANN) tabanlı regresyon modelleri bulunur [3].

- **Sınıflandırma:** Çıktı değişkeninin önceden tanımlanmış kategorilerden (sınıflardan) biri olduğu durumlardır. Örneğin, bir beton görüntüsünün «çatlaklı» veya «çatlaksız» olarak sınıflandırılması bir sınıflandırma problemidir [1]. Yaygın sınıflandırma algoritmaları arasında Lojistik Regresyon, Destek Vektör Makineleri (SVM), Karar Ağaçları, Rastgele Orman ve Naive Bayes sınıflandırıcıları yer alır.

- **Denetimsiz Öğrenme:** Bu yaklaşımda, algoritma etiketsiz verilerle çalışır ve verilerdeki gizli örüntüleri, yapıları veya ilişkileri kendi başına keşfetmeye çalışır [2]. Beton teknolojisinde, malzeme özelliklerine göre beton türlerini gruplamak veya veri setindeki boyut sayısını azaltarak enformasyonu korumak (boyut azaltma) gibi görevlerde kullanılabilir.

- **Pekiştirmeli Öğrenme:** Bu yaklaşımda, bir “ajan” belirli bir ortamda deneme-yanılma yoluyla en iyi eylemleri öğrenir [2]. Ajan, yaptığı her eylem için bir ödül veya ceza alır ve amacını (genellikle toplam ödülü maksimize etmek) gerçek-

leştirecek bir strateji geliştirmeye çalışır. Beton teknolojisinde henüz yaygın bir uygulama alanı bulamamış olsa da robotik kontrollü beton dökümü veya yapısal denetim rotalarının optimizasyonu gibi alanlarda potansiyel sunabilir.

• **Derin Öğrenme:** Derin öğrenme, çok sayıda katmana (derin mimarilere) sahip yapay sinir ağlarını kullanan bir makine öğrenimi alt alanıdır [4]. Bu katmanlar, verilerden hiyerarşik bir şekilde özellikler öğrenir; alt katmanlar basit özellikleri (örneğin, bir görüntüdeki kenarlar), üst katmanlar ise daha karmaşık ve soyut özellikleri (örneğin, bir görüntüdeki nesneler) öğrenir. Özellikle Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks - CNN'ler) görüntü tanıma, nesne tespiti ve görüntü sınıflandırma gibi görevlerde son derece başarılıdır ve beton çatlak tespiti gibi uygulamalarda yaygın olarak kullanılır [5]. Tekrarlayan Sinir Ağları (Recurrent Neural Networks - RNN'ler) ve Uzun Kısa Süreli Bellek (Long Short-Term Memory - LSTM) ağları ise zaman serisi verilerinin (örneğin, bir yapının zaman içindeki davranışı) analizi için uygundur.

Derin öğrenmenin yükselişi, özellikle görüntü tabanlı analizlerde (örneğin, beton yüzeylerindeki çatlakların tespiti ve sınıflandırılması) devrim niteliğinde gelişmelere yol açmıştır. CNN'ler gibi derin öğrenme modelleri, görüntü verilerinden karmaşık özellikleri otomatik olarak öğrenme yetenekleri sayesinde, bu tür görevlerde geleneksel görüntü işleme tekniklerine kıyasla genellikle çok daha yüksek doğruluk ve etkinlik göstermiştir [1], ancak bu güçlü modellerin içsel işleyiş mekanizmaları genellikle oldukça karmaşıktır ve kararlarını veya tahminlerini hangi faktörlere dayanarak verdikleri kolayca anlaşılamaz. Bu durum, "kara kutu" (black box) problemi olarak bilinir [6]. Sağlık, finans gibi kritik alanlarda olduğu gibi, yapıların güvenliği ve dayanıklılığının hayati önem taşıdığı inşaat ve beton teknolojisi sektöründe de model kararlarının şeffaflığı, anlaşılabilirliği ve güvenilirliği esastır. Bir modelin neden belirli bir basınç dayanımı değeri tahmin ettiği veya bir bölgeyi neden "çatlaklı" olarak işaretlediği anlaşılamazsa, bu modelin pratik uygulamalarda kabul görmesi ve mühendisler tarafından güvenle kullanılması zorlaşır. Bu durum, model tahminlerine olan güveni artırmak, potansiyel hataları ayıklamak ve model davranışını daha iyi anlamak için Açıklayabilir Yapay Zekâ (Explainable Artificial Intelligence - XAI) tekniklerinin geliştirilmesini ve uygulanmasını zorunlu kılmıştır. SHAP (SHapley Additive exPlanations) değerleri ve LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) gibi XAI yöntemleri, modelin belirli bir tahmin için hangi girdi özelliklerine ne kadar ağırlık verdiğini göstererek karar verme sürecine ışık tutmaya çalışır [3]. Dolayısıyla, derin öğrenmenin beton teknolojisindeki artan başarısı, beraberinde bu güçlü

araçları daha güvenilir, şeffaf ve kabul edilebilir kılmak için XAI araştırmalarına ve uygulamalarına yönelik güçlü bir itici güç oluşturmıştır.

2.2. Veri Toplama, Ön İşleme ve Özellik Mühendisliğinin Önemi

YZ/MÖ modellerinin performansı, büyük ölçüde kullanılan verinin hacmine, kalitesine ve uygunluğuna bağlıdır. Beton teknolojisi alanında, geçmiş laboratuvar deneylerinden, saha uygulamalarından, sensör verilerinden ve endüstriyel süreçlerden elde edilen büyük miktardaki tarihsel verinin, YZ/MÖ teknikleri kullanılarak maksimum fayda sağlayacak şekilde değerlendirilmesi büyük bir potansiyel taşımaktadır [1].

Makine öğreniminde veri analizi süreci genellikle birkaç temel adımdan oluşur [1,3]:

1. Veri Toplama: İlgili verilerin çeşitli kaynaklardan toplanması ve analiz platformuna aktarılması.

2. Veri Ön İşleme: Bu aşama, model performansını doğrudan etkileyen kritik adımları içerir:

• **Veri Temizleme:** Eksik değerlerin (missing values) doldurulması veya çıkarılması, gürültülü verilerin düzeltilmesi, tutarsızlıkların giderilmesi ve yinelenen kayıtların (duplicate entries) kaldırılması.

• **Aykırı Değerlerin Ele Alınması:** Veri setindeki genel dağılımdan önemli ölçüde sapan aykırı değerlerin tespit edilmesi ve uygun şekilde yönetilmesi (çıkarılması veya dönüştürülmesi). Interquartile Range (IQR) yöntemi, bu tür aykırı değerleri belirlemek için yaygın olarak kullanılır.

• **Veri Dönüşümü ve Ölçekleme:** Farklı ölçeklerdeki sayısal özelliklerin, belirli bir aralığa (örneğin, 0-1 normalizasyonu) veya standart bir dağılıma (örneğin, Z-skoru standardizasyonu) getirilmesi. Bu, bazı algoritmaların (özellikle mesafe tabanlı olanlar veya gradyan inişi kullananlar) daha iyi performans göstermesine yardımcı olur.

3. Özellik Mühendisliği: Ham verilerden, modelin öğrenme yeteneğini ve tahmin doğruluğunu artıracak yeni, anlamlı özelliklerin türetilmesi sürecidir. Beton teknolojisinde, örneğin, su miktarı ve çimento miktarından "su/çimento oranı" gibi daha bilgilendirici bir özellik türetmek, model performansını önemli ölçüde iyileştirebilir. Özellik seçimi (feature selection) de bu aşamanın bir parçası olup, en ilgili özelliklerin belirlenerek model karmaşıklığının azaltılmasına ve aşırı uymanın (overfitting) önlenmesine yardımcı olur.

4. Veri Bölme: Veri setinin genellikle eğitim (training), doğrulama (validation) ve test (testing) olmak üzere üç alt kümeye ayrılması. Model, eğitim seti üzerinde eğitilir, doğrulama seti üzerinde hiper parametre ayarları yapılır ve performansı

ayarlanır, son olarak test seti üzerinde modelin genelleme yeteneği ve nihai performansı değerlendirilir.

MÖ algoritmaları temelde “çöp girerse çöp çıkar” (garbage in, garbage out) prensibiyle çalışır. Eğer eğitim için kullanılan veri kümesinde önemli miktarda gürültü, tutarsızlık, eksiklik veya hata bulunuyorsa, model bu kusurlu verilerden yanlış örüntüler öğrenecek ve dolayısıyla yeni veriler üzerinde düşük performans gösterecektir. Bu nedenle, beton teknolojisinde YZ/MÖ uygulamalarının başarısı, sadece gelişmiş ve uygun algoritmalar seçmekle değil, aynı zamanda kullanılacak verinin kalitesini en üst düzeye çıkarmak için kapsamlı, dikkatli ve probleme özgü bir ön işleme süreci uygulamakla da yakından ilişkilidir. Bu adım, genellikle projenin zaman alıcı bir kısmı olmasına rağmen, güvenilir, sağlam ve pratikte kullanılabilir modeller oluşturma temel taşıdır.

2.3. Model Değerlendirme Metrikleri

Geliştirilen YZ/MÖ modellerinin performansını objektif bir şekilde değerlendirmek için çeşitli metrikler kullanılır. Bu metrikler, modelin türüne göre farklılık gösterir [3]. Regresyon modelleri için metrikler:

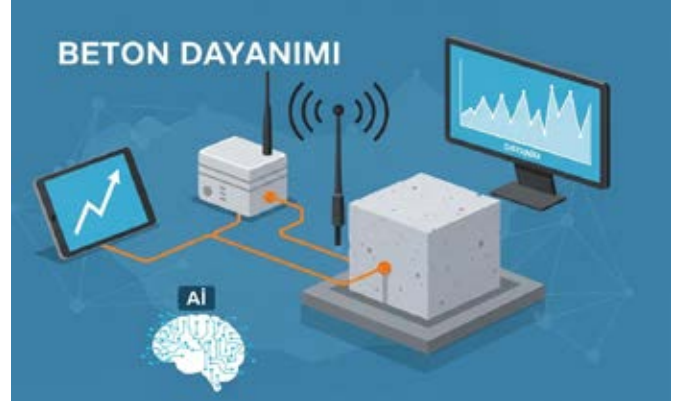
- **Belirlilik Katsayısı (Coefficient of Determination - R^2):** Modelin bağımlı değişkendeki varyansın ne kadarını açıklayabildiğini gösterir. 0 ile 1 arasında bir değer alır; 1'e yakın olması modelin veriye iyi uyduğunu gösterir.
- **Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error - MAE):** Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki mutlak farkların ortalamasıdır. Hatanın büyüklüğünü gösterir ve yorumlanması kolaydır.
- **Ortalama Karesel Hata (Mean Squared Error - MSE):** Tahmin edilen değerler ile gerçek değerler arasındaki farkların karelerinin ortalamasıdır. Büyük hatalara daha fazla ağırlık verir.
- **Kök Ortalama Karesel Hata (Root Mean Squared Error - RMSE):** MSE'nin kareköküdür ve MAE gibi hata büyüklüğünü orijinal birimde gösterir, ancak büyük hatalara daha duyarlıdır.

Bu metrikler, geliştirilen YZ/MÖ modellerinin güçlü ve zayıf yönlerini anlamak, farklı modelleri karşılaştırmak ve modelin pratik uygulamalar için yeterince iyi olup olmadığına karar vermek için hayati öneme sahiptir.

3. Beton Teknolojisinde YZ/MÖ Uygulama Alanları

Yapay zekâ ve makine öğrenimi, beton teknolojisinin hemen her aşamasında devrim yaratma potansiyeline sahip çok yönlü araçlar olarak ortaya çıkmaktadır. Karışım tasarımı-

nın optimizasyonundan yapıların ömür boyu performansının izlenmesine kadar geniş bir yelpazede uygulamalar geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu bölümde, YZ/MÖ'nün beton teknolojisindeki temel uygulama alanları detaylı bir şekilde incelenecektir.



3.1. Beton Karışım Tasarımı ve Optimizasyonu

Beton karışım tasarımı, istenen taze ve sertleşmiş özelliklere (örneğin, işlenebilirlik, dayanım, dayanıklılık) sahip betonu en ekonomik ve sürdürülebilir şekilde üretmek için bileşenlerin (çimento, su, agregalar, kimyasal ve mineral katkıları) uygun oranlarda seçilmesi sürecidir. Geleneksel yöntemler genellikle zaman alıcı deneme-yanılma testlerine dayanırken, YZ/MÖ bu süreci önemli ölçüde hızlandırabilir ve optimize edebilir.

• **Basınç Dayanımı ve Diğer Mekanik Özelliklerin Tahmini:** Betonun en kritik mekanik özelliklerinden biri olan basınç dayanımı, yapısal tasarımın temel bir parametresidir. YZ/MÖ modelleri, betonun karışım bileşenleri (çimento türü ve miktarı, su/bağlayıcı oranı, agrega türü ve granülometrisi, mineral ve kimyasal katkıların türü ve miktarı vb.) ve kür yaşı gibi temel girdilere dayanarak basınç dayanımını yüksek bir doğrulukla tahmin etmek için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [1]. Bu yetenek, yeni karışım tasarımlarının geliştirilmesi veya mevcut tasarımların doğrulanması için gereken zaman alıcı ve maliyetli laboratuvar testlerinin sayısını önemli ölçüde azaltır. Kullanılan YZ/MÖ modelleri arasında Yapay Sinir Ağları (ANN), Destek Vektör Makineleri/Regresyonu (SVM/SVR), Rastgele Orman (RF), Gradyan Artırma Makineleri (Gradient Boosting Machines - GBM, örneğin XGBoost, LightGBM, CatBoost), Karar Ağaçları ve Derin Sinir Ağları (DNN) gibi çeşitli algoritmalar bulunmaktadır [3].

• **Ultra Yüksek Performanslı Beton (UYPB) ve Yüksek Performanslı Beton (YPB) Geliştirilmesi:** UYPB ve YPB, geleneksel betona kıyasla üstün mekanik özellikler (çok yüksek basınç dayanımı, yüksek süneklik) ve dayanıklılık sergileyen

gelişmiş çimento bazlı kompozitlerdir, ancak bu betonların karışım tasarımı, çok sayıda bileşenin (özel çimentolar, ince reaktif tozlar, süperakışkanlaştırıcılar, lifler vb.) karmaşık ve birbirleriyle etkileşimli roller oynaması nedeniyle oldukça zordur. YZ/MÖ, bu karmaşık ilişkileri modelleyerek ve çok sayıda potansiyel karışım kombinasyonunu sanal ortamda değerlendirerek optimum karışım oranlarının bulunmasına ve yeni nesil UYPB/YPB formülasyonlarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır.

• Geri Dönüştürülmüş ve Alternatif Malzemelerin Kullanımı:

Sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi hedefleri doğrultusunda, beton üretiminde doğal kaynakların tüketimini azaltmak ve atık miktarını düşürmek amacıyla uçucu kül, yüksek fırın cürufu, silis dumanı gibi endüstriyel yan ürünlerin yanı sıra geri dönüştürülmüş inşaat ve yıkıntı atıklarından elde edilen agregalar (Recycled Concrete Aggregates - RCA), atık cam tozu (Ground Glass Powder - GGP), plastik atıklar ve hatta tarımsal atıklar gibi alternatif malzemelerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu malzemelerin özellikleri genellikle geleneksel malzemelere göre daha değişkendir ve beton performansına etkileri karmaşık olabilir. YZ/MÖ, bu alternatif ve geri dönüştürülmüş malzemelerin betonun taze ve sertleşmiş özelliklerine (dayanım, işlenebilirlik, dayanıklılık) etkilerini doğru bir şekilde tahmin ederek ve bu malzemeleri içeren optimum karışım oranlarını belirleyerek bu süreci büyük ölçüde kolaylaştırır ve hızlandırır.

3.2. Betonun Taze, Sertleşen ve Sertleşmiş Hâldeki Özelliklerinin Tahmini

YZ/MÖ teknikleri, betonun sadece nihai sertleşmiş hâldeki mekanik özelliklerini değil, aynı zamanda üretim ve kürlenme sürecindeki davranışlarını da kapsayacak şekilde, yaşam döngüsünün farklı aşamalarındaki özelliklerini modellemek ve tahmin etmek için de kullanılmaktadır [4]. Bu, betonun taze hâldeki özelliklerini (örneğin işlenebilirlik, priz süresi), sertleşme sürecindeki özelliklerini (örneğin hidrasyon ısı-ısı gelişimi, erken yaş dayanım kazanımı) ve nihai sertleşmiş hâldeki özelliklerini (örneğin basınç dayanımı, eğilme dayanımı, elastisite modülü, kuruma rötresi, sünme) içerir.

YZ/MÖ'nün beton özelliklerini taze hâlden sertleşmiş hâline ve hatta hizmet ömrüne kadar olan süreçte değerlendirme, modelleme ve tahmin etmede kabul edilebilir sonuçlar verdiğini ve bu sayede zaman ve maliyet tasarrufu sağladığını belirtmektedir [1]. Geleneksel yöntemler olan lineer regresyon veya ampirik formüller, betonun heterojen ve karmaşık bileşiminden kaynaklanan doğrusal olmayan ilişkileri yakalamada genellikle yetersiz kalmaktadır. Buna karşılık, Rastgele Orman (RF), XGBoost, Yapay Sinir Ağları (ANN) ve Gen İfade

Programlama (Gene Expression Programming - GEP) gibi YZ modelleri, tahmin doğruluğu, ölçeklenebilirlik ve farklı veri setlerine genelleme yapabilme yetenekleri açısından önemli gelişmeler sunmaktadır [7]. Bu modeller, betonun içsel değişkenliğini ve bileşenler arasındaki karmaşık etkileşimleri daha iyi temsil edebilir.

Özellikle betonun erken yaşlardaki dayanım kazanımı, inşaat süreçlerinin hızı ve güvenliği açısından kritik öneme sahiptir (örneğin, kalıp sökme zamanının belirlenmesi, yapıya erken yük uygulanması). Yenilikçi yaklaşımlar, gömülü sıcaklık sensörleri aracılığıyla betonun hidrasyon sürecini sürekli olarak izleyerek ve bu verileri özel olarak eğitilmiş YZ modelleriyle (örneğin, Derin Sinir Ağları - DNN) analiz ederek, erken yaş beton basınç dayanımını gerçek zamanlı ve yüksek doğrulukla tahmin edebilmektedir [8]. Bu tür sistemler, şantiyede daha hızlı ve bilinçli kararlar alınmasına olanak tanıyarak inşaat süreçlerini optimize eder.



3.3. Yapısal Sağlık İzlemesi (YSİ) ve Hasar Tespiti

Beton yapıların servis ömrü boyunca güvenli ve işlevsel kalmasını sağlamak için yapısal sağlıklarının düzenli olarak izlenmesi ve potansiyel hasarların erken bir aşamada tespit edilmesi hayati önem taşır. YZ/MÖ, bu alanda geleneksel denetim yöntemlerine kıyasla daha hızlı, daha doğru ve daha verimli çözümler sunmaktadır.

