

“HAZIR BETON” THBB YAYIN ORGANIDIR.

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

• YIL: 33 > TEMMUZ - AĞUSTOS 2026 • YEAR: 33 > JULY - AUGUST 2026



TÜRKİYE'NİN BETONSTAR'I SAHADA



İŞLER
YOLUNDA

ÜRETİM AĞIMIZ

Yerli sermaye gücümüzle üretim kapasitemizi artırıyor, müşterilerimize **daha güçlü** ve **etkin** çözümler sunuyoruz.

İstanbul/Türkiye



Cuneo/İtalya



Giresun/Türkiye



Riyad/Suudi Arabistan



ÜRETİM
KAPASİTEMİZİ
ARTIRIYORUZ.



SEVKİYAT
SÜREÇLERİMİZİ
HIZLANDIRIYORUZ.



DÜNYANIN
FARKLI BÖLGELERİNE
DAHA ETKİN LOJİSTİK
SAĞLIYORUZ.



SÜRDÜRÜLEBİLİR
BÜYÜME VİZYONUMUZU
GÜÇLENDİRİYORUZ.



YERLİ ÜRETİM GÜCÜNÜ
YENİ YATIRIMLARLA
DESTEKLEMeye DEVAM
EDİYORUZ.

4 ÜRETİM NOKTASI

DAHA GENİŞ ÜRETİM AĞI DAHA GÜÇLÜ ÇÖZÜMLER

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİNE ÜYE KURULUŞLAR

TURKISH RMC ASSOCIATION - MEMBER COMPANIES

Adil İnşaat
İstanbul: 0212 432 19 99

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

Ak Beton
İstanbul: 0216 365 18 66

Akdeniz01 Beton
Osmaniye: 0533 319 84 38

Akova Beton
Kocaeli: 0262 381 01 01

Albayrak Beton
İstanbul: 0216 466 52 47

Alagözler Beton
Zonguldak: 0372 615 84 16

Altın Beton
İstanbul: 0216 484 65 70

Arı Group
Bilecik: 0228 314 84 41

Asdur Beton
Hatay: 0326 413 81 85

Atılım Beton
Tekirdağ: 0282 726 23 77
İstanbul

Ayhanlar Hazır Beton
Kocaeli: 0262 759 10 22

Aykon Beton
Mardin: 0532 206 81 65

Bakır Beton
Kayseri: 0352 322 13 13

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

Besantaş Beton
İstanbul: 0212 689 02 63

Betoçim Çimento ve Beton
İstanbul: 0216 482 48 66

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

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

Birlik Beton
Ankara: 0312 278 43 91

Bodrum Beton
Muğla: 0252 559 01 12

Bozkayalar Taşocağı&Beton
Hatay: 0326 392 10 21

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

Cantaş Beton
Edirne: 0284 268 62 03
Kırklareli

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

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

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

Çimya Çimento
Elâziğ: 0424 247 20 42
Malatya

Danış Beton
İstanbul: 0216 471 34 34

Evliyaoğlu Beton
İzmir: 444 77 04

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, Yalova

Hamak İnşaat
İstanbul: 0216 731 31 28

Haydaroğlu Hazır Beton
Kocaeli: 0532 699 06 41

Herpa Maden Beton
Kocaeli: 0262 335 15 00

İnci Beton
Sakarya: 0264 276 61 00

İsmail Demirtaş Beton
İstanbul: 0216 378 66 66

İston
İstanbul: 0212 537 82 00

Kafkas Hazır Beton
Balıkesir: 0266 377 25 48

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

Köroğlu Beton
Bolu: 0374 243 96 42

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

Medcem Beton
Mersin: 0324 744 40 00
Adana

Me-Ke İnşaat
Tekirdağ: 0282 645 60 69

Miltaş Beton
İstanbul: 0216 311 91 61

Nas Beton
Hatay: 0326 221 32 00

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

Onur Beton
İstanbul: 0212 798 21 13

Orbetaş
Ordu: 0452 233 28 16

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

Özgüven Beton
İzmir: 0232 520 30 00
Manisa

Özseç Beton
İstanbul: 0212 798 25 38
Sakarya

Özyurt A.Ş.
İstanbul: 0212 485 90 49

Polat Beton
Ankara: 0312 384 30 97

Safi Beton
İstanbul: 0216 468 87 00
Bursa

Sayın Hazır Beton
Afyonkarahisar: 0272 221 10 30
Antalya

Selka Hazır Beton
Eskişehir: 0222 237 62 62
Kütahya

Sinop Beton
Sinop: 0368 613 33 39

Traçim
İstanbul: 0212 315 53 32

Uğural
Ankara: 0312 284 81 00

Ulu Beton
İstanbul: 0212 688 08 88

Ulusal Beton
İstanbul: 0212 615 61 12
Kocaeli

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

Yapısoy Beton
Kocaeli: 0262 371 13 04

Yaşar Cihan Beton
Bursa: 0224 413 22 44
Sakarya

Yiğit Hazır Beton
Ankara: 0312 278 79 00
Bolu

Yoldere Beton
Kocaeli: 444 11 08



Putzmeister

TÜRKİYE'NİN LİDER BETON POMPASI



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

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

İçindekiler : contents :

6

Başkan'ın Gözüyle President's Opinion

Dengelenme sürecinde Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü

Türkiye's economy and construction sector amid the rebalancing process

22

Haberler News

Türkiye ekonomisi 2026 yılı ikinci çeyreğinde %2,3 büyüdü

Turkish economy grew by 2.3% in the second quarter of 2026

8

Etkinlikler Activities

Deprem güvenliği için kaliteli yapı malzemesi kadar sürekli denetim de vazgeçilmezdir

Quality building materials and continuous inspection are indispensable for earthquake safety

34

İnovasyon Innovation

Yeni tasarım yaklaşımı, ultra yüksek performanslı betonun maliyetini önemli ölçüde düşürebilir

New design approach may help slash the price of ultra-durable concrete

İLAN İNDEKSİ ADVERTISEMENT INDEX

BETONSTAR	Ön kapak içi	GÜVEN	s > 11	BMS	s > 19
EKAN KİMYA	Ön kapak içi karşısı	FORD TRUCKS	s > 13	HİDROMEK	s > 21
THBB ÜYELER	s > 2	İMER L&T	s > 15	DOĞUŞ TEKNİK MAKİNE	s > 25
PUTZMEISTER	s > 3	AKÇANSA	s > 17	NT MAKİNE	s > 27

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

Kapak Fotoğrafı: Artemio Layno, GCCA Concrete in Life Photography Competition 2024/2025

46

Sürdürülebilirlik
Sustainability

Biyokömür, daha dayanıklı ve daha düşük karbonlu çimento üretimine katkı sağlayabilir

Biochar could help build stronger, lower-carbon cement

65

Makale
Article

Çimento Esaslı İnce Kompozitler
Thin Cement-Based Composites

55

Uygulamalar
Applications

Kalsiyum Oksiklorür: Oluşumu, Hasar Mekanizması ve Önlemler
Calcium Oxychloride: Formation, Deterioration Mechanisms, and Mitigation Strategies

79

Basında THBB
THBB at Press

KOLUMNAN	s > 29	THBB	s > 54	CHRYSO	Arka kapak
İMPES	s > 37	THBB LAB.	s > 64		
AGÜB	s > 43	KGS	Arka kapak içi karşısı		
CSC	s > 49	POLYTEC KİMYA	Arka kapak içi		

Teknik Editörler

Technical Editors

Dr. Aslı Özbora - İnş. Müh.
Koray Saçlıtüre - Y. Jeoloji Mühendisi

Yayımlayan

Publisher

Türkiye Hazır Beton Birliği**Turkish Ready Mixed Concrete Association**

Rüzgârlıbahçe Mah. Özalp Sok. No.:2

K Plaza Kat: 3 34805 Beykoz / İstanbul

Tel: (0216) 322 96 70 (pbx)

Faks: (0216) 413 61 80

www.thbb.org - info@thbb.org**Baskı**

Printing

Şan Matbaa Ambalaj

San. Tic. AŞ

Hamidiye Mah.