• **Çatlak Tespiti ve Sınıflandırılması (Görüntü İşleme, CNN'ler):** Beton yapılarda en sık rastlanan hasar türlerinden biri olan çatlakların tespiti ve değerlendirilmesi, yapısal bütünlüğün korunması için kritik bir adımdır. YZ/MÖ, özellikle derin öğrenme tabanlı CNN'ler, dijital kameralar, dronlar veya robotlar tarafından çekilen görüntülerden veya video akışlarından beton yüzeylerindeki çatlakları otomatik, hızlı ve yüksek bir doğrulukla tespit etmek, sınıflandırmak (örneğin, genişlik, uzunluk, tür) ve hatta ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır [9].

• **Robotik Denetim Sistemleri:** Büyük ve karmaşık beton

yapıların (köprüler, tüneller, binalar) denetimi, özellikle ulaşılması zor veya tehlikeli bölgeler içeriyorsa, geleneksel manuel yöntemlerle zaman alıcı, maliyetli ve riskli olabilir. YZ güdümlü otonom veya yarı otonom robotik sistemler, bu tür denetimleri otomatikleştirmek, hızlandırmak ve daha güvenli hâle getirmek için geliştirilmektedir [4]. Bu sistemler genellikle yüksek çözünürlüklü kameralar, LiDAR (Light Detection and Ranging) tarayıcılar ve diğer sensörlerle donatılmıştır. Topladıkları veriler (görüntüler, nokta bulutları), YZ algoritmaları tarafından işlenerek çatlaklar, dökümler, korozyon belirtileri gibi hasarlar tespit edilir ve yapının üç boyutlu bir modeli (dijital ikiz) oluşturulabilir.

Drexel Üniversitesi araştırmacılarının geliştirdiği bir sistem örnek olarak verilebilir [10]. Bu sistem, önce bilgisayarla görüş ve derin öğrenme algoritmalarını kullanarak potansiyel hasarlı bölgeleri belirlemekte, ardından bir robotik kol bu bölgeleri lazer tarayıcı ve LiDAR kamera ile detaylı bir şekilde tarayarak hasarın üç boyutlu bir modelini oluşturmaktadır. Bu sistemin, milimetrenin yüzde birinden daha küçük çatlakları bile hassas bir şekilde tespit edip boyutlandırabildiği rapor edilmiştir. Bu tür robotik sistemler, denetim iş yükünü azaltmanın yanı sıra, zaman içindeki hasar gelişimini izlemek için de değerli veriler sağlar.

• **Tahribatsız Muayene (NDT) Verilerinin Analizi:** Ultrasonik Atım Hızı (UPV), Yer Radarı (GPR), Akustik Emisyon (AE), Vurma-Yankı (Impact-Echo) ve Termal Görüntüleme gibi tahribatsız muayene (NDT) yöntemleri, betonun iç yapısını ve kusurlarını yüzeye zarar vermeden değerlendirmek için kullanılır, ancak bu yöntemlerden elde edilen ham verilerin (örneğin, dalga formları, radar gramlar, termal haritalar) yorumlanması genellikle karmaşıktır ve deneyimli uzmanlık gerektirir. YZ/MÖ algoritmaları, bu büyük ve karmaşık NDT veri setlerini analiz ederek, insan gözünün veya geleneksel analiz yöntemlerinin gözden kaçırabileceği gizli kusurları (iç çatlaklar, boşluklar, delaminasyonlar, donatı korozyonu) tespit etmede, anormallikleri ayırt etmede ve hasarın ciddiyetini değerlendirmede önemli bir rol oynayabilir [9]. YZ, UPV verilerini analiz ederek iç çatlakları veya boşlukları manuel yöntemlere göre daha yüksek bir hassasiyetle tespit edebilir; GPR sinyallerindeki örüntüleri tanımlayarak farklı anomalileri (örneğin, donatı, boşluk, nem) ayırt edebilir ve akustik emisyon sinyallerini sınıflandırarak gelişmekte olan çatlakların yerini ve ciddiyetini belirleyebilir [11]. Bu, NDT süreçlerini daha objektif, hızlı ve güvenilir hâle getirir.

3.4. Beton Dayanıklılığı ve Kalan Kullanım Ömrü Tahmini

Beton yapıların servis ömrü boyunca çeşitli çevresel etkilere (donma-çözülme, karbonatlaşma, klorür ve sülfat saldırısı,

alkali-silika reaksiyonu vb.) ve mekanik yüklere maruz kalması, zamanla özelliklerinde bozulmalara ve dayanıklılığının azalmasına yol açar. Bu bozulma süreçlerinin anlaşılması, yapıların dayanıklılığının değerlendirilmesi ve kalan faydalı kullanım ömrünün (Remaining Service Life - RSL) tahmin edilmesi, bakım ve onarım stratejilerinin planlanması, güvenlik risklerinin yönetilmesi ve ekonomik kayıpların önlenmesi açısından büyük önem taşır. YZ/MÖ, malzeme özellikleri, çevresel koşullar, yükleme geçmişi ve mevcut hasar durumu gibi çok sayıda faktörü dikkate alarak beton yapıların gelecekteki davranışlarını ve bozulma hızlarını modelleyebilir ve böylece dayanıklılık performansları ile RSL tahminlerini iyileştirebilir [12].

YZ güdümlü kestirimci bakım (predictive maintenance) yaklaşımları, yapıların ömrünü uzatma ve bakım maliyetlerini düşürme potansiyeline sahiptir. Akıllı beton yapılarda (örneğin, gömülü sensörlerle donatılmış yapılar) YZ güdümlü kestirimci bakım stratejilerinin uygulanmasının, yapıların kullanım ömrünü %20'ye kadar uzatabileceğini ve bakım maliyetlerini %15'e kadar azaltabileceğini göstermektedir [13]. Bu sistemler, sensörlerden gelen gerçek zamanlı verileri analiz ederek bozulma örüntülerini öğrenir, potansiyel arızaları veya hasarları önceden tahmin eder ve bakım faaliyetlerinin en uygun zamanda planlanmasını sağlar. Bu, sadece ekonomik fayda sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yapısal güvenliği artırır ve kaynakların daha verimli kullanılmasına olanak tanır.



3.5. Üretim Süreçlerinde Kalite Kontrol ve Verimlilik Artışı

Beton üretimi, ham maddelerin temininden karıştırılmasına, taşınmasından yerleştirilmesine ve kürlenmesine kadar birçok aşamayı içeren karmaşık bir süreçtir. Bu sürecin herhangi bir aşamasındaki değişkenlikler veya hatalar, nihai betonun kalitesini ve performansını olumsuz etkileyebilir. YZ/MÖ, beton üretim süreçlerinin çeşitli aşamalarında kalite kontrolünü otomatikleştirmek, tutarlılığı sağlamak, verimliliği artırmak

ve maliyetleri düşürmek için güçlü araçlar sunmaktadır [1].

Çimento üretiminde, YZ/MÖ, fırın operasyonlarını optimize ederek enerji tüketimini ve dolayısıyla CO₂ emisyonlarını azaltabilir, ham maddelerin daha verimli kullanılmasını sağlayabilir ve nihai ürünün kalite tutarlılığını artırabilir [14]. Hazır beton tesislerinde ve şantiyelerde YZ, karışım oranlarının gerçek zamanlı olarak ayarlanmasına (örneğin, gelen agregaların nem içeriğine veya ortam sıcaklığına göre), sevkiyat lojistiğinin optimize edilmesine ve müşteri deneyiminin iyileştirilmesine yardımcı olabilir [15]. Sıcaklık ve neme dayalı gerçek zamanlı karışım ayarlamaları, şantiyede reddedilen beton yüklerini önleyerek hem malzeme israfını hem de zaman kaybını azaltabilir.

Prekast beton üretim tesislerinde YZ, üretim hattındaki elemanların kalitesini (çatlak, dökülme, boyutsal uygunluk vb.) görüntü işleme ve sensör verilerini analiz ederek otomatik olarak kontrol edebilir, üretim programlarını ve kaynak tahsisini optimize ederek verimliliği artırabilir ve ekipman arızalarını önceden tahmin ederek plansız duruş sürelerini azaltabilir [16]. Bu tür uygulamalar, üretim süreçlerinde insan hatasını azaltır, ürün kalitesini standartlaştırır ve genel operasyonel mükemmelliğe katkıda bulunur.

3.6. Beton Kıvamının (Slamp) Yapay Zekâ ile Takibi

Betonun işlenebilirliğinin ve kalitesinin en önemli göstergelerinden biri olan kıvam, şantiyede başarılı bir döküm için kritik öneme sahiptir. Geleneksel çökme (slamp) deneyi, zaman alıcı olması, operatör becerisine bağlı sonuçlar vermesi ve sadece anlık bir ölçüm sunması gibi dezavantajlara sahiptir. Yapay zekâ destekli sensör teknolojileri ve görüntü işleme teknikleri, bu zorlukların üstesinden gelerek beton kıvamının transmikser içerisinde veya döküm sırasında sürekli, objektif ve gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak tanımaktadır.

Transmikser içine veya üzerine yerleştirilen çeşitli sensörlerden toplanan veriler, yapay zekâ algoritmalarıyla analiz edilerek betonun kıvamı, sıcaklığı, hacmi ve diğer reolojik özellikleri hakkında değerli bilgiler sağlar. Bu sistemler, beton şantiyeye ulaşmadan önce veya döküm sırasında kalitede sapma olması durumunda gerekli ayarlamaların (örneğin, kimyasal katkı ilavesi) yapılmasına imkân tanır. Bu proaktif yaklaşım, beton kalitesinde tutarlılık ve güvenilirlik sağlayarak, geleneksel yöntemlerin reaktif doğasının önüne geçer.

Hidrolik Basınç, Tork ve Devir (RPM) Bazlı Sistemler

Bu sistemlerin temel prensibi, transmikser tamburunu döndürmek için gereken mekanik gücün, içindeki betonun reolojik özellikleriyle (özellikle akma gerilmesi ve plastik viskozitesi) doğrudan ilişkili olmasına dayanır. Betonun kıvamı değiştiğinde, yani daha akışkan veya daha katı hâle geldikçe,

tamburu belirli bir hızda (RPM) döndürmek için gereken hidrolik basınç (hidrolik motorlarda) veya elektrik motor torku da değişir. Bu sensörler, mevcut transmikser sistemlerine nispeten kolay entegre edilebilir olmaları ve betonun reolojik özelliklerindeki değişimlere karşı duyarlı olmaları nedeniyle dikkat çekmektedir.

Toplanan hidrolik basınç, motor torku ve tambur devir hızı (RPM) verileri, yapay zekâ (özellikle makine öğrenmesi) modelleri için girdi olarak kullanılır. Bu modeller, sensör verileri ile laboratuvar veya sahada standart yöntemlerle (örn, çökme deneyi) ölçülen kıvam değerleri arasındaki karmaşık ve genellikle doğrusal olmayan korelasyonları öğrenir. Yeterli miktarda ve çeşitlilikte veri ile eğitildikten sonra, bu modeller yeni sensör verilerinden yola çıkarak betonun anlık kıvam değerini yüksek bir doğrulukla tahmin edebilir.

Akustik Sensörler ve Ses Analizi ile Kıvam Belirleme

Akustik sensörler, betonun karıştırılması ve transmikser tamburu içinde hareket etmesi sırasında oluşan sesleri ve titreşimleri algılayarak kıvam hakkında bilgi toplar. Bu sensörler, genellikle piezoelektrik malzemelerden (örn: PVDF yamaları, PZT seramikleri) yapılmış olup, tamburun iç veya dış duvarına monte edilebilir. Temel fikir, betonun kıvamındaki değişikliklerin (örneğin, düşük slump değerine sahip katı bir betonun tambur içinde “topaklanarak” düşmesi ile yüksek slump değerine sahip akışkan bir betonun daha “yumuşak” ve sürekli bir ses çıkarması) farklı akustik imzalar yaratacağıdır [17]. Akustik sensörler, betonun iç yapısındaki ve akış davranışındaki bu ince değişikliklere karşı hassas olabilir ve invaziv olmayan (betona doğrudan temas etmeyen) bir ölçüm yöntemi sunabilir.

Toplanan ham akustik sinyaller genellikle karmaşık ve gürültülüdür. Yapay zekâ, özellikle makine öğrenmesi ve sinyal işleme teknikleri, bu verilerden anlamlı örüntüleri çıkarmak için kullanılır. AI algoritmaları, farklı kıvam değerleriyle ilişkilendirilmiş akustik veri setleri üzerinde eğitilerek, belirli ses frekansları, genlikleri veya zaman içindeki değişim örüntüleri ile beton kıvamı arasında bir bağlantı kurar [18]. Bu eğitim süreci tamamlandıktan sonra, sistem yeni akustik verileri analiz ederek betonun anlık kıvam değerini tahmin edebilir. Akustik AI, sadece kıvam tahmini yapmakla kalmayıp, aynı zamanda ses verisi eşleştirme, analiz ve akustik teşhis yoluyla karıştırma ekipmanlarındaki potansiyel sorunları (örneğin, yatak aşınması) belirlemeye de yardımcı olabilir [19].

Viskozite Sensörleri ile Sürekli Kıvam İzleme

Betonun viskozitesi, işlenebilirliği ve dolayısıyla kıvam değeri ile yakından ilişkilidir. Viskozite, bir akışkanın akmaya karşı gösterdiği iç direncin bir ölçüsüdür. Inline (hat içi) viskozite sensörleri, transmikser tamburu içindeki beton karışımının

viskozitesini ve bazen de yoğunluğunu sürekli ve gerçek zamanlı olarak ölçmek için tasarlanmıştır [20]. Bu sensörler, genellikle betonla doğrudan temas hâlinde çalışır. Viskozite, betonun akış davranışını belirleyen temel bir reolojik özellik olduğu için, sürekli viskozite izleme, kıvamdaki en ufak değişikliklerin bile anında tespit edilmesini sağlar.

Gerçek zamanlı olarak toplanan viskozite, yoğunluk ve sıcaklık verileri, bir yapay zekâ modeline girdi olarak verilebilir. Bu AI modeli, bu sensör verileri ile bilinen slump değerleri veya işlenebilirlik parametreleri arasındaki ilişkiyi öğrenerek, anlık kıvam tahminleri yapabilir. Geçmiş verilere dayalı olarak bir “beklenen süreç zarfı” (expected process envelope) oluşturularak, karıştırma veya taşıma sırasında viskozite gelişiminin normal sınırlar içinde olup olmadığı sürekli olarak izlenebilir. Herhangi bir sapma durumunda, AI sistemi operatörü uyarabilir veya otomatik olarak düzeltici eylemler (örneğin, katkı maddesi dozajının ayarlanması) önerebilir [20]. Yapay zekâ, bu viskozite verilerini karışım tasarımı detayları, kullanılan katkı maddeleri ve ortam koşulları gibi diğer ilgili parametrelerle birleştirerek daha doğru ve kapsamlı tahminler yapma potansiyeline sahiptir.

Görüntü İşleme ve Bilgisayarlı Görü ile Kıvam Tahmini

Bu yaklaşımda, transmikserin içine veya betonun döküldüğü noktaya (örneğin, boşaltma oluğu) yerleştirilen kameralar kullanılır. Bu kameralar, standart RGB (renkli) kameralar olabileceği gibi, derinlik bilgisi de sağlayan RGB-D kameralar da olabilir. Kameralar, betonun yüzey görünümünü, akışkanlığını, yığılma şeklini ve karıştırma sırasındaki hareketlerini sürekli olarak kaydeder. Görüntü işleme teknikleri, betonun fiziksel görünümündeki ve davranışındaki bu ince değişiklikleri doğrudan yakalayarak kıvamı hakkında değerli ve kantitatif bilgiler sunar [21].

Toplanan görüntüler, yapay zekâ, özellikle de derin öğrenme algoritmaları (en yaygın olarak CNN'ler) ve görüntü tanıma teknolojileri tarafından analiz edilir. Bu AI sistemleri, geniş bir görüntü veri seti (farklı kıvamlardaki betonların görüntüleri) ve bu görüntülere karşılık gelen doğrulanmış slump ölçümleri (etiketler) kullanılarak eğitilir. Eğitim süreci sonunda AI modeli, betonun yoğurma veya akma sırasındaki görsel desenleri ile slump değeri arasında bir ilişki kurmayı öğrenir. Daha sonra, sistem yeni ve daha önce görmediği beton görüntülerini analiz ederek slump değerini gerçek zamanlı olarak tahmin edebilir [21]. RGB-D (derinlik sensörlü) kameralardan elde edilen veriler, sadece renk bilgisi (RGB) içeren standart kamera görüntülerine kıyasla daha iyi performans gösterebilir. Bunun nedeni, derinlik bilgisinin betonun yığılma geometrisi, yüzey pürüzlülüğü ve akış profili hakkında ek

ve değerli üç boyutlu veriler sağlamasıdır [22].

3.7. Hazır Beton Nakliyesinde Yapay Zekâ Uygulamaları

Hazır betonun kalitesi, üretim tesisinden şantiyeye kadar olan nakliye sürecinin etkinliğine büyük ölçüde bağlıdır. Bu süreçte karşılaşılan zorluklar, yapay zekâ tabanlı çözümlerle önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Yapay zekâ, lojistik optimizasyonundan filo yönetimine kadar geniş bir yelpazede uygulanarak hem maliyetleri düşürmekte hem de operasyonel verimliliği artırmaktadır.

Lojistik Optimizasyonu ve Akıllı Rota Planlama

Hazır beton gibi zaman açısından son derece hassas bir ürünün taşınmasında lojistik optimizasyonu hayati önem taşır. Betonun üretiminden itibaren yaklaşık 2 saatlik bir kullanım ömrü olduğu göz önüne alındığında, en kısa ve en verimli rotanın seçilmesi, betonun kalitesini korumak ve israfı önlemek için kritik bir faktördür.

• **Dinamik Rota Optimizasyonu:** Yapay zekâ algoritmaları, bu ihtiyaca cevap vermek üzere geliştirilmiştir. Bu algoritmalar, trafik yoğunluğu, hava durumu tahminleri, yol yapım çalışmaları veya ani yol kapanmaları gibi çok sayıda gerçek zamanlı veriyi analiz ederek teslimat rotalarını anlık olarak ve sürekli bir şekilde ayarlar. Bu dinamik yaklaşım, yakıt tüketimini minimize eder, teslimat sürelerini optimize eder ve beklenmedik operasyonel kesintilerin önüne geçer. Böylece, betonun şantiyeye optimum sürede ve kalitede ulaşması sağlanır, bu da reddedilen yükleri ve kalite sorunlarını azaltır. Bu durum, yapay zekânın lojistik verimliliğinin ötesinde, doğrudan ürün kalitesine ve dolayısıyla müşteri memnuniyetine etki ettiğini göstermektedir.

• **Gerçek Zamanlı Veri Analizi:** Akıllı rota planlamasının temelini, GPS teknolojisi, trafik yönetim sistemleri ve araçlara entegre edilmiş sensörlerden elde edilen verilerin yapay zekâ tarafından anlık olarak işlenmesi oluşturur. Bu sürekli veri akışı, sürücülerin her zaman en uygun rotayı takip etmelerini ve olası gecikmelere karşı proaktif bir şekilde adapte olmalarını sağlar. Şantiyelerdeki bekleme süreleri, trafik sıklığı gibi faktörler betonun kalitesini olumsuz etkileyebileceğinden, gerçek zamanlı veri analizi bu tür durumların önceden tespit edilip gerekli önlemlerin alınmasına olanak tanır.