Anadolu Cad. No.: 50/3

Kâğıthane / İSTANBUL

Tel: 0212 289 24 24

Grafik Tasarım

Graphic Design

FUTURA

Yayın Türü

Publication Type

Yerel Süreli Yayın, 2 Aylık

Baskı: 17 Eylül 2026

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



Dengelenme sürecinde Türkiye ekonomisi ve inşaat sektörü

Yavuz Işık

THBB Yönetim Kurulu Başkanı

President

Güvenli yapılaşma; malzeme üreticisinden mühendisine, müteahhidinden yapı denetim kuruluşlarına ve kamu kurumlarına kadar tüm paydaşların ortak ve sürekli çabası gerektirmektedir. Depreme dirençli şehirler inşa etmenin yolu, bilimsel esaslardan taviz vermeden kaliteyi ve deneti-

mi tüm süreçlerde kararlılıkla uygulamaktan geçmektedir. 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nin 27. yıl dönümünde yaptığımız basın açıklamasında bu görüşlerimizi paylaştım.

Birliğimiz tarafından ülkemize tanıtılan Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) belgelendirme çalışmaları hız kesmeden ilerliyor. Konseyin Belgelendirme Kurulu olan KGS'nin yaptığı denetimler sonucunda Limak Çimento'nun Kurtalan Çimento Fabrikası ile Limak Doğu Anadolu Çimento'nun Ergani ve Şanlıurfa Çimento Fabrikaları "Altın" seviyesinde CSC Sertifikası almaya hak kazandı. Değerli üyemiz Limak Çimento'yu içtenlikle kutluyor; bu vesileyle çevreye duyarlı üretim yapan ve sürdürülebilirlik odaklı çalışan tüm firmalarımızı bu ekosistem parçası olmaya davet ediyorum.

Meslek içi eğitimlerimize ve mesleki yeterlilik sınavlarımıza yoğun bir şekilde devam ediyoruz. Temmuz ve ağustos aylarında transmiksör ve pompa operatörlerine yönelik düzenlediğimiz Uygulamalı Güvenli Sürüş Eğitimimizi Nuh Beton'un Kocaeli Başiskele, Çimbeton'un İzmir Işıkkent, Koyunder, Çiğli, Gaziemir, Torbalı, Özbek, Aydın ve Nazilli tesislerinde yaptık.

Temmuz ve ağustos aylarında THBB MYM olarak Beton Pompa Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı; Nuh Beton'un Kocaeli İzmit, İsmail Demirtaş Beton'un İstanbul Kurtköy ve Ataşehir, Akçansa'nın Balıkesir Edre-

mit ve Danış Beton'un İstanbul Ferhatpaşa tesislerinde yaptık. Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı; Nuh Beton'un Kocaeli İzmit, Danış Beton'un İstanbul Ferhatpaşa ve Limak Beton'un Bursa tesislerinde düzenledik. Beton Transmiksör Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavlarımızı ise Nuh Beton'un İzmit tesisinde yaptık. İş güvenliğine uyumlu, nitelikli ve sorunsuz çalışma koşulları için personelinizin Beton Transmiksör Operatörlüğü, Beton Pompa Operatörlüğü ve Beton Santral Operatörlüğü Mesleki Yeterlilik Belgesi alması amacıyla THBB MYM'ye başvurularınızı bekliyoruz.

İstanbul Sanayi Odası (İSO) tarafından her yıl açıklanan Türkiye'nin İkinci 500 Büyük Sanayi Kuruluşu Araştırması'nın 2025 yılı sonuçlarında çok sayıda Birliğimiz üyesi firmanın ve bağlı kuruluşunun yer alması bizleri gururlandırdı. Bu listede yer alan üyelerimiz veya bağlı kuruluşları olan Traçim, Batisöke Söke Çimento, Nuh Beton, Özseç Beton, Adoçim, Çimbeton, İSTON, Batıbeton, Batıçim, Hacıoğulları Beton, Bursa Beton ve Sayın Prefabrik'i tebrik eder; başarılı çalışmalarının devamını dilerim.

Uluslararası platformlarda da ülkemizi ve sektörümüzü temsil etmeye devam ediyoruz. Haziran ve ağustos aylarında te-

lekonferans yöntemiyle yapılan Üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğumuz İsviçre merkezli Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (CSC) Yönetim Kurulu toplantılarına katılarak ülkemizi ve Birliğimizi temsil ettik.

Bu çalışmalarımızı sürdürürken, ülkemizin ve sektörümüzün içinde bulunduğu ekonomik ve küresel gelişmeleri de yakından takip ediyoruz.

Dünya ekonomisi, son yıllarda alışılmış ekonomik döngülerin çok ötesinde, aynı anda birden fazla yapısal dönüşümün yaşandığı yeni bir dönemden geçmektedir. Savaşlar, enerji arz güvenliği, ticaret politikalarındaki değişimler, korumacılık eğilimleri, tedarik zincirlerinin yeniden yapılanması ve

Türkiye's economy and construction sector amid the rebalancing process

The global economy is entering a new era marked by multiple structural transformations taking place simultaneously, going far beyond the conventional economic cycles of recent years.

Wars, energy security concerns, shifts in trade policies, rising protectionism, the restructuring of supply chains, and rapid technological transformation are directly affecting not only countries' economic policies but also their investment decisions.

The Turkish economy grew by 2.3% year-on-year in the second quarter of 2026. Construction output declined by 6% year-on-year in June.

teknoloji alanındaki hızlı dönüşüm, ülkelerin ekonomik politikaları kadar yatırım kararlarını da doğrudan etkilemektedir. Rusya-Ukrayna savaşının küresel ekonomide yarattığı enerji ve tedarik zinciri etkileri henüz tamamen ortadan kalkmamışken, Orta Doğu'daki savaş ve jeopolitik gerilimler enerji piyasaları üzerinde yeni bir baskı oluşturmıştır. Özellikle Hürmüz Boğazı çevresindeki gelişmeler, dünya enerji arzının ne kadar kırılgan olabileceğini bir kez daha ortaya koymuştur. Uluslararası Para Fonu'nun temmuz ayında yayımladığı Dünya Ekonomik Görünüm Güncellemesi'nde de küresel ekonominin 2026 yılında yüzde 3 büyümesi beklenirken, savaş kaynaklı enerji şokunun enflasyon ve büyüme üzerinde önemli riskler oluşturduğu vurgulanmıştır.