• **Rota Optimizasyonunda Dikkate Alınan Faktörler:** Yapay zekâ destekli rota optimizasyon sistemleri, sadece mesafeyi değil, aynı zamanda transmikserlerin büyük boyutları ve sınırlı manevra kabiliyetleri için önemli olan dar dönüşler, karmaşık kavşaklar, en uygun veya en yakın sürücünün atanması, anlık trafik durumu ve şantiyeye kolay erişim gibi birçok faktörü göz önünde bulundurur. Bu detaylı analiz hem zaman kaybını önler hem de kaza riskini azaltır.



Transmikser Filo Yönetimi ve Gerçek Zamanlı İzleme

Hazır beton lojistiğinde verimliliğin bir diğer önemli unsuru da transmikser filosunun etkin yönetimidir. Yapay zekâ ve Nesnelerin İnterneti (IoT) teknolojileri, bu alanda da önemli iyileştirmeler sunmaktadır.

- **Araç Takibi ve Durum İzleme:** IoT entegrasyonu sayesinde, transmikserlerin konumu, hızı, anlık yakıt tüketimi, tambur dönüş hızı ve yönü gibi kritik operasyonel veriler gerçek zamanlı olarak izlenebilir. Bu sürekli veri akışı, filo yöneticilerine operasyonlar hakkında anlık ve kapsamlı bir görünüm sunarak proaktif karar almalarını sağlar. Gerçek zamanlı izleme, araç arızası, yanlış tambur hızı gibi olası sorunların anında tespit edilip müdahale edilmesini mümkün kılar, böylece beton kalitesi korunur ve operasyonel aksamalar minimuma indirilir.

- **Öngörücü Bakım:** Transmikserlerden toplanan sensör verileri (motor sıcaklığı, hidrolik basınç, titreşim vb.), makine öğrenmesi modelleri tarafından analiz edilerek potansiyel arızaların henüz oluşmadan önce tahmin edilmesi mümkündür. Bu öngörücü bakım yaklaşımı, plansız duruş sürelerini ve buna bağlı bakım maliyetlerini önemli ölçüde azaltırken, aynı zamanda ekipmanın genel ömrünü uzatır. Transmikser arızalarının beton teslimatlarında ciddi gecikmelere ve mali kayıplara yol açabileceği düşünüldüğünde, öngörücü bakımın önemi daha da artmaktadır.

- **Kaynak Atama ve Optimizasyonu:** Yapay zekâ, gelen siparişlere ve şantiye taleplerine göre en uygun aracın ve sürücünün otomatik olarak atanmasını, taşınacak beton miktarının optimize edilmesini ve araçların boş dönüşlerinin azaltılmasını sağlar. Örneğin, ThroughPut AI gibi platformlar, seyahat süreleri, dönüş yolculukları, şantiye içi bekleme süreleri ve müşteri geri arama oranları gibi verileri analiz ederek kamyon sevklerini en yakın ve en uygun üretim tesisine yönlendirme, dönüş sürelerini kısaltma ve hatta yüksek hacimli müşterilere daha yakın yeni tesis lokasyonları belirleme gibi stratejik iyileştirmeler sunabilir. Transmikser

filo yönetiminde yapay zekâ kullanımı, sadece tekil araçların verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin esnekliğini ve dayanıklılığını da artırır. Öngörücü bakım sayesinde araçların genel kullanılabilirliğinin artması ve yapay zekâ destekli kaynak atama ile doğru sayıda aracın doğru zamanda doğru yerde bulunması, özellikle ani talep dalgalanmaları veya beklenmedik olaylar (örneğin bir aracın arızalanması) karşısında sistemin daha hızlı ve etkili bir şekilde yanıt verme kapasitesini geliştirir. Gerçek zamanlı izleme ile operasyonel darboğazların hızla tespit edilip çözülmesi, bireysel varlıkların optimizasyonunun ötesinde, tüm sistemin değişen koşullara adaptasyon yeteneğini ve genel direncini artırır.

Otonom Transmikserler: Geleceğe Yönelik Bir Adım

Hazır beton taşımacılığının geleceğinde otonom transmikserler önemli bir yer tutma potansiyeline sahiptir. Otonom kamyon teknolojileri, entegre sensörler (LiDAR, radar, kameralar) ve gelişmiş yapay zekâ algoritmaları kullanarak yollarda insan müdahalesi olmadan gezinme ve sürüş kararları alma yeteneğine sahiptir. Henüz tam otonomi yaygın olarak kullanılsa da adaptif hız sabitleyici, şerit takip asistanı ve çarpışma önleme sistemleri gibi yarı otonom özellikler günümüz kamyonlarında giderek daha fazla yer bulmaktadır.

- Otonom transmikserlerin yaygınlaşması, birçok önemli faydayı beraberinde getirebilir. Bunların başında artan güvenlik gelmektedir; insan hatası, özellikle yorgunluk kaynaklı kazalar, otonom sistemlerle önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca, otonom araçlar dinlenme molası ihtiyacı duymadan 7/24 operasyon yapabilme potansiyeline sahip olduklarından, teslimat süreleri kısalabilir ve operasyonel verimlilik artabilir. Yakıt tüketiminin optimizasyonu sayesinde işletme maliyetleri düşebilir ve elektrikli veya hibrit motorlarla entegrasyonları sayesinde çevresel sürdürülebilirlik de artırılabilir. Bu teknolojiler, aynı zamanda nitelikli sürücü bulma zorluğunun yaşandığı bölgelerde iş gücü eksikliklerinin giderilmesine de katkı sağlayabilir.

- Otonom transmikser teknolojisinin önünde bazı engeller de bulunmaktadır. Bunların başında karmaşık ve henüz tam olarak oturmamış yasal düzenleyici çerçeveler, teknolojinin kamuoyu tarafından kabul görmesi ve özellikle yüksek başlangıç yatırım maliyetleri gelmektedir. Ayrıca, şantiyelerin dinamik ve genellikle zorlu ortamları, otonom araçların navigasyonu için ek zorluklar yaratabilir.

YZ/MÖ'nün beton teknolojisinin bu farklı uygulama alanlarındaki başarısı, büyük ölçüde farklı veri türlerini (sayısal karışım oranları, test sonuçları, görüntüsel çatlak fotoğrafları, mikro-yapı görüntüleri; sensör verileri olan sıcaklık, nem, akustik

emisyon, titreşim verileri vb.) etkin bir şekilde işleyebilme ve bu çeşitli verilerden anlamlı örüntüler ve ilişkiler çıkarabilme yeteneğine dayanmaktadır. Karışım optimizasyonu genellikle sayısal verilere dayanırken, yapısal sağlık izlemesi ve çatlak tespiti büyük ölçüde görüntü ve sensör verilerine dayanır. Sürdürülebilirlik analizleri ise malzeme özellikleri, çevresel etki metrikleri (örneğin, gömülü karbon, enerji tüketimi) ve maliyet verileri gibi farklı kaynaklardan gelen bilgileri birleştirir. Regresyon modelleri, CNN'ler, Gradyan Artırma Ağaçları (GBT'ler) gibi çeşitli YZ/MÖ algoritmaları, bu farklı veri türlerini işlemek ve bunlardan değerli bilgiler (tahminler, sınıflandırmalar, optimizasyon stratejileri) çıkarmak için özel olarak tasarlanmıştır veya mevcut problemlere uyarlanabilir. Bu durum, YZ/MÖ'nün beton teknolojisi alanındaki çok yönlülüğünü ve geniş uygulama potansiyelini açıkça ortaya koymaktadır.

Günümüzün en önemli küresel sorunlarından biri olan sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi hedefleri, YZ/MÖ'nün beton teknolojisindeki rolünü sadece bir performans veya maliyet optimizasyon aracı olmaktan çıkarıp, çevresel sorumluluk ve kaynak verimliliği için stratejik bir gereklilik hâline getirmektedir. Beton endüstrisinin yüksek CO₂ emisyonları ve doğal kaynak tüketimi nedeniyle önemli bir çevresel etkiye sahip olduğu bilinmektedir. Sürdürülebilirlik hedefleri, atıkların en aza indirilmesini, geri dönüştürülmüş ve alternatif malzemelerin maksimum düzeyde kullanılmasını ve betonun karbon ayak izinin önemli ölçüde düşürülmesini gerektirir. Bu hedeflere ulaşmak, geleneksel yöntemlerle yönetilmesi son derece karmaşık ve zaman alıcı olabilen çok sayıda değişkenin (malzeme özellikleri, karışım oranları, performans gereksinimleri, üretim maliyeti, çevresel etki vb.) eş zamanlı olarak optimize edilmesini gerektirir. YZ/MÖ, bu tür çok amaçlı optimizasyon problemlerini çözmede, yenilikçi, çevre dostu ve aynı zamanda yüksek performanslı beton formülasyonları geliştirmede üstün bir yetenek sergilemektedir. Dolayısıyla, YZ/MÖ, beton endüstrisinin karşı karşıya olduğu bu kritik sürdürülebilirlik zorluklarına etkili yanıtlar vermesinde merkezi bir rol oynamaktadır. Bu teknolojiler, sadece daha iyi performanslı beton üretmekle kalmaz, aynı zamanda bu betonun gezegenimiz için daha sorumlu ve sürdürülebilir bir şekilde üretilmesine de olanak tanır. Bu durum, YZ/MÖ'nün beton teknolojisinde benimsenmesi ve yaygınlaştırılması için güçlü bir etik ve ekonomik gerekçe sunmaktadır.

5. Karşılaşılan Zorluklar ve Sınırlamalar

Yapay zekâ ve makine öğreniminin beton teknolojisine sunduğu muazzam potansiyele rağmen, bu teknolojilerin yaygın ve sorunsuz bir şekilde benimsenmesinin önünde önemli zor-

luklar ve sınırlamalar bulunmaktadır. Bu engellerin anlaşılması, gelecekteki araştırma ve geliştirme çabalarının doğru yönlendirilmesi ve pratik çözümler üretilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

• **Veri Erişimi, Kalitesi ve Miktarı:** YZ/MÖ modellerinin eğitimi ve doğrulanması için en temel gereksinim, büyük hacimli, çeşitli ve yüksek kaliteli veri setleridir, ancak inşaat sektörü genelinde ve özel olarak beton teknolojisi alanında, veri toplama, standartlaştırma ve paylaşma kültürü henüz tam anlamıyla gelişmemiştir. Mevcut veri setleri genellikle dağınık, sınırlı sayıda örnek barındıran, gürültülü (hatalı veya eksik ölçümler içeren), tutarsız (farklı test standartları veya koşulları altında elde edilmiş) veya sadece belirli malzeme türleri ya da coğrafi bölgelere özgü olmaktadır. Bu durum, geliştirilen modellerin genelleme yeteneğini (yani, eğitildikleri veri seti dışındaki yeni ve farklı verilere doğru tahmin yapabilme kapasitesini) ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Veri temizleme ve aykırı değerlerin yönetimi gibi ön işleme adımları model performansını iyileştirmek için hayati öneme sahiptir, ancak bu adımlar her zaman veri setindeki tüm temel sorunları çözmek için yeterli olmayabilir. Özellikle, yenilikçi beton katkı malzemeleri, geri dönüştürülmüş agregalar veya özel beton türleri (örneğin, geopolimer beton, kendiliğinden iyileşen beton) gibi konularda kapsamlı ve güvenilir deneysel veri bulmak oldukça zor olabilmektedir. Veri ile ilgili bu zorluklar, sadece model performansını değil, aynı zamanda YZ/MÖ'nün beton teknolojisindeki adalet, tarafsızlık ve etik kullanımını da doğrudan etkileyen temel bir sorundur. YZ/MÖ modelleri, eğitildikleri verilerdeki mevcut yanlılıkları (bias) öğrenebilir ve bu yanlılıkları tahminlerine veya kararlarına yansıtabilir [24]. Eğer mevcut veri setleri belirli malzeme türlerini, üretim pratiklerini veya çevresel koşulları aşırı temsil ediyor veya tam tersine yetersiz temsil ediyorsa, geliştirilen modeller bu dengesizlikleri yansıtarak adil olmayan veya hatalı sonuçlar üretebilir. Örneğin, sadece belirli bir bölgeden toplanan agrega ve çimento verileriyle eğitilmiş bir beton dayanım tahmin modeli, farklı bir coğrafi bölgedeki malzemeler veya iklim koşulları için doğru ve güvenilir tahminler yapamayabilir; bu da kaynakların yanlış yönlendirilmesine, gereksiz maliyetlere veya hatta güvenlik risklerine yol açabilir. Bu nedenle, veri kalitesi ve çeşitliliğinin sağlanması, potansiyel yanlılıkların tespit edilip azaltılması için kritik öneme sahiptir. Beton teknolojisinde YZ/MÖ uygulamalarında veri sorunları, sadece teknik bir performans meselesi olmanın ötesinde, derin etik ve adalet boyutlarını da içermektedir. Kapsayıcı, temsili ve yüksek kaliteli veri setleri oluşturmak, YZ/MÖ'nün beton endüstrisinde sorumlu, güvenilir ve faydalı bir şekilde kullanılmasının vazgeçilmez bir ön koşuludur.

• **Model Yorumlanabilirliği ve Açıklanabilir YZ (XAI)**

İhtiyacı: Birçok gelişmiş YZ/MÖ modeli, özellikle Derin Sinir Ağları (DNN'ler) ve karmaşık topluluk modelleri (ensemble models), genellikle "kara kutu" (black box) olarak nitelendirilir. Bu, modellerin son derece doğru tahminler yapabilmesine rağmen, bu tahminlere veya kararlara nasıl ulaştıklarının, yani içsel karar verme mekanizmalarının insanlar tarafından kolayca anlaşılabilmesi anlamına gelir. Bu durum, özellikle yapısal güvenlik ve dayanıklılığın hayati önem taşıdığı inşaat ve beton teknolojisi sektöründe ciddi bir endişe kaynağıdır [25]. Eğer bir mühendis, bir YZ modelinin neden belirli bir beton karışımını önerdiğini, bir yapıda neden bir hasar riski öngördüğünü veya bir malzemenin neden belirli bir performansı sergileyeceğini tahmin ettiğini anlayamazsa, o modele güvenmesi ve kritik kararlarını bu tahminlere dayandırması beklenemez. Bu güvensizlik, YZ/MÖ teknolojilerinin endüstriyel ölçekte benimsenmesini ve pratik uygulamalarda yaygınlaşmasını yavaşlatan önemli bir faktördür. YZ/MÖ'nün "kara kutu" doğası ile inşaat endüstrisinin doğası gereği riskten kaçınan ve muhafazakâr yapısı arasındaki bu etkileşim, teknoloji transferini ve pratik uygulamayı yavaşlatan bir tür kısır döngü yaratma potansiyeline sahiptir. Açıklanabilir Yapay Zekâ (Explainable Artificial Intelligence - XAI) teknikleri, bu döngüyü kırmak için kritik bir anahtar sunmaktadır. SHAP (SHapley Additive exPlanations), LIME (Local Interpretable Model-agnostic Explanations) gibi XAI yöntemleri, modelin belirli bir tahmin için hangi girdi özelliklerine ne kadar önem verdiğini, bu özelliklerin tahmini ne yönde etkilediğini ve özellikler arasındaki potansiyel etkileşimleri ortaya koyarak model kararlarını daha şeffaf ve anlaşılır hale getirmeye yardımcı olabilir, ancak XAI tekniklerinin kendileri de hâlâ gelişim aşamasındadır ve özellikle çok karmaşık modeller için tam bir açıklanabilirlik sağlamak zor olabilir. Bu alanda daha fazla araştırmaya ve kullanıcı dostu XAI araçlarının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Model şeffaflığı (XAI aracılığıyla) artırılmadıkça, endüstrinin YZ/MÖ'ye olan güvensizliği devam edecek ve bu da veri toplama, yatırım yapma ve uzman yetiştirme gibi diğer önemli gelişim alanlarını olumsuz etkileyerek teknolojinin yaygınlaşmasını engelleyecektir. Bu nedenle XAI, sadece teknik bir iyileştirme değil, aynı zamanda YZ/MÖ ile endüstri arasında bir güven köprüsü kuran sosyo-teknik bir gerekliliktir.

• **Endüstrinin YZ/MÖ Teknolojilerini Benimseme Hızı ve**

Direnç: İnşaat sektörü, geleneksel olarak dijitalleşme ve yeni teknolojileri benimseme konusunda diğer sektörlerle kıyasla daha muhafazakâr ve yavaş bir tutum sergilemektedir. Bu durumun altında yatan birçok neden bulunmaktadır:

Projelerin yüksek risk ve maliyet içermesi nedeniyle denenmiş ve test edilmiş yöntemlere olan güçlü bağlılık, her projenin kendine özgü ve değişken olması nedeniyle standart çözümlerin uygulanmasındaki zorluklar, sektörün proje bazlı ve genellikle parçalı bir yapıya sahip olması (farklı paydaşların farklı aşamalarda sorumluluk alması), ve veri paylaşımına yönelik genel bir isteksizlik gibi kültürel ve yapısal engeller, YZ/MÖ gibi yenilikçi teknolojilerin yaygınlaşmasını zorlaştırmaktadır. Bu direncin kırılması, teknolojinin faydalarının somut bir şekilde gösterilmesi, başarılı uygulama örneklerinin yaygınlaştırılması ve endüstri profesyonellerine yönelik eğitim ve farkındalık programlarının artırılması ile mümkün olabilir.

• **Yüksek Başlangıç Maliyetleri ve Uzman Personel**

İhtiyacı: YZ/MÖ sistemlerinin geliştirilmesi, uygulanması ve sürdürülebilir bir şekilde bakımı; uygun veri toplama altyapısının kurulması, gelişmiş yazılımların ve donanımların tedarik edilmesi ve en önemlisi bu sistemleri tasarlayacak, eğitecek, yönetecek ve yorumlayacak yetenekli veri bilimcileri, YZ uzmanları ve saha bilgisine sahip mühendisler gibi kalifiye personel istihdamını gerektirir. Tüm bunlar, özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler için önemli bir engel teşkil edebilecek yüksek başlangıç maliyetleri anlamına gelmektedir. Ayrıca hem inşaat sektöründe hem de genel olarak YZ/MÖ alanında yetenekli uzman açığı bulunmaktadır, bu da uygun personeli bulmayı ve elde tutmayı zorlaştırmaktadır.

• **Standardizasyon ve Regülasyon Eksikliği:**

Beton teknolojisinde YZ/MÖ uygulamaları için henüz tam olarak oluşturulmuş standartlaştırılmış veri formatları, test protokolleri, model doğrulama prosedürleri ve performans değerlendirme yönergeleri bulunmamaktadır. Bu durum, farklı araştırmacılar veya kurumlar tarafından geliştirilen modellerin ve elde edilen sonuçların birbirleriyle karşılaştırılmasını, doğrulanmasını ve genelleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Mevcut tahribatsız muayene (NDT) standartları (örneğin, ASTM, ACI, EN, ISO tarafından yayımlananlar) da henüz YZ/MÖ tekniklerinin entegrasyonunu ve bu tekniklerle elde edilen sonuçların nasıl yorumlanacağını tam olarak ele almamaktadır. Bu belirsizlikler, teknolojinin endüstriyel kabulünü ve güvenilirliğini olumsuz etkileyebilir.

• **Teknik Sınırlamalar ve Aşırı Uyma (Overfitting) Riski:**

YZ/MÖ modelleri, özellikle eğitim için kullanılan veri seti sınırlı, gürültülü veya belirli bir problemi tam olarak temsil etmiyorsa, "aşırı uyma" (overfitting) riskine yatkındır. Aşırı uyma, modelin eğitim verilerindeki örüntüleri ve gürültüyü ezberlemesi, ancak yeni ve daha önce görmediği veriler üzerinde düşük tahmin performansı sergilemesi durumudur.

Bu, modelin gerçek dünya uygulamalarında güvenilir olmamasına yol açar. Ayrıca, laboratuvar koşullarında belirli bir malzeme seti ve test prosedürü ile geliştirilen bir modelin, farklı malzeme kaynakları, farklı çevresel koşullar (sıcaklık, nem), farklı inşaat pratikleri veya farklı yapı tipleri arasında genelleştirilmesi, yani benzer bir doğrulukla çalışması genellikle zordur. Bu genelleme sorunu, YZ/MÖ modellerinin pratik değerini sınırlayan önemli bir teknik engeldir.

6. Sonuç

Bu rapor, beton teknolojisi alanında yapay zekâ (YZ) ve makine öğreniminin (MÖ) artan rolünü, mevcut uygulamalarını, karşılaşılan zorlukları ve gelecekteki potansiyelini kapsamlı bir şekilde incelemiştir. Elde edilen bulgular, YZ/MÖ'nün beton endüstrisinde önemli dönüşümler yaratma kapasitesine sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

- YZ/MÖ teknikleri, beton karışım tasarımının optimizasyonu, taze ve sertleşmiş beton özelliklerinin (basınç dayanımı, işlenebilirlik vb.) doğru bir şekilde tahmin edilmesi, yapısal sağlık izlemesi yoluyla hasarların (özellikle çatlakların) erken tespiti ve sınıflandırılması, beton dayanıklılığının ve kalan kullanım ömrünün değerlendirilmesi, üretim süreçlerinde kalite kontrolünün artırılması ve sürdürülebilir beton uygulamalarının (düşük karbonlu beton geliştirme, atık malzemelerin kullanımı) teşvik edilmesi gibi beton teknolojisinin birçok kritik alanında önemli faydalar sağlamaktadır. Bu uygulamalar, çok sayıda akademik çalışma ve bazı endüstriyel pilot projelerle desteklenmektedir.
- Bu teknolojilerin kullanımı, malzeme geliştirme ve test süreçlerinde önemli ölçüde zaman ve maliyet tasarrufu sağlama, beton performansını ve kalitesini artırma, yapıların güvenliğini ve ömrünü uzatma ve daha çevre dostu, sürdürülebilir inşaat çözümleri geliştirme potansiyeline sahiptir.
- YZ/MÖ'nün beton teknolojisinde yaygın olarak benimsenmesinin önünde önemli engeller bulunmaktadır. Bunlar arasında en belirgin olanları; büyük, çeşitli ve yüksek kaliteli veri setlerine erişimdeki zorluklar ve veri paylaşımındaki isteksizlik; birçok YZ/MÖ modelinin (özellikle derin öğrenme modellerinin) kararlarının yorumlanmasındaki güçlükler ve buna bağlı güven eksikliği; inşaat sektörünün yeni teknolojilere adaptasyonundaki genel yavaşlık ve kültürel direnç; YZ/MÖ sistemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması için gereken yüksek başlangıç maliyetleri ve kalifiye uzman personel eksikliği; ve son olarak, veri formatları, model doğrulama prosedürleri ve etik kullanım konularında standartlaşma ve regülasyon eksikliğidir.

Yapay zekâ ve makine öğrenimi, beton teknolojisinde bir devrim yaratma potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler, betonun tasarımından üretimine, uygulanmasından ömrünün sonuna kadar olan tüm yaşam döngüsünü daha akıllı, daha verimli, daha güvenli ve daha sürdürülebilir hâle getirme vaadi taşımaktadır. Gelecekte, YZ/MÖ'nün, malzeme bilimindeki temel anlayışımızı derinleştirmesi, tamamen yeni ve üstün özelliklere sahip betonların keşfedilmesini sağlaması, otonom inşaat süreçlerini yönlendirmesi ve yapıların kendi kendilerini izleyip onarabilen "akıllı" sistemlere dönüşmesine katkıda bulunması beklenmektedir, ancak bu heyecan verici potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için, mevcut zorlukların üstesinden gelinmesi ve belirlenen önerilerin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Bu, sadece daha gelişmiş algoritmalar ve daha güçlü hesaplama kaynakları geliştirmekle sınırlı kalmamalı; aynı zamanda veri altyapılarının iyileştirilmesi, açıklanabilir ve güvenilir YZ sistemlerinin tasarlanması, endüstriyel standartların ve etik kuralların oluşturulması, multidisipliner iş birliklerinin güçlendirilmesi ve en önemlisi insan kaynağının bu yeni teknoloji çağına hazırlanması gibi çok boyutlu çabaları içermelidir.

Sonuç olarak, beton teknolojisinde yapay zekâ ve makine öğreniminin rolü giderek artacak ve bu alandaki inovasyonun temel itici güçlerinden biri olmaya devam edecektir. Teknolojinin sorumlu, etik ve insan odaklı bir yaklaşımla benimsenmesi ve geliştirilmesi, beton endüstrisinin gelecekteki zorluklara daha etkin bir şekilde yanıt vermesini ve toplum için daha değerli, dayanıklı ve sürdürülebilir yapılar inşa etmesini sağlayacaktır. Bu yolda devam eden araştırma, geliştirme, eğitim ve iş birliği çabaları, YZ/MÖ'nün sunduğu fırsatları en üst düzeye çıkarmak için hayati öneme sahiptir.

Kaynaklar

1. Ahmed, H. Q., Umm E. H., Muhammed, A. S., Koç, M., & Mosbeh, R. K. (2023). Machine learning in concrete technology: A review of current researches, trends, and applications. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/368575926_Machine_learning_in_concrete_technology_A_review_of_current_researches_trends_and_applications
2. Azuaje, Francisco & Witten, Ian & E, Frank. (2006). Witten IH, Frank E: Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. Biomedical Engineering Online - BIOMED ENG ONLINE. 5. 1-2.
3. Nikoopayan Tak, M. S., Feng, Y., & Mahgoub, M. (2025). Advanced Machine Learning Techniques for Predicting Concrete Compressive Strength. Infrastructures, 10(2), 26. <https://doi.org/10.3390/infrastructures10020026>

4. Datta, Shuvo & Islam, Mobasshira & Sobuz, Md. Habibur & Ahmed, Shakil & Kar, Moumita. (2024). Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review. *Heliyon*. 10.1016/j.heliyon.2024.e26888.
5. Hadi Salehi, Rigoberto Burgueño, Emerging artificial intelligence methods in structural engineering, *Engineering Structures*, Volume 171, 2018, Pages 170-189, ISSN 0141-0296, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.05.084>.
6. A. Adadi and M. Berrada, "Peeking Inside the Black-Box: A Survey on Explainable Artificial Intelligence (XAI)," in *IEEE Access*, vol. 6, pp. 52138-52160, 2018, doi:10.1109/ACCESS.2018.2870052.
7. Li, F., Rana, M.S. & Qurashi, M.A. Advanced machine learning techniques for predicting concrete mechanical properties: a comprehensive review of models and methodologies. *Multiscale and Multidiscip. Model. Exp. and Des.* 8, 110 (2025). <https://doi.org/10.1007/s41939-024-00672-4>
8. Marchewka A, Ziolkowski P, García Galán S. Real-time prediction of early concrete compressive strength using AI and hydration monitoring. *Sci Rep.* 2025 May 2;15(1):15463. doi: 10.1038/s41598-025-97060-w. PMID: 40316640; PMCID: PMC12048722.
9. Kaustav Sarkar, Amit Shiuly, Krishna Gopal Dhal, Revolutionizing concrete analysis: An in-depth survey of AI-powered insights with image-centric approaches on comprehensive quality control, advanced crack detection and concrete property exploration, *Construction and Building Materials*, Volume 411, 2024, 134212, ISSN 0950-0618, <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134212>.
10. Alkhraisha, M., Al-Bodour, W., Al-Qadi, M., Alazaizah, M., & Al-Mistarehi, B. (2024). Drexel Researchers Propose AI-Guided System for Robotic Inspection of Buildings, Roads and Bridges. *Drexel University News*. <https://drexel.edu/news/archive/2024/January/AI-robotic-crack-detection-monitoring>
11. FPrimeC Solutions Inc. (2025). 5 ways AI is revolutionizing the NDT of Concrete. <https://fprimec.com/5-ways-ai-is-revolutionizing-the-ndt-of-concrete/>
12. Saleem, H., & Kim, Y. (2023). "A state-of-the-art review on the prediction of concrete durability and service life using artificial intelligence". *Construction and Building Materials*, 366, 130248.
13. North American Academic Research. (2025). Integration of AI-Driven Predictive Maintenance in Smart Concrete Structures to Enhance Sustainability and Lifecycle Efficiency. *Zenodo*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14840495>
14. Basetwo AI. (2024). Efficient and High-Quality Cement Manufacturing with AI. <https://www.basetwo.ai/blogs/cement-manufacturing-improved-with-ai>
15. EROAD USA. (2025). 5 Ways AI is Reshaping How Ready-Mix Fleets Operate. <https://www.eroad.com/blog/5-ways-ai-is-reshaping-how-ready-mix-fleets-operate/>
16. BFT International. (2024, February 20). Unlocking the Future of Precast Concrete Manufacturing with AI. <https://www.bft-international.com/en/news/unlocking-the-future-of-precast-concrete-manufacturing-with-ai-4061087.html>
17. <https://trea.com/information/techniques-for-monitoring-slump-characteristic-of-concrete-in-a-rotating-contain/patentgrant/b7437d97-180a-4aa3-9a26-651b91a3f687>
18. Agarwal, Vivek, Miele, Sarah, Karave, Pranav, & Mahadevan, Sankaran (2020). Concrete Structure Health Monitoring Using Vibro-acoustic Testing and Machine Learning, U.S. Department of Energy Office of Nuclear Energy, 2020. <https://doi.org/10.2172/2448466>
19. <https://www.mtrlab.com.hk/en/news/enabling-predictive-maintenance-with-acoustic-ai/>
20. <https://tr.rheonics.com/solutions-item/mixing-vessels-monitoring-and-controlling-the-mixing-efficiency/>
21. Masatoshi Kudo, Predicting the Slump of Concrete Using an Artificial Intelligence System, https://www.jsce.or.jp/committee/concrete/e/newsletter/newsletter73/Newsletter%2073_files/2.pdf
22. Chen, H., Yang, J., Fang, H., Wu, S., & Lin, B. (2024). Prediction of concrete slump by RGB-D image feature fusion. *Computers and Concrete*, 34(5), 535-546. <https://doi.org/10.12989/CAC.2024.34.5.535>
23. Adeoye, Yetunde & Onotole, Erumusele & Ogunyankinnu, Tunde & Aipoh, Godwin & Osunkanmibi, Akintunde & Egbemhenghe, Joseph. (2025). Artificial Intelligence in Logistics and Distribution: The function of AI in dynamic route planning for transportation, including self-driving trucks and drone delivery systems. *World Journal of Advanced Research and Reviews*. 25. 155-167. 10.30574/wjarr.2025.25.2.0214.
24. S. Barbhuiya and M. S. Sharif, "Artificial Intelligence in Concrete Mix Design: Advances, Applications and Challenges," 2023 International Conference on Innovation and Intelligence for Informatics, Computing, and Technologies (3ICT), Sakheer, Bahrain, 2023, pp. 32-37, doi: 10.1109/3ICT60104.2023.10391485.
25. Kalasampath, Khushi & KN, Spoorthi & Sajeev, Sreeparvathy & Kuppa, Sahil & Ajay, Kavya & Angulakshmi, M. (2025). A Literature Review on Applications of Explainable Artificial Intelligence (XAI). *IEEE Access*. PP. 1-1. 10.1109/ACCESS.2025.3546681.



AGREGA YAŞAMI İNŞA EDER



TÜRK İŞLETİM VE
İŞİ DOKTRİNE
TÜRKİYE İŞLETİM
AND BUSINESS
CONFEDERATION

www.agub.org.tr

NANO SELÜLOZ MALZEMELERİN ÇİMENTO ESASLI SİSTEMLERDE KULLANIMI*

Nabi YÜZER¹, Didem OKTAY²

Özet

Nano malzemeler, malzeme özelliklerini geliştirmek için çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Çevre dostu nano malzemeler de çimento esaslı sistemlerde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Organik bir polimer olan selüloz; hem doğal kaynaklardan hem de tarım atıklarından elde edilebilen dünya üzerinde en yaygın bulunan, sürdürülebilir ham madde kaynaklarından. Son yıllarda artan çevresel kaygılar ile birlikte düşük karbon ayak izine sahip selüloz liflerin farklı uygulamalarda kullanımı hızla artmıştır. Selüloz içerikli malzemelerin çimento esaslı harç ve betonlarda kullanımının bu malzemelerin mekanik özelliklerini iyileştirdiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu çalışma kapsamında; nano selüloz malzeme (NSM) ilavesinin çimento esaslı kompozitlerin reolojik, fiziksel, mekanik, morfolojik ve dayanıklılık özellikleri üzerine etkileri hakkında yapılan çalışmalar derlenerek sonuçları irdelenecektir.

1. GİRİŞ

Nano teknoloji, günümüzde bilim ve teknolojinin en hızlı gelişen disiplinlerarası sektörlerinden biridir. Fizik, kimya, biyoloji, malzeme mühendisliği ve biyo mühendislikle ilgili konuları içermektedir. En az bir boyutu 100 nm'den küçük olan malzemeler nano malzeme olarak ifade edilmektedir [1]. Yapı malzemelerinin kimyasal olarak modifiye edilmesi için nano malzeme teknolojisi inşaat mühendisliğinde, özellikle de yapı kimyasallarında kullanılmaktadır. Nano teknoloji ve

Used of Nano Cellulose Materials in Cement-Based Systems

Nanomaterials are used in various fields to enhance material properties. Ecofriendly nanomaterials have been widely used in cement-based systems, as well. Cellulose, an organic polymer, it is one of the most common and sustainable raw material resources in the world, which can be obtained from both natural resources and agricultural wastes. In recent years, with increasing environmental concerns, the use of cellulose fibers with low carbon footprint in different applications has increased rapidly. Studies have shown that the use of cellulose-containing materials in cement-based mortars and concretes improves the mechanical properties of these materials. Within the scope of this paper; studies about the rheological, physical, mechanical, morphologic and durability properties of cement-based composites incorporated with nano cellulose materials will be compiled and the results will be examined.

öncelik verilmektedir.

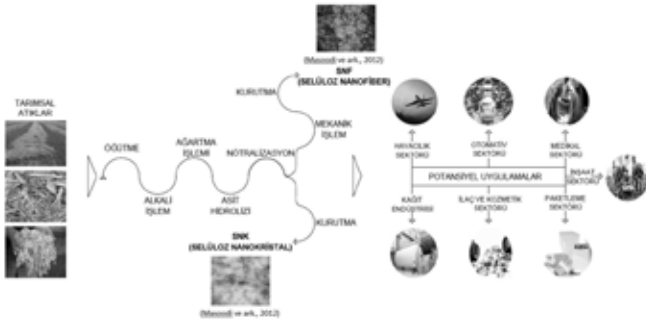
Son yıllarda artan çevresel kaygılar ile birlikte düşük karbon ayak izine sahip selüloz malzemelerin farklı uygulamalarda kullanımı hızla artmıştır. İnşaat sektöründe de ön plana çıkan nano selüloz malzemeler (NSM), kompozitlerde takviye malzemesi olarak kullanımları nedeniyle ilgi çekmektedir [11]. Biyobozunurluk, düşük maliyet, geri dönüştürülebilirlik gibi olumlu özelliklere sahip olmaları ve düşük yoğunluk, yüksek sertlik, tokluk ve dayanıma sahip kompozit üretilebilmesini sağlamalarının yanında [12], hidrofobik veya hidrofilik karakter değiştirilebildiği için yüzeyi kolayca modifiye de edilebilen selüloz malzemeler birçok uygulama alanında ilgi çekmeye devam etmektedir [13] (Şekil 1).

nano malzemelerin, gelişmiş çimento kompozitlerinin taze ve sertleştirilmiş hâldeki performanslarını, dayanıklılıklarını ve sürdürülebilirliklerini geliştirmek için kullanılması önerilmektedir [2,3]. Çimento ve betondaki nano teknoloji uygulamaları, erken ve ileri ki yaş özelliklerini birlikte iyileştirebilmektedir [4].

Nano-silika [5,6], nano-TiO₂ [7,8] ve karbon nanotüpler (CNT'ler) [9,10] gibi nano malzemeler, çimento esaslı malzemelerde yaygın olarak kullanılmaktadır ancak, toplumumuzun gelişmesiyle birlikte, araştırmacılar yenilenebilir ve sürdürülebilir nano malzemelere giderek daha fazla ilgi göstermektedir. Biyopolimerler olarak da bilinen çevre dostu katkı maddelerinin ilavesi ve/veya bu katkı malzemelerinin modifikasyonu ile yeni ürünler elde edilmesine yönelik çalışmalara

1) nyuzer@yildiz.edu.tr, 2) dyasar@yildiz.edu.tr, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

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



Şekil 1. Selüloz sentezleme aşamaları ve uygulama alanları

2. NANO SELÜLOZ MALZEMELER

Selüloz; yaklaşık $1,5 \times 10^{12}$ tonluk biyokütle ile dünya üzerinde en yaygın bulunan, tükenmez organik polimer olan bir ham madde kaynağıdır [13]. Bitkilerin önemli bir bileşeni olup ve D-glukoz yapı taşlarından oluşan tekrarlanan zincirler içeren selüloz [14], elastisite modülü 130 GPa ve çekme dayanımı 1 GPa civarında olduğundan olağanüstü mekanik özelliklere sahiptir [15].

Doğal kaynaklardan elde edilen selüloz yapılar; fiberlerin en/boy oranı, morfolojisi, boyutları, kristallik derecesi gibi özelliklerine göre farklı şekillerde isimlendirilmektedir. Boyut ve morfolojilerine göre selüloz; selüloz mikrofibril-SMF (MFC: micro fibrillated cellulose), selüloz mikrokristal-SMK (MCC: micro crystalline cellulose), nanofibril selüloz-SNF (NFC: nano fibrillated cellulose) ve nanokristalin selüloz-SNK (NCC: nano crystalline cellulose) olarak sınıflandırılabilir.