Bu tabloya ticaret politikalarındaki dönüşümü de eklemek gerekmektedir. ABD ile Çin arasındaki rekabet artık yalnızca gümrük tarifeleri üzerinden değil; yapay zekâ, yarı iletkenler, enerji teknolojileri, kritik mineraller ve stratejik üretim kapasitesi üzerinden yürütülmektedir. Avrupa Birliği de sanayisinin rekabet gücünü korumak, enerji bağımlılığını azaltmak ve yeşil dönüşümü hızlandırmak amacıyla yeni politikalar geliştirmektedir. Dolayısıyla önümüzdeki dönemde ülkelerin ekonomik gücünü yalnızca maliyet avantajı değil, üretim kabiliyeti, enerji güvenliği, teknolojiye erişim ve tedarik zincirlerindeki konum belirleyecektir.

Küresel ekonomideki bu değişim Türkiye açısından hem önemli riskleri hem de önemli fırsatları beraberinde getirmektedir. Stratejik konumumuz, güçlü üretim altyapımız, Avrupa pazarına yakınlığımız ve gelişmiş inşaat sektörümüz Türkiye'yi küresel tedarik zincirlerinin yeniden şekillendiği dönemde avantajlı bir konumda tutmaktadır ancak enerji ve ham madde ithalatına duyarlılığımız, küresel enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve dış finansman koşulları, ekonomimiz açısından dikkatle yönetilmesi gereken başlıklardan olmaya devam etmektedir.

Türkiye ekonomisi için son dönemde en önemli gündem ise dezenflasyon süreci ve ekonomik dengelenmedir. Temmuz 2026 itibarıyla tüketici enflasyonu yıllık yüzde 31,75 seviyesinde bulunmaktadır. Enflasyonda geçmiş döneme kıyasla belirgin bir gerileme sağlanmış olmakla birlikte, fiyat istikrarının kalıcılığı için önümüzde hâlâ önemli bir mesafe bulunmaktadır. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası da temmuz ayında politika faizini yüzde 37 seviyesinde tutarak sıkı para politikası duruşunu sürdürmüş ve para politikası kararlarının enflasyon görünümüne bağlı olarak ihtiyatlı biçimde alınmaya devam edeceğini belirtmiştir.

For a healthy investment environment to take shape in the construction sector, not only demand but also costs and financing conditions need to become more predictable.

Considering Türkiye's earthquake risk, the need for urban transformation, population growth, urbanisation and infrastructure requirements, the construction sector will remain one of the key sectors of the Turkish economy in the years ahead.

The construction and ready-mixed concrete sectors will continue to play a vital role in this transformation and remain key building blocks of Türkiye's sustainable development.

Bu sürecin doğal sonucu olarak iç talepte ve yatırımlarda bir dengelenme yaşanmaktadır. 2026 yılının ikinci çeyreğinde yıllık yüzde 2,3 büyüyen Türkiye ekonomisinde büyümenin devam etmesi önemli olmakla birlikte, bu büyümenin daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşması gerekmektedir. Uluslararası kuruluşlar da Türkiye için 2026 yılına ilişkin büyüme beklentilerini yüzde 3 civarında tutmaktadır. IMF yüzde 2,9, OECD ise yüzde 3,1 oranında büyüme öngörmektedir.

Bizler inşaat sektörünün içinden baktığımızda, ekonomideki bu dengelenmenin etkilerini sahada çok daha yakından hissetmekteyiz. İnşaat üretimi haziran ayında yıllık bazda yüzde 6 geriledi. Bina inşaatındaki düşüş yüzde 7,5 olurken, bina dışı yapılarda yüzde 4,5 oranında artış

gerçekleşti. Bu ayrışma, özellikle altyapı ve büyük ölçekli yatırımların sektöre destek vermeye devam ettiğini, buna karşılık konut ve özel sektör ağırlıklı yatırımlarda finansman ve talep koşullarının daha belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapı ruhsatlarına ilişkin veriler de sektörün yeni proje üretiminde temkinli bir dönemin devam ettiğine işaret etmektedir. 2026 yılının ikinci çeyreğinde yapı ruhsatı verilen binaların yüz ölçümü geçen yılın aynı dönemine göre yüzde 7,4 azaldı. Buna karşın Temmuz ayında konut satışlarının belirli bir seviyede korunması, Türkiye'de konut ihtiyacının azalarak da olsa devam ettiğini göstermektedir.

Sektörün bir diğer önemli sorunu ise maliyetlerdir. Haziran 2026 itibarıyla inşaat maliyet endeksi yıllık yüzde 28,66 arttı. Malzeme maliyetleri yıllık yüzde 27,78, işçilik maliyetleri ise yüzde 30,25 yükseldi. Bu tablo, özellikle uzun vadeli projelerde maliyet öngörüsünü ve fiyatlama kabiliyetini zorlaştırmaktadır. İnşaat sektöründe sağlıklı bir yatırım ortamının oluşması için yalnızca talebin değil, maliyetlerin ve finansman koşullarının da öngörülebilir hâle gelmesi gerekmektedir.

Burada sektörümüz açısından önemli olan, mevcut yavaşlamayı yalnızca bir daralma dönemi olarak değerlendirmek, önümüzdeki dönemin ihtiyaçlarını doğru okumaktır. Türkiye'nin deprem riski, kentsel dönüşüm ihtiyacı, nüfus artışı, şehirleşme ve altyapı gereksinimleri dikkate alındığında inşaat sektörünün önümüzdeki yıllarda da ekonominin önemli sektörlerinden biri olacağı açıktır.

İnanıyorum ki Türkiye, doğru politikalar ve uzun vadeli bir bakış açısıyla küresel belirsizliklerin yarattığı riskleri fırsata çevirebilir. İnşaat ve hazır beton sektörleri de bu dönüşümün yalnızca uygulayıcısı değil, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmasının en önemli yapı taşlarından biri olmaya devam edecektir.

Deprem güvenliği için kaliteli yapı malzemesi kadar sürekli denetim de vazgeçilmezdir



17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nin 27. yıl dönümünde açıklamada bulunan Türkiye Hazır Beton Birliği Başkanı Yavuz Işık, deprem güvenliğinin kaliteli yapı malzemesi kullanımı ile üretimden uygulamaya kadar tüm süreçleri kapsayan etkin ve sürekli denetimle sağlanabileceğini belirterek, "Güvenli yapılaşma, malzeme üreticisinden mühendisine, müteahhidinden yapı denetim kuruluşlarına ve kamu kurumlarına kadar tüm paydaşların ortak ve sürekli çabasını gerektirmektedir. Depreme dirençli şehirler inşa etmenin yolu, bilimsel esaslardan taviz vermeden kaliteyi ve denetimi tüm süreçlerde kararlılıkla uygulamaktan geçmektedir." dedi.