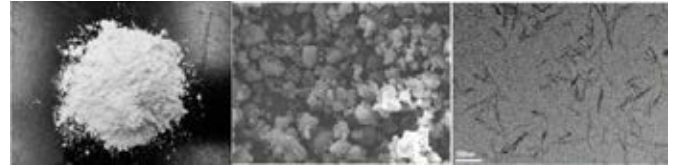
Çimentolu malzemelerde, başlıca dört farklı tip selüloz malzeme kullanılmaktadır. Bunlar; selüloz nano kristal (SNK), selüloz nano lif (SNL), bakteriyel nano selüloz (BNS) ve selüloz filament (SF)'dir [17,18]. SNK, SNL ve SF bitkilerden elde edilirken, BNS ise bakterilerden elde edilir. Her ne kadar bu nano selülozlar kökenleri bakımından farklı olsalar da izolasyon yöntemleri, düşük yoğunluk, büyük en-boy oranı, yüksek mukavemet gibi bazı benzerliklere sahiptir ve yüksek yüzey alanı vb. özelliklerine sahiptir [19-25]. Ayrıca, hidrofilik özellikte olan nano selülozların büyük miktarlarda yüzeylerinde hidroksil grupları bulunur ve çimentolu malzemelerle karıştırılırken bir miktar su emebilir.

2.1. Selüloz Nano Kristal (SNK)

SNK, genellikle makroskobik selülozik esaslı fiberlerin temel bileşenidir ve selülozik malzemenin (pamuk, odun pulpu vb.) güçlü bir mineral asitle (H_2SO_4 , HCl , H_3PO_4 , HBr , vb.) hidroliziyle elde edilmektedir. Bu işlem, polisakkarit zincirlerindeki glikosidik bağları hidrolize ederek aynı anda sülfasyon ve ok-

sidasyon gibi yüzey değişikliklerine yol açar. Negatif zeta potansiyeli gibi SNK özelliklerinin çoğu, yüzey işlevselleştirmesinden kaynaklanmaktadır. İşlem parametreleri (reaksiyon sıcaklığı ve süresi) ile kristallik, termal stabilite vb. gibi nihai ürün özellikleri arasında her zaman bir denge vardır ve bu durum, malzemenin çeşitli uygulamalarda kullanımını belirlemektedir [26]. Düşük ağırlık, sürdürülebilirlik, nano ölçekli olması ve farklı morfolojik yapılar sunmasından dolayı birçok uygulamada tercih edilmektedir. %100 selüloz yapısından oluşan SNK'nin rijit çubuk genişliği 5-70 nm olup, yüksek kristallik ve yüzey alanına sahiptir (Şekil 2) [27]. Boyut, morfoloji ve kristallik derecesinin değişkenliği selülozik malzemenin kaynağına ve kullanılan deneysel tekniklere bağlı olmaktadır [28]. Nanokristal üretiminde, selüloz içeriği açısından linter (%88-96); sisal (%67-78), muz kabuğu (%54-64,4), şeker kamışı (%44,9-45), bambu (%41,8-54,0) gibi sık kullanılan diğer doğal fiberlerden daha ilgi çekici özelliklere sahiptir [29].

CNC yüksek kristallik, nispeten yüksek en-boy oranı (10-100), yüksek termal kararlılık (300°C'ye kadar), düşük yoğunluk ($\sim 1,6 \text{ g/cm}^3$), düşük termal genleşme katsayısı ($\sim 1 \text{ ppm/K}$), geniş yüzey alanı, yüksek çekme dayanımı ($\sim 7,5 \text{ GPa}$) ve yüksek çekme modülü (en fazla 170 GPa) gibi bazı benzersiz özelliklere sahiptir. Bununla birlikte, yüzeyinde bulunan kolay erişilebilir hidroksil grupları sayesinde kolayca işlevselleştirilebilir [23-25, 30].



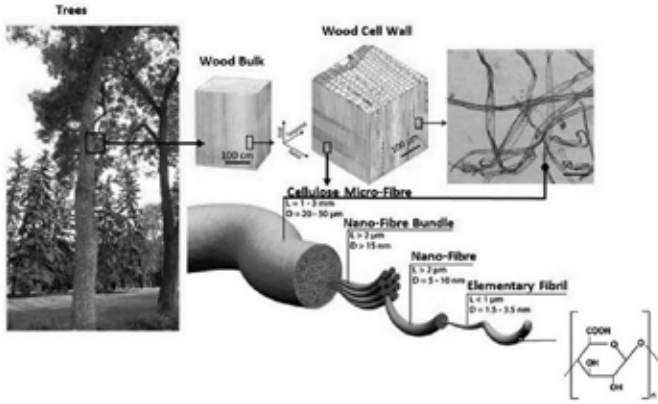
Şekil 2. a) Toz SNK, b) SNK SEM görüntüsü, c) SNK TEM görüntüsü [31]

2.2. Selüloz Nano Lif (SNL)

Selülozik biyokütlelerden elde edilen SNL'lerin genişlikleri 100-140 nm arasında olurken, uzunlukları ise 3000 nm'ye kadar ulaşmaktadır. SNK ile kıyaslandığında kristalinite dereceleri düşüktür ve daha amorf bir yapıya sahiptir [32]. Şekil, boyut ve bileşim bakımından farklılık gösterir. SNL, TEMPO aracılı oksidasyon, çok geçişli yüksek basınçlı homojenizasyon, enzimatik hidroliz ve doğrudan mekanik fibrilasyon yöntemleri ile üretilebilir (Şekil 3) [33-35].

Kaplama, otomobil ve yapı malzemeleri, sağlık ve katkı maddesi üretimi gibi çeşitli uygulamalarda kullanılan SNL yüksek özgül yüzey alanı, mukavemeti, en boy oranı; boyutsal kararlılığı, kimyasal işlevselliği, termal kararlılığı ve optik

özellikleriyle ön plana çıkmaktadır [11]. SNL'nin yüksek yoğunluğa sahip oluşu, elektriksel iletkenliğini de düşürdüğünden dielektrik malzeme olarak kullanıma uygundur [36].



Şekil 3. SNL'nin kaynağından elde ediliş aşamaları [37]

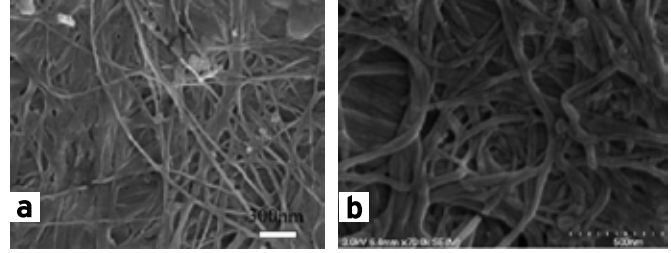
2.3. Bakteriye Nano Selüloz (BNS)

Bakteriyel nano selüloz (BNC), Acetobacter, Achromobacter, Aerobacter ve Agrobacterium vb. gibi birçok bakteri cinsinden üretilebilir. En yaygın kullanılan bakteri türü, daha önce Acetobacter xylinum olarak bilinen gram-negatif bakteri, Gluconacetobacter xylinusdur [38,39]. Bakteri türüne ve kültür ortamına bağlı olarak değişkenlik gösterebilen BNS'nin yapısı Şekil 4.a'da verilmiştir. Bakteriyel selüloz üretimi, fermentasyon ve saflaştırma olmak üzere iki önemli süreçten oluşmaktadır. Fermentasyon işlemi sırasında, mikroorganizmalar ortamda serbestçe hareket edebilir ya da oldukça şişmiş bir jel yapısına yol açan selüloz liflere tutunabilir [40].

Nano boyutlu bakteriyel selülozun doğal liflerin yüzeyi üzerine tutturulması, lif yüzeylerini modifiye etmek için lif-matris ara yüzeyini değiştiren yeni bir işlevsel yöntemdir. Bu yöntemde, suyu BNC çözeltisinde absorbe etmek için boyunca doğal lifin su emme kapasitesinden faydalanır. BNS, %90'a varan kristallik derecesi ile yüksek kristalli nano boyutlu bir selülozudur. Bu kristal yapı daha yüksek Elastisite modülü değerinin elde edilmesini sağlar. Teorik olarak 160 GPa'a kadar çıkabilen Elastisite modülü 114 GPa olarak hesaplanmıştır [41].

2.4. Selüloz Filament

Selüloz filament (SF) herhangi bir kimyasal yöntem veya kimyasal madde olmadan, mekanik olarak işlenmiş bir selülozik liftir. SF'nin morfolojisi Şekil 4.b'de verilmiştir. SF yaklaşık 100-2000 nm uzunluğunda ve 30-400 nm çapındadır [22]. SNL'ye benzer bir yapıya sahip olmakla birlikte, narinliği önemli ölçüde daha yüksektir (100-1000).



Şekil 4. a) Bakteriyel selüloz SEM görüntüsü, b) Selüloz filament SEM görüntüsü [42]

3. NANO SELÜLOZÜN ÇİMENTO ESASLI MALZEMELERE ETKİLERİ

Nano selüloz malzemelerin çimento matrisine ilavesi ile çimento esaslı kompozitlerin performansının iyileştirilmesi ve daha sürdürülebilir bir yapı malzemesi elde edilmesi hedeflenmektedir. Araştırmacılar için yeni bir çalışma konusu olan nano selüloz malzemelerin çimento esaslı malzemelerde kullanımı ile ilgili çalışmalar 2010 yılından bu yana yayımlanmaya başlamıştır [43].

NSM; nano ölçekli olmaları, morfolojileri, işlevsellik sağlayan reaktif yüzeyleri ve yüksek özgül yüzey alanları sayesinde çimento esaslı kompozit malzemelerde geniş bir ürün yelpazesinde uygulama potansiyeli sağlamaktadır [17]. Genel olarak takviye olarak kabul edilen NSM aynı zamanda çimento pastasının hidrasyonunu, iç yapısını ve özelliklerini değiştirir [44,45]. Genel olarak çok düşük oranlarda kullanılan NSM, çimento ağırlığının ve/veya hacminin %0,01 ila %4'ü oranında harca veya betona ilave edilerek kullanılabilir. Kuru toz hâlinde olan NSM genellikle bir ön işleme tabi tutularak suda dağıtıldıktan sonra karışıma ilave edilmektedir. NSM'nin suda dağıtılması için mekanik karıştırıcı, ultrasonik banyo ve manyetik karıştırıcı gibi yöntemler tek veya bir arada kullanılmaktadır [43]. Çok ince taneli olan nano malzemelerin çimento matrisi içerisinde homojen olarak dağılması malzeme performansını etkileyen en önemli parametredir.

Nano selüloz malzemelerin çimento esaslı malzemelerin taze, reolojik, fiziksel, mekanik, iç yapı ve dayanıklılık özelliklerine etkileri aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

3.1. Taze Hal Özellikleri

Nano malzemeler, çok ince tane yapıları ve yüksek özgül yüzey alanları nedeniyle çimento esaslı kompozitlerin kıvam ve priz süresi gibi taze hâl özelliklerini önemli ölçüde etkiledikleri bilinmektedir. SNK'nın çimento hacminin %0,1 - %1'i aralığında ilavesi ile harcın birim hacim ağırlığı %0,1 SNK ilavesinde en yüksek değerine çıkmış, artan SNK oranı ile de giderek azalmıştır [46]. Yüksek oranda SNK kullanımı tanelerin toplanmasına yol açmaktadır. Topaklanan taneler su molekülle-

rini bir arada tutar ve yüksek kapiler boşluklara neden olan havayı hapsedmektedir. Bu nedenle SNK oranının artması ile görünür yoğunluk değeri azalmaktadır. Fan vd.'nin yaptıkları çalışmada çimento ağırlığının %0,1'den daha az oranda SNK ilavesinin referans serilere kıyasla harçların akış özelliklerini değiştirmedeği ancak bu oran %0,3'ten daha fazla olduğunda işlenebilmenin önemli ölçüde azaldığını vurgulamışlardır [47].

Buna ek olarak, hidrofilik yapısı sayesinde yüksek oranda su emebilen SNL ilavesinin artması çimento esaslı malzemelerin işlenebilirliğini düşürmektedir [20, 48, 49]. Kolour vd. yaptıkları çalışmada her %0,05'lik SNL ilavesinin çimento pastasının akışını yaklaşık olarak %15 azalttığını belirlemişlerdir [49].

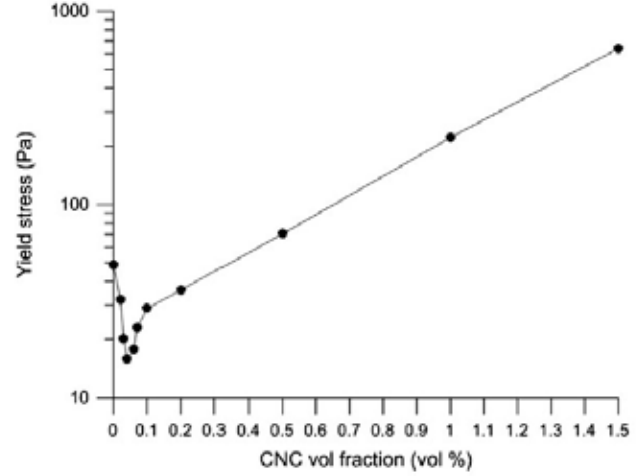
NSM ilavesinin priz süresine etkisini araştıran sınırlı sayıda ki çalışmadan biri olan Hisseine vd.'nin yaptıkları çalışmada artan SL ilavesine paralel olarak (%0,1, %0,15 ve %0,2) priz süresinin de uzadığını vurgulamışlardır [22].

3.2. Reolojik Özellikler

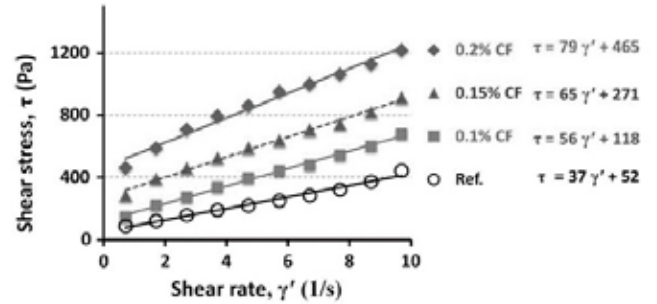
Eşik kayma gerilmesi ve plastik viskozite çimento esaslı malzemeler için kullanılan temel reolojik parametrelerdir. Harç ve betonun kıvam özellikleri yaygın olarak yayılma testi ile belirlenir. Taze hâl özellikleri ile doğrudan ilişkili olan reolojik parametrelerin belirlenmesi ile malzemenin akış özellikleri incelenmektedir. Eşik kayma gerilmesi, bir malzemenin akışa geçmesi için gerekli olan minimum gerilme değerini ifade eder [Dinç vd. grout makale]. Bir akışkanın şekil-biçim değişikliğine ya da katmanlarının birbirine göre bağlı hareketine karşı direnci ise viskozite olarak tanımlanır. NSM'nin çimento matrisi içerisindeki dağılımları reolojik özellikleri doğrudan etkilemektedir ancak genel olarak NSM ilave edilen çimento esaslı kompozitlerin reolojik ölçümlerde kayma-incelmesi (shear thinning) davranışı gösterdiği belirlenmiştir [44,50,51].

Montes vd. [50] yaptıkları çalışmada düşük oranda (<%0,2) kullanılan SNK'nın su azaltıcı katkı gibi çalışarak eşik kayma gerilmesini %54'e varan oranlarda azalttığını, ancak yüksek oranda (>%0,5) SNK miktarının viskozite düzenleyici gibi davrandığını ve eşik kayma gerilmesini arttırdığını belirlemiştir. Cao vd. [51] çalışmalarında ise %1,35 oranında SNK ilavesi kritik değer olarak belirlenmiştir. Bu oranın altındaki SNK miktarlarında eşik kayma gerilmelerinde artış gözlemlenmiştir. Kullanılan çimento tipi ve su/çimento oranı SNK'nın dağılımını etkilediği için farklı çalışmalarda farklı oranlar önerilmektedir. CEM V tipi çimento ile sabit su/çimento oranı (0,35) ile üretilen çimento pastalarının artan SNK oranına karşılık gelen eşik kayma gerilmeleri Şekil 5.a'da verilmiştir. Burada %0,3'e kadar olan SNK ilavesi ile referans seriye benzer veya daha düşük eşik kayma gerilmesi elde edildiği, sonrasında ise arttığı görülmüştür [44]. Kendinden yerleşen be-

tona %0,1, %0,15 ve %0,2 SNF ilavesi ile üretilen betonlarda yapılan reolojik ölçümlerde malzemenin Bingham davranışı gösterdiği, eşik kayma gerilmesi ve viskozite değerlerinin ise artan SNF içeriği ile arttığı belirlenmiştir (Şekil 5.b) [22].



a



b

Şekil 5. a) S/Ç oranı 0,35 olan çimento pastalarının SNK-eşik kayma gerilmesi grafiği [54], b) Selüloz filament katkılı kendinden yerleşen betonların kayma gerilmesi-kayma hızı grafiği [22]

Düşük oranlarda SNK ilavesi, nano tanelerin su içinde serbest hâlde olmalarını ve yüksek hareketliliğe sahip olmalarını sağlar. Bu durum sterik stabilizasyondan kaynaklanabilir, su azaltıcı katkı maddelerine benzer bir mekanizma olduğu için daha akışkan bir harç/beton elde edilmesini sağlar. SNK miktarının artması ile topaklanmalar ve ağ yapısı oluşturan etkileşimler meydana gelir. Bu da reolojik ölçümler sırasında kırılması gereken ve daha yüksek kayma gerilmelerine yol açan yapılar oluşturur [44,50-53]. SNL ise hidrofilik özelliği sayesinde viskozite düzenleyici kimyasal katkı gibi çalışmaktadır [54].

Nano selülozun nano silika ile kıyaslandığı sınırlı sayıda ki çalışmalardan biri olan Kamasamudram vd.'nin yaptıkları çalışmada, sadece SNL ilave edilen çimento pastalarının eşik kayma gerilmelerinin SNL ve nano silikanın birlikte kullanıldı-

ği serilere kıyasla daha yüksek olduğu görülmüştür. Nano silikanın, kolladial stabilizasyonu geliştirmesi ve SNL'nin daha düşük oranda topaklanmasına katkı sağlaması nedeniyle nano silika ve SNL'nin birlikte kullanıldığı serilerde işlenebilme iyileşmiştir [52].

3.3. Fiziksel ve Termo Fiziksel Özellikler

Selüloz nanokristalin (SNK) çimento harcı ve betona ilavesi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde; malzemelerin su emme oranlarını azalttığı görülmüştür [55,56]. Barnat-Hunek vd. [56] yaptıkları çalışmada SNF ve SNK'yı %0,5 ve %1 oranlarında kullanarak beton üretmişler ve %1 SNK ilave edilen serinin su emme değerinde yaklaşık %65 bir düşüş elde etmişlerdir.

Çimento esaslı malzemelerin toplam boşluk oranları nano malzeme ilavesi ile azalmaktadır. NSM hem ince tane yapıları hem de su tutma özelliklerine bağlı olarak hidrasyon ürünlerinin oluşumuna yaptıkları katkı nedeni ile boşluk oranını düşürmektedir. Jiao vd. [48] yaptıkları çalışmada civalı prorozimetre ile yaptıkları boşluk ölçümlerinde %0,4'e kadar çıkan farklı oranlarda SNK kullanmışlar ve toplam boşluk oranının referans seriye kıyasla SNK ilaveli serilerde azaldığını belirtmişlerdir.