Quality building materials and continuous inspection are indispensable for earthquake safety

Speaking on the 27th anniversary of the 17 August 1999 Marmara Earthquake, Yavuz Işık, Chairman of the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB), stated that earthquake safety can only be achieved through the use of quality building materials and effective, continuous inspection covering all processes from production to application. He said, "Safe construction requires the collective and sustained efforts of all stakeholders, from material producers and engineers to contractors, building inspection bodies, and public authorities.

Türkiye'de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için 1988 yılından bu yana çalışan Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), 17 Ağustos 1999'da yaşanan deprem felaketinin 27. yıl dönümünde kaliteli yapı malzemelerinin ve etkin denetimin önemine dikkat çekti. THBB Başkanı Yavuz Işık, geçen 27 yılda deprem güvenliği konusunda önemli ilerlemeler kaydedildiğini ancak Kahramanmaraş depremlerinin, bazı alanlarda hâlen atılması gereken adımların bulunduğunu açıkça ortaya koyduğunu ifade etti.

Geçmiş anmak kadar geleceğe

hazırlanmak da sorumluluğumuzdur

17 Ağustos Marmara Depremi'nin toplumun hafızasında derin izler bıraktığını belirten THBB Başkanı Yavuz Işık, "17 Ağustos'u geçmişte yaşanan büyük acıları hatırlamanın yanı sıra gelecekte yaşanabilecek depremlere karşı ne kadar hazır olduğumuzu sorguladığımız bir gün olarak değerlendirmeliyiz. Bugün üzerinde durmamız gereken konu, gelecekte meydana gelebilecek yıkıcı depremlerden önce elimizde bulunan bilgi birikimini, teknolojiyi ve denetim mekanizmalarını ne ölçüde hayata geçirebildiğimizdir." dedi.

Hazır beton, doğru üretildiğinde ve doğru uygulandığında güvenli yapıların temelidir

Beton teknolojisinde Türkiye'nin önemli bir seviyeye ulaştığını vurgulayan THBB Başkanı Yavuz Işık, "Ülkemiz, yüksek dayanım sınıflarına ulaşabilen, çevresel et-

kilere dayanıklı ve uzun ömürlü betonların üretimi konusunda önemli bir bilgi birikimine, standart altyapısına ve laboratuvar kapasitesine sahiptir. Yapılan saha incelemeleri, doğru tasarlanmış, standartlara uygun üretilmiş ve şantiyede doğru uygulanmış betonla inşa edilen yapıların beklenen deprem performansını gösterdiğini defalarca ortaya koymuştur. Bu nedenle hazır beton, doğru koşullarda üretildiği ve uygulandığı takdirde yapı güvenliğinin en önemli unsurlarından biridir. Kalite Güvence Sistemi (KGS) belgeli beton kullanımı da kaliteli betonun en büyük güvencesidir.” diye konuştu.

Yapı güvenliğinin anahtarı üretimden uygulamaya kadar kesintisiz denetimdir

Kaliteli malzemenin tek başına yeterli olmadığını belirten THBB Başkanı Yavuz Işık, “Betonun karışım tasarımı, santralde üretimi, şantiyeye taşınması, yerleştirilmesi, kür işlemleri ve dayanım testleri birbirini tamamlayan bir zincirin halkalarıdır. Bu zincirin her aşamasında sürekli ve bağımsız denetimin sağlanması gerekir. Zincirin herhangi bir noktasında denetim eksik kaldığında, kaliteli malzeme dahi yapının güvenliğini tek başına garanti edemez.” ifadelerini kullandı.

Dijital denetim sistemi yapı güvenliği açısından önemli bir adımdır

Hazır beton sektöründe dijital denetim uygulamalarının öneme dikkat çeken THBB Başkanı Yavuz Işık, “Hazır beton denetiminin Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığımız tarafından tamamen dijital olarak izlenebilir hâle getirilmesi, sektörümüz açısından son derece önemli bir gelişmedir. Böylece denetim, tek seferlik ve kâğıt üzerinde kalan bir kontrol olmaktan çıkarak üretimden sevkiyata kadar tüm sürecin izlenebildiği sürekli ve kayıt altına alınan bir yapıya dönüşmektedir. Türkiye Hazır Beton Birliği olarak, bu dijital denetim altyapısının sektörde tam anlamıyla benimsenmesini ve etkin biçimde uygulanmasını desteklemeye devam ediyoruz.” dedi.

Depreme dirençli şehirler ortak sorumluluk anlayışıyla mümkündür

17 Ağustos’un 27. yılında tüm paydaşlara önemli görevler düştüğünü ifade eden THBB Başkanı Yavuz Işık, “Depremi ne zaman, nerede ve hangi büyüklükte meydana geleceğini

The way to build earthquake-resilient cities is to implement quality and inspection rigorously at every stage, without compromising scientific principles.”

Working since 1988 to ensure the production of concrete in compliance with standards and the proper use of concrete in construction, the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) drew attention to the importance of quality building materials and effective inspection on the 27th anniversary of the devastating earthquake that struck Türkiye on 17 August 1999. THBB Chairman Yavuz Işık noted that significant progress had been made in earthquake safety over the past 27 years, but emphasized that the Kahramanmaraş earthquakes clearly demonstrated that further steps still need to be taken in certain areas.

bilemeyiz ancak bugün inşa ettiğimiz yapıların deprem karşısındaki davranışını belirleme imkânına sahibiz. Güvenli yapılaşma, malzeme üreticisinden mühendisine, müteahhidinden yapı denetim kuruluşlarına ve kamu kurumlarına kadar tüm paydaşların ortak ve sürekli çabasını gerektirmektedir. Depreme dirençli şehirler inşa etmenin yolu, bilimsel esaslardan taviz vermeden kaliteyi ve denetimi tüm süreçlerde kararlılıkla uygulamaktan geçmektedir.” dedi.



İnşaatta zayıf seyir ağustosta da devam etti

Construction Activity Remained Weak in August

The Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has released its August 2026 Ready Mixed Concrete Index Report, which tracks current conditions and expected developments in the construction-related manufacturing and services sectors and is closely followed each month.

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" 2026 Ağustos Ayı Raporu'nu açıkladı.

Rapora göre, endekslerin yılın önemli bir bölümünde 100,00 eşik değerinin altında hareket ettiği görülmektedir. Temmuz ve ağustos ayı verileri birlikte değerlendirildiğinde, ağustos ayında sektörün genel görünümünde zayıf gidişatın korunduğu ve endekslerin eşik değerin altında yatay ve dengeli seyrettiği görülmektedir.

Güven Endeksi, dönem boyunca eşik değerin altında en düşük seviyelerde seyre-

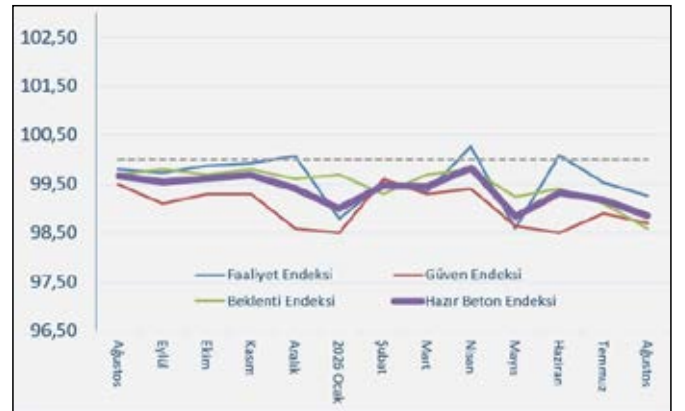
den gösterge konumunu korurken, ağustos ayında da benzer hareketini sürdürmüştür. Endeksin 100,00 eşik değerinin belirgin şekilde altında kalmaya devam etmesi, sektörde güven ortamının henüz güçlü bir seviyeye ulaşmadığını ve piyasa oyuncularının temkinli yaklaşımını koruduğunu göstermektedir. Faaliyet Endeksi, ağustos ayında da 100,00 eşik değerinin altında kalarak sektördeki faaliyet ivmesinin zayıf kaldığını ve kırılğan seyrin sürdüğünü ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, endeksin 100,00 seviyesine yakın konumunu sürdürmesi, faaliyet koşullarında derin bir daralmadan ziyade sınırlı bir yavaşlama yaşandığına işaret etmektedir. Hazır Beton Endeksi, ağustos ayı itibarıyla alt endekslerdeki görünüme paralel olarak eşik değerin altındaki yatay seyrini korumuştur. Hazır Beton Endeksi'nin eşik değerin altında seyretmeye devam etmesi, sektör genelindeki koşulların henüz kalıcı ve güçlü bir toparlanma eğilimine girmediğini doğrulamaktadır. Beklenti Endeksi ise ağustos ayında sektör temsilcilerinin önümüzdeki döneme ilişkin değerlendirmelerinde belirsizliğin hâkim olduğunu göstermektedir. Endeksin 100,00 eşik değerinin altında bulunması, geleceğe yönelik beklentilerdeki zayıf seyrin devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Ağustos ayında yıllık değişimler incelendiğinde, tüm endekslerin negatif bölgede yer aldığı ve sektör genelinde daralma eğiliminin korunduğu görülmektedir. Yıllık bazda en belirgin gerileme %1,1 oranı ile Beklenti Endeksi'nde yaşanmış, bu durum sektör temsilcilerinin gelecek döneme ilişkin öngörülerinde temkinli yaklaşımın derinleştiğine işaret etmiştir. Güven Endeksi ve bileşik Hazır Beton Endeksi %0,8 oranında gerilerken, Faaliyet Endeksi ise %0,5'lik düşüş kaydetmiştir. Temmuz ayında %1,5 gerileyen Faaliyet Endeksi'ndeki düşüş

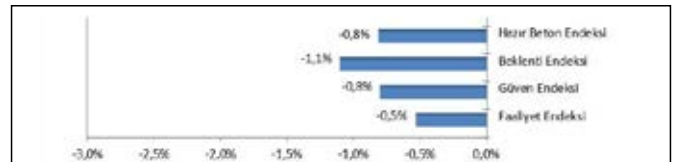
hızının ağustos ayında azalması sahadaki iş hacminde sınırlı bir dengelenmeye işaret etse de, Beklenti Endeksi'nin %1,1 gerilemesi piyasa oyuncularının bekleliğini sürdürdüğünü ortaya koymaktadır. 2026 yılının üçüncü çeyreğinde açıklanan ağustos ayı verileri, sektörün yıllık bazda daralma baskısı altında kalmaya devam ettiğini göstermektedir. Bileşik Hazır Beton Endeksi ile alt endekslerde süregelen negatif seyir, inşaat sahasındaki reel hareketliliğin ve talep koşullarının geçen yılın gerisinde kaldığına, piyasa aktörlerinin ihtiyatlı ve bekleyiş içindeki tutumunu sürdürdüğüne işaret etmektedir.

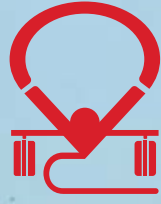
Raporun sonuçlarını değerlendiren THBB Başkanı Yavuz Işık, "Hazır betonda tüm endeksler yıllık bazda gerilerken sektörde daralma baskısı sürmekte ve güçlü bir toparlanma için piyasa aktörlerinin temkinli bekleyiş devam etmektedir. Ağustos 2026 itibarıyla inşaat sektöründeki faaliyeti ve yatırım iştahını kısıtlayan en temel unsur, yüksek borçlanma maliyetleri ve krediye erişimdeki sıkı finansal koşullar olmaya devam etmektedir. TCMB'nin dezenflasyon patikasına sadık kalan kısıtlayıcı para politikası duruşu ve politika faizini yüksek seviyelerde tutması, ipotekli konut satışları ile ticari gayrimenkul projelerinin ihtiyaç duyduğu uygun maliyetli ve uzun vadeli finansmana erişimi engellemektedir. Bu durum, faiz seviyelerinde anlamlı bir gerileme yaşanmadığı sürece inşaat sektöründeki reel hareketliliğin ve özel sektör odaklı yeni projelerin oldukça sınırlı kalacağını açıkça göstermektedir." diye konuştu.

Grafik 1: Endeks Değerleri



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





GÜVEN

LİDER SİLOBAS ÜRETİCİSİ
www.guvenmak.com.tr



ÇİMENTONUN YOLCULUĞU
GÜVEN'le
BAŞLAR.

www.guvenmak.com.tr

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

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



TİCARET SİCİSİ NO: 270000
TREDER
Güven TREDER Üyesidir.

Limak Doğu Anadolu Çimento'nun Ergani Çimento 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 belgelendirme sistemi kapsamındaki çalışmalar devam ediyor.

Türkiye’de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için 38 yıldır uğraş veren THBB, “Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi”nce belgelendirilmek üzere başvuran firmalara yönelik çalışmalarına yoğun bir şekilde sürdürüyor.

Bu doğrultuda başvuruda bulunan Limak Doğu Anadolu Çimento’nun Ergani Çimento Fabrikası, Konseyin Belgelendirme Kurulu KGS’nin denetimleri sonucunda 20 Temmuz 2026 tarihinde “Altın” seviyesinde belgelendirildi. CSC Belgelendirme Kuruluşları’nın denetimleri sonucunda başarılı bulunan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor; sertifikalar üç yıl süreyle geçerliliğini koruyor.

Limak Çimento, 2025 yılında Anka Çimento Fabrikası’nın CSC Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi kapsamında belgelendirilmesiyle Türkiye’de “Platin” sertifika alan ilk çimento fabrikasına sahip olmuştu. 2025 yılında Limak Güvercinlik Hazır Beton tesisi Altın seviyede CSC sertifikası alırken, 2026 yılında da Trakya, Kilis, Balıke-

Limak Doğu Anadolu Cement Ergani Plant Achieves Gold- Level CSC Certification

The Concrete Sustainability Council (CSC) certification system, introduced in Türkiye by the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) as Regional System Operator, continues to expand its impact across the industry, reinforcing higher sustainability standards among producers. Following independent audits by KGS Economic Enterprise, the CSC’s certification body, Limak Doğu Anadolu

Çimento’s Ergani Cement Plant was awarded “Gold”-level certification. Limak Cement had previously earned Türkiye’s first CSC “Platinum” certification at its Anka Cement Plant, and “Gold”-level certification at its Trakya, Kilis, Balıkesir Cement Plants and Güvercinlik Concrete Plant.

sir Çimento Fabrikaları “Altın” seviyesinde belge almaya hak kazanmıştı.