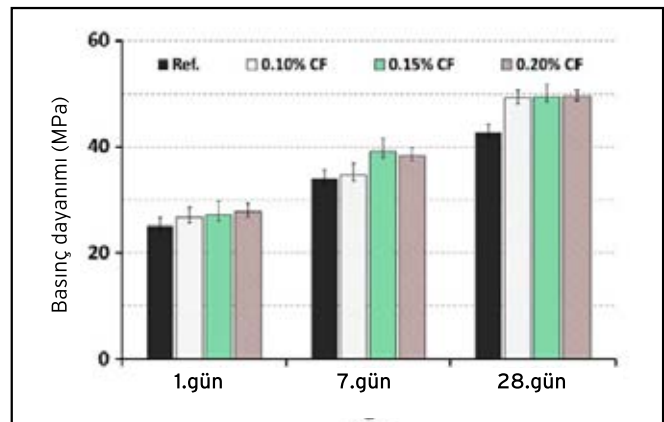
Selüloz nano liflerin (SNL) termal özelliklere etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, SNL dozajının çimentonun ağırlığının %0,3'üne kadar artırılması ile hamur karışımlarının termal iletkenliği ve termal genleşmesinin arttığı görülmüştür ancak, SNL dozajı %0,3'ün üzerine çıktığında, lif topaklanmasına bağlı olarak artan toplam boşluk oranı ve azalan yoğunluk termal iletkenliği azaltmıştır [57]. Benzer şekilde %0,5, %1, %1,5 ve %10 SNL ilave edilen harçlarda termal iletkenliğin kontrol serisine kıyasla %4, %10, %14 ve %29 arttığı görülmüştür [58]. Bu artış, çimento matrisinin sıkıştırılması ile ilişkilendirilmiş ve azalan gözeneklilik ile artan toplam yoğunluk değerleri ile açıklanmıştır [57,59]. Nasir vd.'nin çalışmasında, SNK'nın %1,5 oranında ilave edildiği harçların termal iletkenlik değeri (0,96 W/mK) kontrol serisine kıyasla %13,5 artmıştır. Bu durum SNK'nın su kaybını engellemesi, boşluk oranını azaltması ve buna bağlı olarak hava miktarındaki azalma ile açıklanmıştır [60].

3.4. Mekanik Özellikler

NSM ilavesi çimento esaslı malzemelerin mekanik özelliklerini genel anlamda artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı mekanik özellikler için farklı sınır değerlerde NSM ilavesi önerilmekle birlikte asıl önemli olan belirlenen karışım oranları için NSM'nin matris içerisinde homojen olarak dağıtılabilmesidir. Bu nedenle yüksek oranlarda NSM ilavesi matris içinde topaklanmaya neden olarak zayıf ve boşluklu bölgeler oluşmasına sebep olmaktadır. Bu durum malzemenin dayanımında düşüslere neden olmaktadır [53,57,61]. Farklı NSM ilavelerinin çimento esaslı kompozitlerin mekanik özelliklerine

etkileri aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

Çimento esaslı malzemelerin temel mekanik özelliklerinden biri olan basınç dayanımı, farklı SNL ve SNK miktarları için genellikle değişen oranlarda artmaktadır. SNK ve SNL eklenmesi ile üretilen harçlarda 7 ve 28. günde yapılan mekanik testlerde basınç dayanımının 7. ve 28. gün için sırasıyla %21 ve %14 arttığı belirlenmiştir. Dayanımdaki bu artışın NSM'nin kristallik indeksi ile doğru orantılı olduğu vurgulanmıştır [62]. Kendinden yerleşen betona %0,2 SF ilave edilmesi ile basınç dayanımında %16 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir [22] (Şekil 6). SNK'nın %0,5 ile %1,5 oranında kullanıldığı harçlarda 28 günlük basınç dayanımının %27 oranında arttığı görülmüştür [55]. Yüzey modifikasyonu ile yüzey özellikleri değiştirilen SNK'lar ile üretilen harçlarda %1 oranında ilave edilen SNK ile basınç dayanımının %44 oranında arttığı belirlenmiştir. Dayanımdaki artışın ana nedeni NSM'nin çimento hidrasyonuna katkı sağlamasıdır [42]. Dayanımda artışa neden olan bir diğer etken ise çimento tipidir. Claramunt vd.'nin %0,1 ve %0,2 SNK'yı kalsiyum alüminatlı çimentoya ilavesi ile ürettikleri çimento pastalarında elastisite modülünün artabileceğini göstermişlerdir. Bu durum Portland çimentosu ile üretilen serilerde gözlemlenmemiştir [64]. Başka bir çalışma, SNK etkinliğini çimento içindeki alüminat fazına (C_3A içeriği) dayandırmakta ve daha yüksek alüminat fazı aynı SNK oranında hidrasyon derecesini azaltabilmektedir [45]. Bu çalışmalara ek olarak Stephenson'nın çalışmasında farklı oranlarda SNK kullanarak ultra yüksek performanslı betonlar üretilmiş ancak SNK'nın betonun basınç dayanımı üzerinde kayda değer bir değişiklik yaratmadığı vurgulanmıştır [65]. Yüksek su/çimento oranı ile üretilen (>0,48) ve düşük oranda SNL içeren (<%0,5) çalışmalarda 28. gün sonunda SNL'nin basınç dayanımı üzerinde olumlu bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Bu durum SNL miktarından bağımsız olarak yüksek su miktarına ve malzemenin olası boşluk miktarı ile ilişkilendirilmiştir [20, 66].



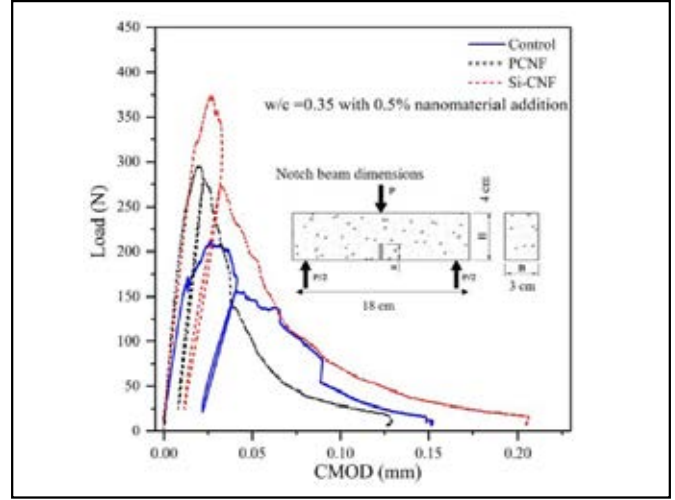
Şekil 6. Selüloz filament katkılı kendinden yerleşen betonların basınç dayanımı değerleri [22]

Gevrek malzemeler olan çimento esaslı kompozitlerin eğilme dayanımını arttırmak için karışıma lif ilave edilmesi yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. SNK ve SNL'nin hidrasyon derecesini artırarak dayanımda artışa katkı sağlamasının yanı sıra, mekanik özelliklerdeki artışı açıklayan başka bir mekanizma NSM'nin matristeki çatlakları köprüleme etkisi ile engellemesidir. Bu da çatlakların yayılmasını önler, kırılma enerjisini artırır ve gevrek kırılmayı engeller [67,68]. Farklı karışım oranları ve s/ç oranına sahip serilerde farklı günlerde yapılan eğilme testlerinde genel olarak NSM ilave ile eğilme dayanımının arttığı görülmüştür.

Onuaguluchi vd. [61] çimento ağırlığının %0,05, %0,1, %0,2 ve %0,4'ü oranında SNL'yi çimento pastasına ilave ederek eğilme testi yapmışlar ve %0,1 SNL ilave edilen serinin eğilme dayanımının referans seriyeye kıyasla %106 oranında arttığını belirlemişlerdir. Sun ve ark. [53], çimento ağırlığının %0,04 ila %0,28 arasında değişen SNL katkılı karışımlarda, %0,04 SNL içeren serinin eğilme dayanımının kontrol numunelerine kıyasla %20 oranında arttığını gözlemlemiştir. SNK ve SNL'nin %0,1 ila %0,8 oranlarında eklenmesi ile üretilen harçlarda en yüksek eğilme dayanımı gelişimini (%28) %0,1 ve %0,2 nano selüloz ilaveli serilerde elde etmişlerdir [64]. Barnat-Hunek vd.'nin [56] çalışmasında %1 oranında SNK ve SNL ilavesinin sırasıyla eğilme dayanımını %34 ve %23 oranında artırdığı belirtilmiştir. Eğilme dayanımının artışına katkı sağlayan bu çalışmalara ek olarak, yüksek oranda NSM kullanımının topaklanmaya sebep olacağı ve dayanımı düşüreceği de unutulmamalıdır [44].

Yaygın olarak kullanılan SNK ve SNL'ye ek olarak kullanılan bakteriyel nano selüloz (BNS) toz ve jel formunda kullanıldığı çalışmalarda basınç dayanımını, eğilme dayanımını, elastisite modülünü ve kırılma tokluğunu artırdığı görülmüştür [21, 41]. SNK ve SNL'ye benzer oranlarda ilave edilen BNS de yüksek oranlarda kullanıldığında topaklanarak mekanik özelliklerde düşüşe neden olmaktadır [42].

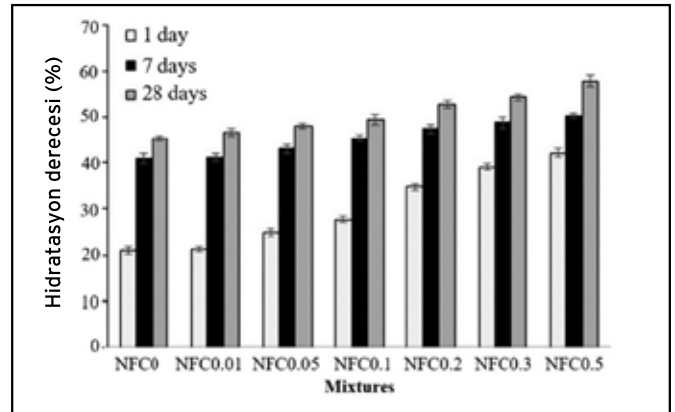
Nano selülozun nano silika ile kıyaslandığı sınırlı sayıda çalışmalardan biri olan Kamasamudram vd.'nin yaptıkları çalışmada, sadece SNL ve nano silika ve SNL'nin birlikte kullanıldığı karışımlarda yapılan eğilme testlerinden elde edilen yük-deplasman eğrileri Şekil 7'de verilmiştir. Kırılma parametreleri belirlenen SNL katkılı iki serinin de eğilme dayanımı artmıştır. Bununla birlikte %0,5 SNL ilave edilen serinin daha iyi performans gösterdiği vurgulanmıştır. SNL ilaveli serinin çekme dayanımı %75 artarken, Si-SNL içeren seride %55 arttı; elastisite modülünde nano silika içeren seride bir değişiklik olmazken, SNL içeren serinin %250 arttığı görülmüştür. Elde edilen sonuçlar yüksek oranda C-S-H oluşumu ile açıklanmıştır [52].



Şekil 7. SNL katkılı ve katkısız numunelerin yük-deplasman eğrileri [52]

3.5. Hidrasyon Özellikleri

Nano selüloz malzemeler erken yaş hidrasyonunu geciktirse de, ileriki yaş hidrasyon derecesini artırdığı belirlenmiştir [52]. Farklı oranlarda SNK ilavesi ile üretilen serilerde zamana bağlı olarak hidrasyon süreci takip edilmiştir. Deneysel çalışma sonucunda SNK'nın hidrasyon sürecini hızlandırdığı bu nedenle hidrasyon derecesinin ve hidrasyon ürünü olan portlandit, etrenjit ve C-S-H oluşumunun daha fazla olduğu görülmüştür (Şekil 8) [57, 69].

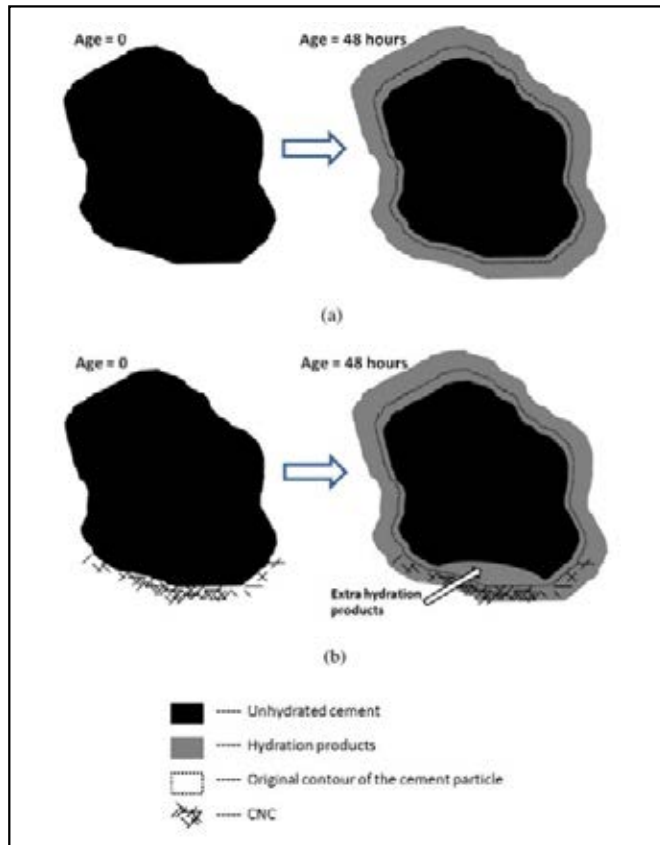


Şekil 8. SNL katkılı ve katkısız numunelerin yük-deplasman eğrileri [57]

SNK'nın hidrasyona etkisi, bünyesinde tuttuğu suyu kullanarak C-S-H oluşumunu katkı sağlaması ile açıklanmaktadır [70]. Araştırmacılar, bu bulguyu çimento esaslı matrislere SNK ilavesini inceleyen Cao vd.'nin önerdiği kısa devre difüzyon (short-circuit diffusion) mekanizması ile ilişkilendirmiştir [44]. Şekil 9'da verilen bu mekanizmada; kür süresi boyunca C-S-H çimento taneciği etrafından bir kabuk oluşturur ve

tane içindeki hidratasyonu yavaşlatır (Şekil 9.a). Çimento matrisi içinde SNK olduğunda çimento taneciklerine yapışır ve hidrate olmamış taneciğe su taşıma kanalı oluşturarak hidratasyona katkı sağlar (Şekil 9.b).

Sun vd. [53], SNK'nın büyük özgül yüzey alanı, yüksek yüzey serbest enerjisi özellikleri ve bünyesindeki birçok hidroksil grubunun varlığının, çimento esaslı malzemelerin hidratasyonuna katkıda bulunduğunu ve dolayısıyla mekanik performansını artırdığını belirtmişlerdir. Hidroksil grupları ayrıca selülozun C-S-H ve kalsiyum hidroksit ile hidrojen bağları aracılığıyla yakın etkileşimine katkıda bulunur [71]. Correia vd. [68] hidroksil gruplarının SNK'lar ile çimento matrisi arasındaki etkileşimi artırmada katkıda bulunduğuna dikkat çekmektedirler. SNK için kabul edilen bu mekanizma, bazı araştırmacılar tarafından SNL'nin dayanıma katkısını açıklamak için de kabul görmektedir [37,70,72,73].



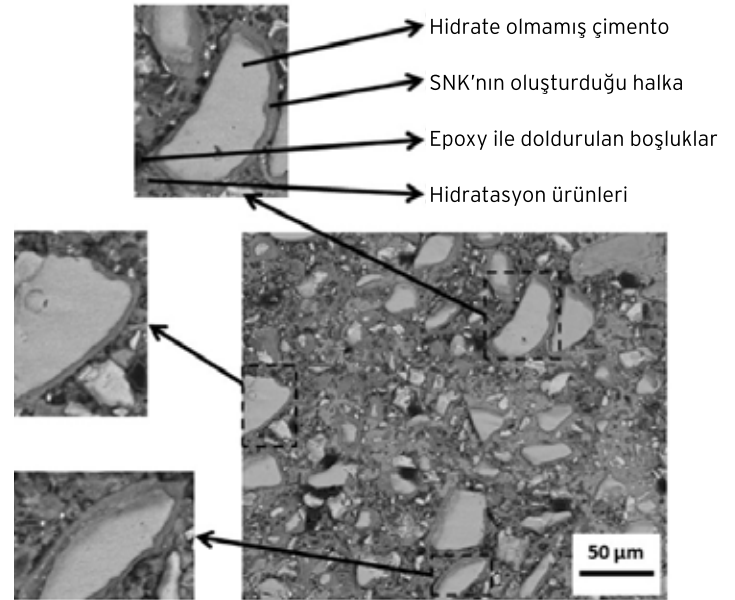
Şekil 9. Çimento tanesi etrafında 0 ila 48. saat aralığında oluşan hidratasyon ürünleri

a) katkısız çimento pastası, b) SNK ilaveli çimento pastası [44]

3.6. Morfolojik Özellikler

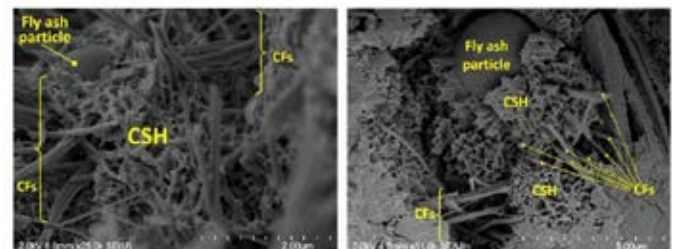
Yukarı detaylı olarak açıklanan mekanik ve hidratasyon özelliklerinde de belirtildiği gibi NSM ilavesi çimento matrisinde

boşlukların azalmasına, içsel kürlenme sağlayarak zamana bağlı olarak hidratasyon ürünlerinin (C-S-H, portlandit, etrenjit vb.) artmasına sebep olmaktadır. SNK ilaveli çimento matrislerinin SEM görüntüleri (Şekil 10) incelendiğinde SNK'nın çimento tanesi etrafında bir halka/kabuk oluşturduğu görülmektedir. Bu yapı sterik stabilizasyon etkisine yol açmaktadır. Sonuç olarak çimento tanesi etrafındaki SNK miktarının hidratasyon ürünlerinden daha fazla olması beklenmektedir [54].



Şekil 10. %1,5 SNK içeren karışımın BSE-SEM görüntüsü [44]

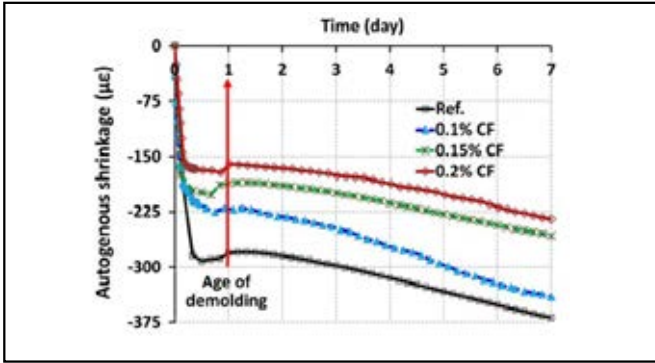
Şekil X.a'de bir tarafından C-S-H bir tarafından da çimento matrisine bağlanmış olan SF'ler görülmektedir. Bununla birlikte hidrate olmuş iki bölgeyi birleştirirken matris boşlukları ile etkileşime giren SF'ler göze çarpmaktadır. %0,15 oranında SF içeren çimento pastasının detaylı SEM görüntüsü Şekil X.b'de verilmiştir. SF'nin hidrate ürünler ile olan bu etkileşimi çimento esaslı malzemelerin eğilme ve yarma-çekme dayanımına doğrudan katkı sağlayan yapılarıdır ancak SF'nin yüksek özgül yüzey alanı ve topaklanma eğilimi basınç dayanımı üzerinde olumsuz etki yapabilmektedir [22].