CSC, beton ve beton bileşenleri için dünya genelinde kabul gören bir ürün belgelendirme sistemi getiriyor. Konsey; beton, agrega, çimento ve prefabrik üreticilerinin sürdürülebilirlik odaklı çalışmalarını güvenilir, bağımsız ve verilere dayanan bir sistemle ödüllendirme imkânı sunuyor. CSC Belgelendirme Sistemi, üreticileri Yönetim, Çevre, Ekonomi ve Sosyal başlıkları altında değerlendirerek sürdürülebilirlik standartlarının yükselmesini sağlıyor. Bu belgeyi almaya hak kazanan üreticiler, özellikle son yıllarda önemi artan Yeşil Bina Derecelendirme sistemlerinde de avantaj elde ediyor.



GÜCÜYLE F-SANE

Yeni nesil Ecotorq GEN 2 motorun sağladığı güçle
en ağır işlerde gerçek efsane.



Limak Çimento'nun Kurtalan Çimento Fabrikası, "Altın" Seviyede CSC Sertifikası aldı

Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (Concrete Sustainability Council) Bölgesel Sistem Operatörü olan Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) tarafından ülkemize kazandırılan CSC Belgelendirme Sistemi kapsamındaki çalışmalar devam ediyor. Konseyin Belgelendirme Kuruluşu olan KGS'nin gerçekleştirdiği denetimler sonucunda Limak Çimento'nun Kurtalan Çimento Fabrikası, "Altın" seviyede CSC Sertifikası almaya hak kazandı.

CSC, beton ve beton bileşenleri için dünya genelinde kabul gören bir ürün belgelendirme sistemi getiriyor. Konsey; beton, agrega, çimento ve prefabrik üreticilerinin sürdürülebilirlik odaklı çalışmalarını güvenli, bağımsız ve verilere dayanan bir sistemle ödüllendirme imkânı sunuyor. CSC Belgelendirme Sistemi, üreticileri Yönetim, Çevre, Ekonomi ve Sosyal başlıkları altında değerlendirerek sürdürülebilirlik standartlarının yükselmesini sağlıyor. Bu belgeyi almaya hak kazanan üreticiler, özellikle son yıllarda önemi artan Yeşil Bina Derecelendirme sistemlerinde de avantaj elde ediyor.

Türkiye'de standartlara uygun beton üretimini ve doğru beton uygulamalarını sağlamak için 38 yıldır çalışan THBB, CSC'nin "Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi" kapsamında belgelendirilmek üzere başvuran firmalara yönelik çalışmalarını yoğun bir şekilde sürdürüyor.

Bu doğrultuda başvuruda bulunan Limak Çimento'nun Kurtalan Çimento Fabrikası, Konseyin Belgelendirme Kuruluşu KGS'nin

Limak Cement's Kurtalan Plant Awarded CSC Gold Certification

The Concrete Sustainability Council (CSC) certification system, implemented in Türkiye by the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) as the CSC Regional System Operator, continues to encourage sustainable production and responsible sourcing across the cement and concrete value chain.

As part of this ongoing effort, Limak Cement Kurtalan Plant was awarded CSC "Gold" certification following independent audits conducted by KGS Economic Enterprise, the CSC's certification body.

denetimleri sonucunda 20 Temmuz 2026 tarihinde "Altın" seviyesinde belgelendirildi. CSC Belgelendirme Kuruluşları'nın denetimleri sonucunda başarılı bulunan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor; sertifikalar üç yıl süreyle geçerliliğini koruyor.

Limak Çimento, 2025 yılında Anka Çimento Fabrikası'nın CSC Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi kapsamında belgelendirilmesiyle Türkiye'de "Platin" sertifika alan ilk çimento fabrikasına sahip olmuştu. 2025 yılında Limak Güvercinlik Hazır Beton tesisi Altın seviyede CSC sertifikası alırken, 2026 yılında da Trakya, Kilis, Balıkesir ve Ergani Çimento Fabrikaları "Altın" seviyesinde belge almaya hak kazanmıştı.



Geleceğin Gücü: Elektrikli Transmikserler Sahada.

The Power Of The Future:
Electric Truck Mixers Are On Site.



Limak Doğu Anadolu Çimento'nun Şanlıurfa Çimento Fabrikası, "Altın" seviyede CSC sertifikası aldı



Limak Doğu Anadolu Çimento'nun Şanlıurfa Çimento Fabrikası, Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (Concrete Sustainability Council - CSC) Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi kapsamında "Altın" seviyesinde sertifika almaya hak kazandı.

CSC Bölgesel Sistem Operatörü olan Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) tarafından ülkemize tanıtılan belgelendirme sistemi kapsamında tesis, Konseyin yetkili belgelendirme kuruluşu KGS tarafından gerçekleştirilen bağımsız denetimleri başarıyla tamamlayarak 29 Temmuz 2026 tarihinde sertifikalandırıldı.

Türkiye'de standartlara uygun beton üretilmesi ve inşaatlarda doğru beton uygulamalarının sağlanması için 38 yıldır uğraş veren THBB, "Kaynakların Sorumlu Kullanımı Sistemi"nce belge-

Limak Doğu Anadolu Cement Şanlıurfa Plant awarded CSC Gold certification

Limak Doğu Anadolu Cement Şanlıurfa Plant has achieved CSC Gold Certification under the Concrete Sustainability Council's (CSC) Responsible Sourcing Certification System. The plant received the certification on 29 July 2026 following an independent audit conducted by KGS Economic Enterprise, under the CSC certification system implemented in Türkiye by the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) in its capacity as the country's CSC Regional System Operator. Limak Cement had previously earned Türkiye's first CSC Platinum Certification for its Anka Cement Plant. The company has also achieved CSC Gold Certification for its Trakya, Kilis, Balıkesir, Ergani, and Kurtalan Cement Plants, as well as its Güvercinlik Concrete Plant.

lendirilmek üzere başvuran firmalara yönelik çalışmalarını sürdürüyor. CSC Belgelendirme Kuruluşları'nın denetimleri sonucunda başarılı bulunan tesislere Platin, Altın, Gümüş ve Bronz seviyelerinde sertifika veriliyor; sertifikalar üç yıl süreyle geçerliliğini koruyor.

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

CSC, beton ve beton bileşenleri için dünya genelinde kabul gören bir ürün belgelendirme sistemidir. Konsey; beton, agrega, çimento ve prefabrik üreticilerinin sürdürülebilirlik odaklı çalışmalarını güvenilir, bağımsız ve verilere dayanan bir sistemle ödüllendirme imkânı sunuyor. CSC Belgelendirme Sistemi, üreticileri Yönetim, Çevre, Ekonomi ve Sosyal başlıkları altında değerlendirerek sürdürülebilirlik standartlarının yükselmesini sağlıyor. Bu belgeyi almaya hak kazanan üreticiler, özellikle son yıllarda önemi artan Yeşil Bina Derecelendirme sistemlerinde de avantaj elde ediyor.

Betondafarkındalık.com yayında!

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

Keşfetmek için web sitemizi ziyaret edin.



Hemen Keşfedin!

B Betonda **Farkındalık**

THBB Eğitimleri Devam Ediyor

Uzun yıllardır düzenlediği eğitimlerle hazır beton sektörüne eğitilmiş, bilinçli ve kalifiye eleman yetiştiren Türkiye Hazır Beton Birliği'nin (THBB), sektörü bilinçlendirme çalışmaları devam ediyor. Tesislerde hem teorik hem de sahada uygulamalı olarak düzenlenen Ekonomik ve Güvenli Sürüş Eğitimleri ile hazır beton tesislerinin kaynaklarının verimli kullanılması sağlanıyor.

Transmikser ve pompa operatörlerine yönelik düzenlenen "Uygulamalı Güvenli Sürüş Eğitimi" 25 Temmuz 2026 tarihinde Nuh Beton'un Kocaeli Başiskele tesisinde, 3-4-5-6-7 Ağustos 2026 tarihlerinde Çimbeton'un İzmir Işıkkent, 11-12-13-14-15 Ağustos 2026 tarihlerinde İzmir Koyundere ve Çiğli, 17-18-19 Ağustos 2026 tarihlerinde İzmir Gaziemir, 20 Ağustos 2026 tarihinde İzmir Torbalı, 21-22 Ağustos 2026 tarihlerinde İzmir Özbek, 24-25 Ağustos 2026 tarihlerinde Aydın ve 26 Ağustos 2026 tarihinde Nazilli tesislerinde düzenlendi.

Sektörümüzde kullanılan ağır vasıtalarından 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 zarara 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.

Trainings of THBB ongoing

For many years, the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) has been providing the ready mixed concrete industry with well-trained, skilled and qualified professionals through its training programs, continues its efforts to raise awareness in the sector. Through its Economic and Safe Driving Trainings Programs, which combine theoretical instruction with practical, on-site training at ready mixed concrete plants, THBB continues to help companies improve operational efficiency and make more effective use of their resources.

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.





BMS
BETON MAKİNE SERVİS LTD. ŞTİ.

38.YIL
28.YIL

1998 – 2026

#BuildWithBMS

İki Marka, Tek Standart: **Yüksek Performans**



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

Telefon: +90 212 206 54 00
Faks: +90 212 206 54 03

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

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, 2 Temmuz 2026 tarihinde Nuh Beton'un

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).

Kocaeli İzmit tesisinde, 5-12-18-19 Temmuz 2026 tarihlerinde ve 1 ve 23 Ağustos 2026 tarihlerinde İsmail Demirtaş Beton'un İstanbul Kurtköy ve 2-9 Ağustos 2026 tarihlerinde İsmail Demirtaş Beton'un İstanbul Ataşehir tesislerinde, 21 Temmuz 2026 tarihinde Akçansa'nın Balıkesir Edremit tesisinde, 22 Ağustos 2026 tarihinde Danış Beton İstanbul Ferhatpaşa tesisinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Santral Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavları, 1 Temmuz 2026 tarihinde Nuh Beton'un Kocaeli İzmit tesisinde, 11 Temmuz 2026 tarihinde Danış Beton İstanbul Ferhatpaşa tesisinde, 21 Temmuz 2026 tarihinde Limak Beton'un Bursa tesisinde yapıldı.

THBB MYM tarafından Beton Transmikser Operatörü Mesleki Yeterlilik Sınavları ise 1-3 Temmuz 2026 tarihlerinde Nuh Beton'un İzmit 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.



HMK 635WL ile

sahada sınırları zorlayın!



Maksimum Güç:
282 HP



Kova Kapasitesi:
3,6 m³



Çalışma Ağırlığı:
20.600 kg



[f hidromek.tr](https://www.hidromek.tr) [X Hidromek](https://www.hidromek.com) [@ hidromekofficial](https://www.hidromekofficial.com) [@ HidromekTV](https://www.hidromek.tv) [in company/hidromek](https://www.company/hidromek) [@ hidromek.official](https://www.hidromekofficial.com)

HIDROMEK®

Birlikte Daha Güçlüyüz

Türkiye ekonomisi 2026 yılı ikinci çeyreğinde %2,3 büyüdü

Turkish economy grew by 2.3% in the second quarter of 2026

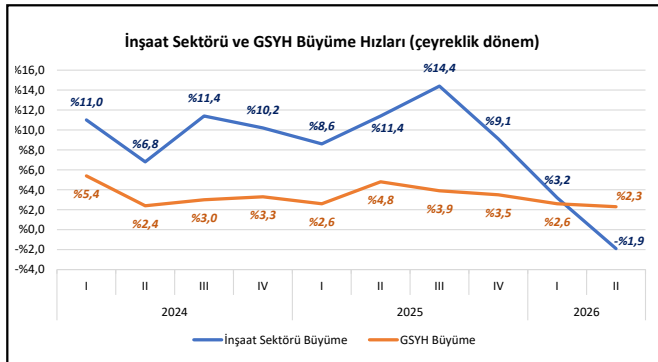
Türkiye's Gross Domestic Product (GDP) increased by 2.3% year-on-year in the second quarter of 2026, according to the first estimate based on the chain-linked volume index.

GSYH 2026 yılı ikinci çeyrek ilk tahmini; zincirlenmiş hacim endeksi olarak, bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %2,3 arttı. İnşaat sektörü ise 2026 yılının ikinci çeyreğinde %1,9 azaldı.

GSYH'yi oluşturan faaliyetler incelendiğinde; 2026 yılı ikinci çeyreğinde bir önceki yıla göre zincirlenmiş hacim endeksi olarak; tarım, ormancılık ve balıkçılık sektörü %13,3, bilgi ve iletişim faaliyetleri %8,6, kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri %4,0,

ürün üzerindeki vergiler eksi sübvansiyonlar %3,3, diğer hizmet faaliyetleri %3,2, sanayi sektörü %2,4, finans ve sigorta faaliyetleri %2,1, gayrimenkul faaliyetleri %2,1, mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri %2,0, ticaret, ulaştırma, konaklama ve yiyecek hizmetleri %0,5 arttı. İnşaat sektörü ise %1,9 azaldı.