Şekil 11. a) %0,1 SL içeren ve b) %0,15 SL içeren çimento pastalarının SEM görüntüleri [22]

3.7. Rötire Özellikleri

NSM ilaveli çimento esaslı kompozitlerin rötire özellikleri temel olarak su/çimento oranına ve NSM oranına bağlı olarak değişmektedir. SNK'nın çimento hacminin %0,8'i oranında kullanıldığı çalışmada kuruma rötiresinin %55 oranında azaldığı görülmüştür. SNK'nın hidratasyonu destekleyerek etrenjit oluşumunu artırması, hacim genişlemesine yol açmakta bu da rötrenin azalmasına katkı sağlamaktadır [74]. Stephenson'nın yaptığı çalışmada da %0,1, %0,5 ve %1 oranında SNK ilavesi ile üretilen ultra yüksek performanslı betonlarda %0,5 SNK kullanılan seride erken yaşta belirgin şekilde rötrenin azaldığı görülmüştür [65]. Bu durum, SNK'nın hidrofilik ve hidroskopik özellikleri sayesinde zamanla matris içinde su bırakması ve boşlukları doldurarak erken yaş çatlaklarını ve otojen rötreyi azaltması ile açıklanmaktadır [75]. SNL'nin rötire özelliklerine etkisinin araştırıldığı çalışmalarda Kolour vd. yaptıkları çalışmada düşük oranlarda (%0,05 - %0,5) SNL ilavesinin düşük su/çimento oranı ile üretilen çimento pastalarında serbest rötreyi azalttığı belirtilmiştir. Düşük su/çimento oranı ile üretilen pastaların düşük boşluk oranları ve SNL'nin sağlamış olduğu içsel kürlenme rötrenin azalmasına katkı sağlamıştır [20]. Bununla birlikte su oranının ($s/\bar{c} > 0,4$) ve SNL miktarının ($> 1\%$) yüksek olduğu karışımlarda serbest rötrenin daha fazla olduğu bilinmektedir. Çimento ağırlığının %0,06 ve %0,09'u oranlarında SNL ilavesi ile üretilen pastaların da sırasıyla %49 ve %26 daha az otojen rötire yaptığı görülmüştür [49]. Şekil 12'de verilen 7 günlük otojen rötire sonuçlarına göre artan SNL oranının rötreyi azalttığı görülmektedir [22].



Şekil 12. SL katkılı pastaların erken yaş deformasyon özellikleri [22]

3.8. Dayanıklılık Özellikleri

Nano selüloz malzeme (NSM) katkılı çimento esaslı kompozitlerin dayanıklılık özelliklerini incelemek için yapılan sınırlı sayıda çalışmada; hızlı yaşlandırma etkisi [64,68,76], sülfat etkisi [37], donma-çözülme etkisi [56], alkali silika re-

aksiyonu [78] ve yüksek sıcaklık etkisinin [70] araştırıldığı görülmüştür.

Hızlı yaşlandırma etkisinin incelendiği çalışmada çimento ağırlığının %4'ü oranında ilave edilen SNL'nin dayanıklılık özelliklerine önemli bir katkısının olmadığı belirtilmiştir [76]. Claramunt vd.'nin çalışmasında 20 ıslanma-kuruma çevrimi sonrasında yüksek oranda SNL katkılı (çimento ağırlığının %8'ine kadar çıkan) eğilme dayanımı ve elastisite modülünün arttığı görülmüştür. Yaşlandırma testi sonrasında lif-matris bağının güçlendiği ve bunun ara yüzeyi iyileştirdiği vurgulanmıştır. Benzer sonuçlar Correia vd.'nin yaptıkları çalışmada da elde edilmiştir [78]. %1,33 oranında SNL ilave edilen serilerde yaşlandırma sonrası eğilme dayanımı ve elastisite modülünün sırasıyla %20 ve %25 arttığı belirtilmiştir [68].

SNL katkılı (çimento ağırlığının %0,26 ila %1,29'u oranında) harçlar sülfat etkisi altında incelendiğinde, yüksek oranda SNL eklenmesinin sülfat penetrasyonunu %50 oranında azaltabileceği sonucuna varılmıştır. SNL'nin sülfat penetrasyonunu azaltma özelliği selülozda moleküllerinde bulunan hidroksil grupları ve SNL'nin kısa-devre difüzyonu mekanizması ile ilişkilendirilmiştir [37].

Su/çimento oranının 0,45 olduğu beton numunelerin 100 adet donma-çözülme çevrimi sonrasında %1 SNL katkılı serilerin basınç dayanımları %0,18 oranında düşerken, aynı etkiye maruz SNL katkısız kontrol numunelerinde bu oranının %2,38 olduğu belirlenmiştir [56].

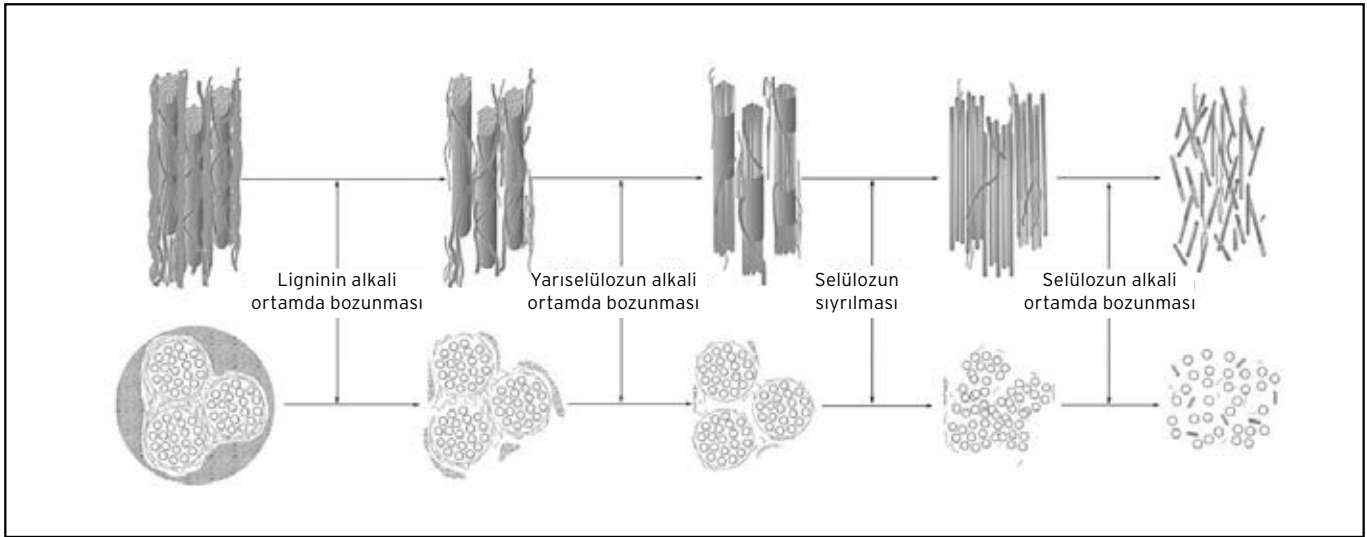
NSM'nin alkali silika reaksiyonuna (ASR) etkisinin incelendiği bir çalışmada bakteriyel selülozun ASR üzerinde herhangi bir etkisi olmazken %0,1 SNF ilavesinin ASR kaynaklı hacim genişlemesini %33 azalttığı belirtilmiştir [78].

Hoyos vd. çimento pastasının termo-mekanik özelliklerini incelemek için 35 -250 aralığında değişen sıcaklıklarda %0,1 ila %0,4 arasında değişen oranlarda SNL katkılı pastalara mekanik testler uygulamışlardır. 25 °C ile 200 °C arasındaki sıcaklık aralığında, en yüksek depolama modülü değerleri %0,4 SNL içeren kompozitlerde gözlemlenmiştir [70].

Yukarıda açıklanan dayanıklılık özelliklerine ek olarak selüloz malzemelerin alkali ortam direnci de yapılan iki farklı çalışmada incelenmiştir. Selülozun alkali ortama direnci olmadığı ve zamanla bozunduğu bilinmektedir [79]. Wei ve Meyer [80], OPC pastalarına hacimce %2 sisal lifi ekleyip, çimento kütlelerinin %10 ve %30'u metakaolin ile değiştirildiğinde liflerin bozunmasını değerlendirmişlerdir. Yazarlar, pastaların alkali ortamında lignin ve pektinin ilk bozulan bileşenler olduğunu belirtmiştir. Hemiselülozun bozulması ile hücre duvarlarının bütünlüğünü azaltmaktadır. Ardından, selüloz nano liflerin amorf bölgelerinin bozunması gerçekleşir ve bunların

kesilmesine ve sonucunda SNK'nın oluşmasına neden olmaktadır. Liflerin kristalin bölgeleri daha kararlı oldukları için bozulmazlar. Şekil 13, liflerin bozunma sürecini göstermektedir. Bozunma meydana geldikçe, çimento hidrasyon ürünleri olan C-S-H ve portlandit, hücre duvarına sızar. Bu süreç, liflerin

mineralleşmesinden ve kırılganlaşmasından sorumludur. SNL'nin nano silika ile birlikte kullanıldığı çalışmada da yüksek s/ç oranı (0,45) ve %0,5 SNL katkısı ile üretilen betonların 90 günlük basınç dayanımlarının, alkali ortamda SNL bozunmasına bağlı olarak azaldığı belirtilmiştir [52].



Şekil 13. Doğal liflerin alkali ortamda bozunmasının şematik gösterimi [43]

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geleneksel çimento esaslı kompozitlerin yüksek miktarda doğal kaynakları tüketmesi ve yüksek CO₂ salımına sebep olması nedeniyle sürdürülebilir hâle getirilmesi son yıllarda oldukça dikkate alınan bir durumdur. Yenilebilir, biyobozunur ve petrol kaynaklı olmayan nano selüloz malzemelerin çimento matrislerinde kullanılması yapı malzemelerini daha sürdürülebilir hâle getirmeye yardımcı olmaktadır.

Yapılan çalışmalar sonucunda NSM'nin uygun oranlarda kullanılmasıyla çimento esaslı malzemelerin reolojik özelliklerini olumsuz etkilemesine rağmen, mekanik ve mikro yapısal özelliklerinin iyileştirildiği açıkça görülmektedir. Genel olarak nano selüloz tipi, dozajı, matris içindeki dağılımı ve matris tipi çimentolu malzemelerin özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu nedenle çimentolu malzemelerde nano selüloz kullanılırken tüm bu faktörlerin dikkate alınarak detaylı incelenmesi gerekmektedir. Buna ek olarak, CNC'nin viskozite düzenleyici katkı maddelerine alternatif olarak kullanılabileceği belirtilmiştir. Bu durum sürdürülebilir çimento teknolojisi alanında daha fazla araştırma ve yeniliğe kapı açmaktadır.

NSM'nin çimento esaslı malzemelerin dayanıklılık özelliklerine etkilerini araştıran çalışmalar ise sınırlı sayıdır. Bu neden-

le, çevresel etkiler göz önüne alınarak malzemenin ileriki yaş performansını değerlendirmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Oke, A. E., Aigbavboa, C. O., Semenya, K., "Energy Savings and Sustainable Construction: Examining the Advantages of Nanotechnology", *Energy Procedia*, 142, pp. 3839-3843, 2017.
- [2] Sanchez, F., Sobolev, K., "Nanotechnology in Concrete - A Review", *Constr. Build. Mater.*, 24, 11, pp. 2060-2071, 2010.
- [3] Hou, P., Kawashima, S., Kong, D., Corr, D. J., Qian, J., Shah, S. P., "Modification Effects of Colloidal Nano-SiO₂ on Cement Hydration and Its Gel Property", *Compos. Part B Eng.*, 45, 1, pp. 440-448, 2013.
- [4] Sobolev, K., Gutiérrez, M. F., "How Nanotechnology Can Change the Concrete World," *Prog. Nanotechnol.*, pp. 113-116, 2014.
- [5] Lu, J.-X., Poon, C.S., "Improvement of Early-Age Properties For Glass-Cement Mortar By Adding Nanosilica", *Cem. Concr. Compos.*, 89, pp. 18-30, 2018.
- [6] Zhang, B., Tan, H., Shen, W., Xu, G., Ma, B., Ji, X., "Nano-Silica and Silica Fume Modified Cement Mortar Used As Surface Protection Material to Enhance The Impermeability", *Cem. Concr. Compos.*, 92, pp. 7-17, 2018.

- [7] Chen, J., Kou, S.-C., Poon, C.-S., "Hydration and Properties of Nano-TiO₂ Blended Cement Composites", *Cem. Concr. Compos.*, 34, pp. 642-649, 2012.
- [8] Luo, G., Liu, H., Li, W., Lyu, X., "Automobile Exhaust Removal Performance of Pervious Concrete with Nano TiO₂ Under Photocatalysis", *Nanomaterials*, 10, 2088, 2020.
- [9] Ramezani, M., Kim, Y.H., Sun, Z., "Modeling the Mechanical Properties of Cementitious Materials Containing CNTs", *Cem. Concr. Compos.*, 104, 103347, 2019.
- [10] Li, Z., Corr, D.J., Han, B., Shah, S.P., "Investigating The Effect of Carbon Nanotube on Early Age Hydration of Cementitious Composites With Isothermal Calorimetry and Fourier Transform Infrared Spectroscopy", *Cem. Concr. Compos.*, 107, 103513, 2020.
- [11] Ardanuy, M., Claramunt, J., Filho, R.D.T. "Cellulosic Fiber Reinforced Cement-Based Composites: A Review of Recent Research", *Construction and Building Materials*, 79, pp. 115-128, 2015.
- [12] Satyanarayana, K.G., Arizaga, G.G.C., Wypych, F., "Biodegradable Composites Based on Lignocellulosic Fibers-An Overview", *Prog. Polym. Sci.*, 34:982-1021, 2009.
- [13] Faruk, O., Bledzki, A.K., Fink, H.-P., Sain, M., "Biocomposites Reinforced With Natural Fibers: 2000-2010", *Prog. Polym. Sci.*, 37:1552-96, 2012.
- [14] Kaplan, D.L., "Introduction to Biopolymers from Renewable Resources" *Biopolymers from Renewable Resources*, Macromolecular Systems Materials Approach, 1-29, Springer, Berlin, Heidelberg, 1998.
- [15] Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.-P., Bohn, A., "Cellulose: Fascinating Biopolymer and Sustainable Raw Material", *Angewandte Chemie International Edition*, 44, pp. 3358-3393, 2005.
- [16] Håkansson, K., Fall, A., Lundell, F., "Hydrodynamic Alignment and Assembly of Nanofibrils Resulting in Strong Cellulose Filaments", *Nat Commun*, 5, 4018, 2014.
- [17] Balea, A., Blanco, A., Negro, C., "Nanocelluloses: Natural-Based Materials For Fiber-Reinforced Cement Composites. A Critical Review", *Polymers*, 11, 518, 2019.
- [18] Fu, T., Moon, R.J., Zavattieri, P., Youngblood, J., Weiss, W.J., "Cellulose Nanomaterials as Additives for Cementitious Materials", *Cellulose-Reinforced Nanofibre Composites: Production, Properties and Applications*, pp. 455-482, 2017.
- [19] Chu, Y., Sun, Y., Wu, W., Xiao, H., "Dispersion Properties of Nanocellulose: A Review", *Carbohydr. Polym.*, 250, 116892, 2020.
- [20] Kolour, H.H., Ahmed, M., Alyaseen, E., Landis, E.N., "An Investigation on the Effects of Cellulose Nanofibrils on the Performance of Cement Paste and Concrete", *Adv. Civ. Eng. Mater.*, 7, pp. 463-478, 2018.
- [21] Akhlaghi, M.A., Bagherpour, R., Kalhori, H., "Application of Bacterial Nanocellulose Fibers as Reinforcement in Cement Composites", *Construction and Building Materials*, 241, 118061, 2020.
- [22] Hiseine, O.A., Omran, A.F., Tagnit-Hamou, A., "Influence of Cellulose Filaments on Cement Paste and Concrete", *J. Mater. Civ. Eng.*, 30, 04018109, 2018.
- [23] Jordan, J.H., Easson, M.W., Condon, B.D., "Alkali Hydrolysis of Sulfated Cellulose Nanocrystals: Optimization of Reaction Conditions and Tailored Surface Charge", *Nanomaterials*, 9, 1232, 2019.
- [24] Moon, R., Beck, S., Rudie, A., *Cellulose Nanocrystals-A Material With Unique Properties and Many Potential Applications*, Production and Applications of Cellulose Nanomaterials, Chapter 1, TAPPI Press, pp. 9-12, 2013.
- [25] Flores, J., Kamali, M., Ghahremaninezhad, A., "An Investigation Into The Properties and Microstructure of Cement Mixtures Modified With Cellulose Nanocrystal", *Materials*, 10, 498, 2017.
- [26] Khoo, R. Z., Chow, W. S., Ismail, H., "Sugarcane Bagasse Fiber and Its Cellulose Nanocrystals For Polymer Reinforcement and Heavy Metal Adsorbent: A Review", *Cellulose*, 25, pp. 4303-4330, 2018.
- [27] Bai, W., Holbery, J., Li, K., "A Technique For Production of Nanocrystalline Cellulose With a Narrow Size Distribution", *Cellulose*, 16, pp. 455-465, 2009.
- [28] Lubin, G., **Handbook of composites**, Springer Science & Business Media, 2013.
- [29] Gurunathan, T., Mohanty, S., Nayak, S. K., "A Review of The Recent Developments in Biocomposites Based on Natural Fibres and Their Application Perspectives", **Composites Part A: Applied Science and Manufacturing**, 77, pp. 1-25, 2015.
- [30] Wei, L., Agarwal, U.P., Hirth, K.C., Matuana, L.M., Sabo, R.C., Stark, N.M., "Chemical Modification of Nanocellulose With Canola Oil Fatty Acid Methyl Ester", *Carbohydr. Polym.*, 169, pp. 108-116, 2017.
- [31] Lee, H.-J., Kim, W., "Long-Term Durability Evaluation of Fiber-Reinforced ECC Using Wood Based Cellulose Nanocrystals", **Constr. Build. Mater.**, 238, 117754, 2020.
- [32] Bharimalla, A. K., Patil, P. G., Deshmukh, S. P., Vigneshwaran, N., "Energy Efficient Production of Nano-Fibrillated Cellulose (NFC) From Cotton Linters By Tri-Disc Refining and Its Characterization", **Cellulose Chemistry and Technology**, 51, pp. 5-6, 2017.
- [33] Xu, X., Liu, F., Jiang, L., Zhu, J., Haagenson, D., Wiesenborn, D.P., "Cellulose Nanocrystals vs. Cellulose Nanofibrils: A Comparative Study on Their Microstructures and Effects As Polymer Reinforcing Agents", **Acs Appl. Mater. Interfaces**, 5, pp. 2999-3009, 2013.
- [34] Wang, Q., Zhu, J., Gleisner, R., Kuster, T., Baxa, U., McNeil, S., "Morphological Development of Cellulose Fibrils of A Bleached Eucalyptus Pulp By Mechanical Fibrillation", *Cellulose*, 19, pp. 1631-1643, 2012.
- [35] Iwamoto, S., Nakagaito, A., Yano, H., "Nano-Fibrillation of Pulp Fibers For The Processing of Transparent Nanocomposites", **Appl. Phys.**, 89, pp. 461-466, 2007.
- [36] Silva, F. A., Mobasher, B., Toledo Filho, R. D. "Cracking Mechanisms in Durable Sisal Fiber Reinforced Cement Composites", **Cement and Concrete Composites**, 31, 10, 2009.

- [37] Gonvalves, J., El-Bakkari, M., Boluk, Y., Bindiganavile V., "Cellulose Nanofibres (CNF) For Sulphate Resistance in Cement Based Systems", **Cement and Concrete Composites**, 99, pp. 100-111, 2019.
- [38] Sharma, C., Bhardwaj, N.K., "Bacterial Nanocellulose: Present Status, Biomedical Applications and Future Perspectives", **Mater. Sci. Eng.**, 104, 109963, 2019.
- [39] Dasong, D. Hemp Nanocellulose: Fabrication, Characterisation and Application. Ph.D. Thesis, Brunel University London, Uxbridge, UK, 2015.
- [40] de Amorim, J.D.P., de Souza, K.C., Duarte, C.R., Duarte, I.d., Ribeiro, F.d.A.S., Silva, G.S., de Farias, P.M.A., Stingl, A., Costa, A.F.S., Vinhas, G.M., "Plant and Bacterial Nanocellulose: Production, Properties and Applications in Medicine, Food, Cosmetics, Electronics and Engineering. A Review", **Environ. Chem. Lett.**, 18, pp. 851-869, 2020.
- [41] Mohammadkazemi, F., Doosthoseini, K., Ganjian, E., Azin, M., "Manufacturing of Bacterial Nano-Cellulose Reinforced Fiber-Cement Composites", **Construction and Building Materials**, 101, pp. 958-964, 2015.
- [42] Guo, A., Sun, Z., Sathitsuksanoh, N., Feng, H., "A Review on the Application of Nanocellulose in Cementitious Materials", **Nanomaterials**, 10, 2476, 2020.
- [43] Santos, R.F., Ribeiro, J.C.L., Carvalho, J.M.F., Magalhães, W.L.E., Pedroti, L.G., Nalon, G.H., Lima, G.E.S., "Nanofibrillated Cellulose and Its Applications in Cement-Based Composites: A Review", **Construction and Building Materials**, 288, 123122, 2021.
- [44] Cao, Y., Zavatterri, P., Youngblood, J., Moon, R.J., Weiss, J., "The Influence of Cellulose Nanocrystal Additions on the Performance of Cement Paste", **Cem. Concr. Compos.**, 56, pp. 73-83, 2015.
- [45] Cao, Y., Tian, N., Bahr, D., Zavatterri, P., Youngblood, J., Moon, R.J., Weiss, J., "The Influence of Cellulose Nanocrystals on the Microstructure of Cement Paste", **Cem. Concr. Compos.**, 74, pp. 164-173, 2016.
- [46] Vanin, D.V.F., Andrade, V.D., Fiorentin, T.A., Recouvreux, D.d.O.S., Carminatti, C.A., Al-Qureshi, H.A., "Cement Pastes Modified By Cellulose Nanocrystals: A Dynamic Moduli Evolution Assessment By The Impulse Excitation Technique", **Mater. Chem. Phys.**, 239, 122038, 2020.
- [47] Fan, Q., Meng, X., Li, Z., Ma, G., Wang, Z., Zhang, K., He, C., Meng, D., "Experiment and Molecular Dynamics Simulation of Functionalized Cellulose Nanocrystals as Reinforcement in Cement Composites", **Construction and Building Materials**, 341, 127879.
- [48] Jiao, L., Su, M., Chen, L., Wang, Y., Zhu, H., Dai, H., "Natural Cellulose Nanofibers As Sustainable Enhancers in Construction Cement", **PLoS ONE**, 11, e0168422, 2016.
- [49] Kolour, H.H., Ashraf, W., Landis, E.N., "Hydration and Early Age Properties of Cement Pastes Modified with Cellulose Nanofibrils", **Transportation Research Record**, 2675(9) 38-46, 2021.
- [50] Montes, F., Fu, T., Youngblood, J.P., Weiss, J., "Rheological Impact of Using Cellulose Nanocrystals (CNC) in Cement Pastes", **Construction and Building Materials**, 235, 117497, 2020.
- [51] Cao, Y., Zavattieri, P., Youngblood, J., Moon, R., Weiss, J., "The Relationship Between Cellulose Nanocrystal Dispersion and Strength", **Construction and Building Materials**, 119, pp. 71-79, 2016.
- [52] Kamasamudram, K.S., Ashraf, W., Landis, E.N., "Cellulose Nanofibrils With and Without Nanosilica For The Performance Enhancement of Portland Cement Systems", **Construction and Building Materials**, 285, 121547, 2021.
- [53] Sun, X., Wu, Q., Lee, S., Qing, Y., Wu, Y., "Cellulose Nanofibers as a Modifier for Rheology, Curing and Mechanical Performance of Oil Well Cement", **Sci. Rep.**, 6, 31654, 2016.
- [54] Hisseine, O.A., Basic, N., Omran, A.F., Tagnit-Hamou, A., "Feasibility of Using Cellulose Filaments as a Viscosity Modifying Agent in Self-Consolidating Concrete", **Cem. Concr. Compos.**, 94, pp. 327-340, 2018.
- [55] Barnat-Hunek, D., Grzegorzczak-Franczak, M., Szymanska-Chargot, M., Łagód, G., "Effect of Eco-Friendly Cellulose Nanocrystals on Physical Properties of Cement Mortars", **Polymers**, 11, 2088, 2019.
- [56] Barnat-Hunek, D., Szymanska-Chargot, M., Jarosz-Hadam, M., Łagód, G., "Effect of Cellulose Nanofibrils and Nanocrystals on Physical Properties of Concrete", **Construction and Building Materials**, 223, pp. 1-11, 2019.
- [57] Mejdoub, R., Hammi, H., Suñol, J.J., Khitouni, M., 'nif, A.M., Boufi, S., "Nanofibrillated Cellulose as Nanoreinforcement in Portland Cement: Thermal, Mechanical and Microstructural Properties", **J. Compos. Mater.**, 51, pp. 2491-2503, 2016.
- [58] Alzoubi, H.H., Albiss, B.A., Abu Sini, S.S., "Performance of Cementitious composites with nano PCMs and cellulose nano fibers", **Construction and Building Materials**, 236, 117483, 2020.
- [59] Shimazaki, Y., Miyazaki, Y., Takezawa, Y., Nogi, M., Abe, K., Ifuku, S., Yano, H., "Excellent Thermal Conductivity of Transparent Cellulose Nanofiber/Epoxy Resin Nanocomposites", **Biomacromolecules**, 8, 9, pp. 2976-2978, 2007.
- [60] Nasir, M., Aziz, M.A., Zubair, M., Ashraf, N., Hussein, T.N., Allubli, M.K., Manzar, M.S., Al-Kutti, W., Al-Harthi, M.A., "Engineered Cellulose Nanocrystals-Based Cement Mortar From Office Paper Waste: Flow, Strength, Microstructure and Thermal Properties", **J. Build. Eng.**, 51, 104345, 2022.
- [61] Onuaguluchi, O., Panesar, D.K., Sain, M., "Properties of Nanofibre Reinforced Cement Composites", **Constr. Build. Mater.**, 63, pp. 119-124, 2014.
- [62] Deze, E.G., Cuenca, E., Násner, A.M.L., Iakovlev, M., Sideri, S., Sapalidis, A., Borg, R.P., Ferrara, L., "Nanocellulose Enriched Mortars: Evaluation of Nanocellulose Properties Affecting Microstructure, Strength and Development of Mixing Protocols", **Materials Today: Proceedings**, 54, pp. 50-56, 2022.

- [63] Ramakrishnan, A., Ravishankar, K., Dhamodharan, R., "Preparation of Nanofibrillated Cellulose and Nanocrystalline Cellulose From Surgical Cotton and Cellulose Pulp in Hot-Glycerol Medium", *Cellulose*, 26, pp. 3127-3141, 2019.
- [64] Claramunt, J., Ventura, H., Filho, R.D.T., Ardanuy, M., "Effect of Nanocelluloses on the Microstructure and Mechanical Performance of CAC Cementitious Matrices", *Cem. Concr. Res.*, 119, pp. 64-76, 2019.
- [65] Stephenson, K.M., **Characterizing the Behavior and Properties of Nano Cellulose Reinforced Ultra High Performance Concrete**, University of Maine, 2011.
- [66] Goncalves, J., Boluk, Y., Bindiganavile, V., "Cellulose Nanofibres Mitigate Chloride Ion Ingress in Cement-Based Systems", *Cem. Concr. Compos.*, 114, 103780, 2020.
- [67] Peters, S.J., Rushing, T.S., Landis, E.N., Cummins, T.K., "Nanocellulose and Microcellulose Fibers For Concrete", *Transp. Res. Rec.*, pp. 25-28, 2010.
- [68] Correia, V. da C., Santos, S.F., Soares Teixeira, R., Savastano Junior, H., "Nanofibrillated Cellulose and Cellulosic Pulp For Reinforcement of the Extruded Cement Based Materials", *Constr. Build. Mater.*, 160, pp. 376-384, 2018.
- [69] Metaxa, Z.S., Tolkou, A.K., Efstathiou, S., Rahdar, A., Favvas, E.P., Mitropoulos, A.C., Kyzas, G.Z., "Nanomaterials in Cementitious Composites: An Update", *Molecules*, 26, 1430, 2021.
- [70] Hoyos, C.G., Zuluaga, R., Gañán, P., Pique, T.M., Vazquez, A., "Cellulose Nanofibrils Extracted From Fique Fibers as Bio-Based Cement Additive", *J. Clean. Prod.*, 235, pp. 1540-1548, 2019.
- [71] Hoyos, C.G., Vazquez, A., "Carbon Dioxide Sequestration in Portland Cement Paste Modified With Cellulose Microcrystalline", *Polar Arct. Sci. Technol. Offshore Geotech. Pet. Technol. Symp., American Society of Mechanical Engineers*, 6, pp. 1-8, 2013.
- [72] El Bakkari, M., Bindiganavile, V., Goncalves, J., Boluk, Y., "Preparation of Cellulose Nanofibers by TEMPO-Oxidation of Bleached Chemi-Thermomechanical Pulp For Cement Applications", *Carbohydr. Polym.*, 203, pp. 238-245, 2019.
- [73] Santos, S., Teixeira, R., Savastano Junior, H., "Interfacial Transition Zone Between Lignocellulosic Fiber and Matrix in Cement-Based Composites", *Sustainable and Nonconv. Constr. Mater. Using Inorg. Bond. Fiber Compos.*, pp. 27-68, 2017.
- [74] Lee, H.-J., Kim, S.-K., Lee, H.-S., Kim, W. A., "Study on the Drying Shrinkage and Mechanical Properties of Fiber Reinforced Cement Composites Using Cellulose Nanocrystals", *Int. J. Concr. Struct. Mater.*, 13, 39, 2019.
- [75] Hisseine, O.A., Soliman, N.A., Tolnai, B., Tagnit-Hamou, A., "Nano-Engineered Ultra-High Performance Concrete For Controlled Autogenous Shrinkage Using Nanocellulose", *Cem. Concr. Res.*, No. 137, 106217, 2020.
- [76] Ardanuy, M., Claramunt, J., Toledo Filho, R.D., "Evaluation of Durability to Wet/Dry Cycling of Cement Mortar Composites Reinforced With Nanofibrillated Cellulose", *Brittle Matrix Compos.*, 10, pp. 33-41, 2012.
- [77] Haque, M.I., Ashraf, W., Khan, R.I., Shah, S. A., "Comparative Investigation on the Effects of Nanocellulose From Bacteria and Plant-Based Sources For Cementitious Composites", *Cem. Concr. Compos.*, 125, 104316, 2022.
- [78] Claramunt, J., Ardanuy, M., Fernandez-Carrasco, L.J., "Wet/dry Cycling Durability of Cement Mortar Composites Reinforced With Micro and Nano Scale Cellulose Pulps", *BioResources*, 10, 2015.
- [79] Wei, J., Meyer, C., "Degradation Rate of Natural Fiber in Cement Composites Exposed to Various Accelerated Aging Environment Conditions", *Corros. Sci.*, 88, pp. 118-132, 2014.
- [80] Wei, J., Meyer, C., "Degradation Mechanisms of Natural Fiber in the Matrix of Cement Composites", *Cem. Concr. Res.*, 73, pp. 1-16, 2015.

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ ÜYELİĞİNİN AYRICALIKLARI



Hazır beton sektörünü ve paydaşlarını etkileyen konulardan haberdar olmak



Hazır beton üreticisi, tedarikçileri ve müşterileri arasındaki yakın ilişkiyi teşvik etmek



Yeni pazarların yaratılması yoluyla elde edilen faydaları paylaşmak



Sektörde verimlilik artırıcı ve maliyet azaltıcı teknolojileri ve uygulamaları öğrenmek



Üye firmanın diğer saygın üye firmalarla birlikte birçok kanalda listelenmesi



Tesislerin sertifikalı olduğunu tüm potansiyel müşterilere çeşitli kanallarda göstermek



Sektörü yakından ilgilendiren mevzuat çalışmalarında Dernek aracılığıyla güçlü bir sese sahip olmak



Hazır beton endüstrisinin tüm yönlerini geliştirmek için çalışan komitelerde söz sahibi olmak



THBB üyeliği aranan projelerde avantaj sağlamak



Akredite laboratuvar ve kalibrasyon hizmetlerinden avantajlı fiyatlarla faydalanmak



Çeşitli konulardaki yerinde ve merkezi eğitimlerden avantajlı fiyatlarla faydalanmak



Genel ve yerel sorunların ve zorlukların çözümü kapsamında Dernek gücünü kullanmak



KARAR.

İNŞAAT FAALİYETLERİNDE DÜŞÜŞ

■ Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), 2025 Nisan ayının Hazır Beton Endeksi Raporu'nu yayımladı. Genel olarak endekslerin eşik değerinin altında kalması, sektörde düşük performansın sürdüğüne işaret etti. Beklenti Endeksi sınırlı toparlanma gösterirken, negatif bölgede yer almaya devam etti. Güven Endeksi ise en düşük endeks olma özelliğini sürdürdü. —EKONOMİ SERVİSİ

PARA

Yavuz IŞIK / Türkiye Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu Başkanı

“Maliyet avantajı sunuyor”

Hazır beton, üretim süreçlerinde elektrik enerjisine ihtiyaç duyan bir sektör. Beton santrallerindeki karıştırıcılar, agrega ve çimento taşıma ve tartım sistemleri (bantlar, helezonlar), pompalar, aydınlatma, ofis binaları ve diğer yardımcı ekipmanlar elektrik enerjisi kullanıyor. Toplam üretim maliyetleri içinde enerji giderlerinin payı, özellikle son yıllardaki artışlarla birlikte, firmalar için önemli bir kaleme haline geldi. Kendi enerjisini üretme, özellikle kendi elektriğini temin etme noktasında sektörümüz, potansiyeli keşfetme ve değerlendirme aşamasında. Son yıllardaki dönüşüm, büyük ölçüde artan enerji faturalarına bir reaksiyon olarak başladı ve temel olarak enerji verimliliğini artırmaya, ekipmanları modernize etmeye ve operasyonel süreçleri optimize etmeye odaklandı. Kendi elektriğini yenilenebilir kaynaklardan üretme (özellikle GES) konusunda ise firmaların fizibilite çalışmaları ve az sayıda firmanın gerçekleştirdiği yatırımlar mevcut. Sektör genelinde yaygın bir GES yatırım dalgasından bahsetmek için henüz çok erken. Dönüşüm, bir zorunluluk bilinciyle birlikte adım adım ilerlemesi gereken bir hedef olarak görülmekte.

Kendi enerjisini üretmek, hazır beton firmaları için potansiyel olarak önemli maliyet avantajları sunar. En temel avantaj, özellikle dalgalı piyasa koşullarında sürekli artan enerji maliyetlerinden bağımsızlık kazanarak operasyonel giderleri düşürme imkanı. Sabit yatırım maliyeti dışında, tesisin kendi ürettiği enerjinin birim maliyeti genellikle şebekeden alınan enerjiden uzun vadede daha düşük, ancak hazır beton tesislerinin özellikle GES yatırımı yaparken karşılaştığı pratik zorluklar, bu potansiyel avantajın kolayca elde edilmesini engellemekte. Sektör firmaları, yatırım kararlarında engelleri ve riskleri dikkatle değerlendiriyor. Bununla birlikte, hazır beton üreticileri ek bir iş kolu olarak farklı lokasyonlarda GES yatırımları yaparak mahsuplaşma yoluyla elektrik maliyetlerini düşürebilirler. Bazı hazır beton firmalarının bu alanda yatırımları mevcut.



TÜRK YAPI SEKTÖRÜNÜN LİDER YAPI FUARI
THE LEADING EXHIBITION OF TURKISH BUILDING INDUSTRY



47. YAPI
FUARI
TURKEY BUILD
İSTANBUL

YAPI, İNŞAAT MALZEMELERİ VE TEKNOLOJİLERİ
BUILDING, CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES

16 - 19 NİSAN / APRIL 2025
TÜYAP - BÜYÜKÇEKMECE



 [yapifuariturkeybuild](https://www.facebook.com/yapifuariturkeybuild)

 [yapiturkeybuild](https://twitter.com/yapiturkeybuild)

www.yapifuari.com.tr

 [yapi-turkeybuild](https://www.linkedin.com/company/yapi-turkeybuild)

 [yapiturkeybuild](https://www.instagram.com/yapiturkeybuild)

www.turkeybuild.com.tr

Organizatör
Organiser



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**



Ekan Kimya, üretimden teslimata kadar her aşamada kalite kontrolü ve hizmet kalitesini birinci önceliği olarak benimser. Avrupa, Orta Doğu ve Afrika'daki iş ortaklarına beton ve çimento kimyasallarını en hızlı ve en güvenilir şekilde ulaştırır. Yenilikçi ve ihtiyaca özel ürün çözümleri sunar.

— KATKIMIZ OLSUN —



info@ekanchem.com



www.ekanchem.com



+90 216 504 42 37

Düşük Karbon Yüksek Performanslı Buluştuğundo

EnviroMx

Betonun karbon ayak izini azaltma ve kontrol etme amacıyla sunulan benzersiz bir global ürün ve hizmet teklifi