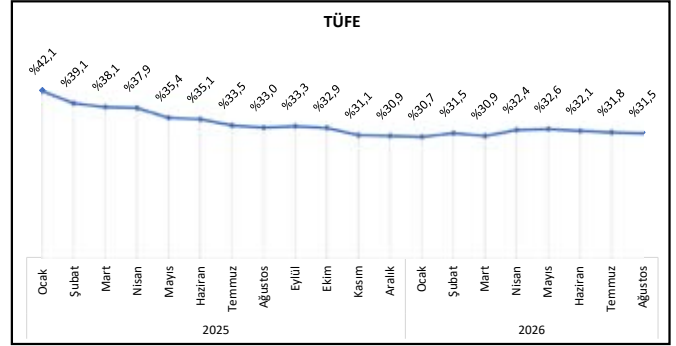
Mevsim ve takvim etkilerinden arındırılmış GSYH zincirlenmiş hacim endeksi, bir önceki çeyreğe göre %1,1 arttı. Takvim etkisinden arındırılmış GSYH zincirlenmiş hacim endeksi, 2026 yılının ikinci çeyreğinde bir önceki yılın aynı çeyreğine göre %2,3 arttı.



Kaynak: TÜİK

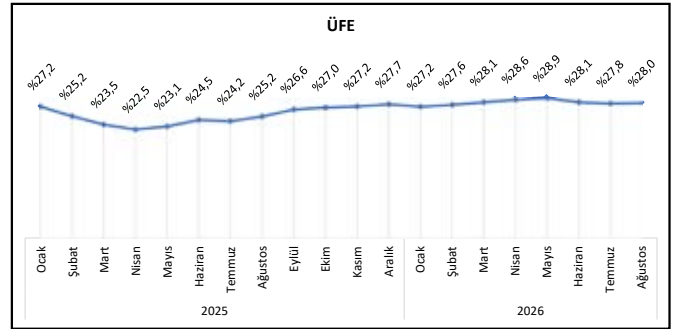
TÜFE yıllık %31,51, aylık %1,84 arttı

Tüketici Fiyat Endeksi'ndeki (2025=100) değişim 2026 yılı ağustos ayında bir önceki aya göre %1,84 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %22,07 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %31,51 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %31,79 artış olarak gerçekleşti.



Yİ-ÜFE yıllık %27,95, aylık %2,57 arttı

Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksi (2003=100) 2026 yılı ağustos ayında bir önceki aya göre %2,57 artış, bir önceki yılın aralık ayına göre %20,88 artış, bir önceki yılın aynı ayına göre %27,95 artış ve on iki aylık ortalamalara göre %27,76 artış gösterdi.



Kaynak: TÜİK

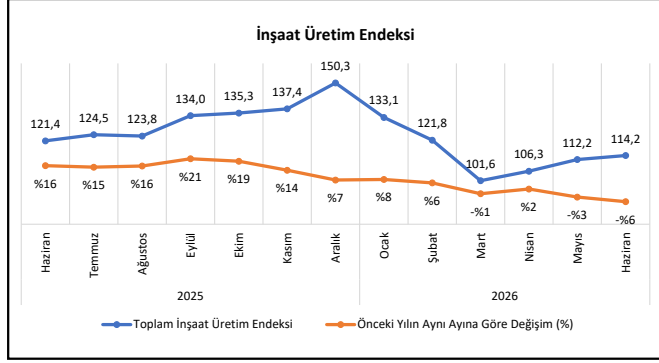
Ekonomik Güven Endeksi 100,6 oldu

Ekonomik Güven Endeksi temmuz ayında 99,8 iken, ağustos ayında %0,8 oranında artarak 100,6 değerini aldı. Bir önceki aya göre ağustos ayında tüketici güven endeksi %1,0 oranında artarak 90,8 değerini, reel kesim (imalat sanayi) güven endeksi %1,2 oranında artarak 102,4 değerini, hizmet sektörü güven endeksi %0,1 oranında azalarak 111,9 değerini, perakende ticaret sektörü güven endeksi %0,8 oranında azalarak 110,1 değerini, inşaat sektörü güven endeksi %0,4 oranında azalarak 83,1 değerini aldı.

İnşaat üretimi yıllık %6, aylık %0,5 azaldı

İnşaatın alt sektörleri (2021=100 referans yılı) incelendiğinde, 2026 yılı haziran ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %7,5 azaldı, bina dışı yapıların

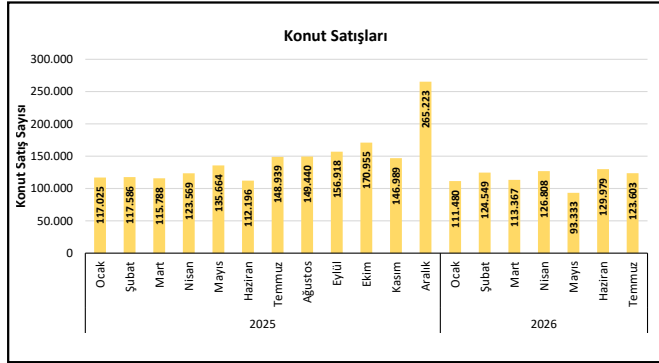
inşaatı sektörü endeksi %4,5 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %7,6 azaldı. İnşaatın alt sektörleri incelendiğinde, 2026 yılı haziran ayında bina inşaatı sektörü endeksi bir önceki aya göre %0,4 azaldı, bina dışı yapıların inşaatı sektörü endeksi %0,1 arttı ve özel inşaat faaliyetleri sektörü endeksi %1,0 azaldı.



Kaynak: TÜİK

İlk el konut satışları 42 bin 529, ikinci el konut satışları 81 bin 74 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ilk el konut satış sayısı temmuz ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %8,6 oranında azalarak 42 bin 529 oldu. İkinci el konut satışları ise temmuz ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %20,8 oranında azalarak 81 bin 74 oldu. Toplam konut satışları içinde ilk el konut satışlarının payı %34,4, ikinci el konut satışlarının payı %65,6 oldu.



Kaynak: TÜİK

İpotekli konut satışları 23 bin 888, diğer konut satışları 99 bin 715 olarak gerçekleşti

Türkiye genelinde ipotekli konut satışları temmuz ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %23,7 oranında artarak 23 bin 888 oldu. Diğer konut satışları ise temmuz ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %23,1 oranında azalarak 99 bin 715 oldu. Toplam konut satışları içinde ipotekli satışların payı %19,3 diğer satışların payı %80,7 olarak gerçekleşti.

Dönem	İlk El Satış	İkinci El Satış	Toplam Konut Satışı (adet)	İpotekli Satış Oranı (%)
2025 (Ocak-Temmuz)	266.175	604.592	870.767	%14,6
2026 (Ocak-Temmuz)	264.016	559.103	823.119	%20,3
Temmuz 25	46.514	102.425	148.939	%13,0
Ağustos 25	46.459	102.981	149.440	%13,8
Eylül 25	49.608	107.310	156.918	%14,2
Ekim 25	57.675	113.280	170.955	%14,4
Kasım 25	49.174	97.815	146.989	%15,3
Aralık 25	101.721	163.502	265.223	%11,5
Ocak 26	34.069	77.411	111.480	%18,2
Şubat 26	37.785	86.764	124.549	%20,1
Mart 26	35.725	77.642	113.367	%22,9
Nisan 26	40.306	86.502	126.808	%20,3
Mayıs 26	30.196	63.137	93.333	%21,2
Haziran 26	43.406	86.573	129.979	%20,0
Temmuz 26	42.529	81.074	123.603	%19,3

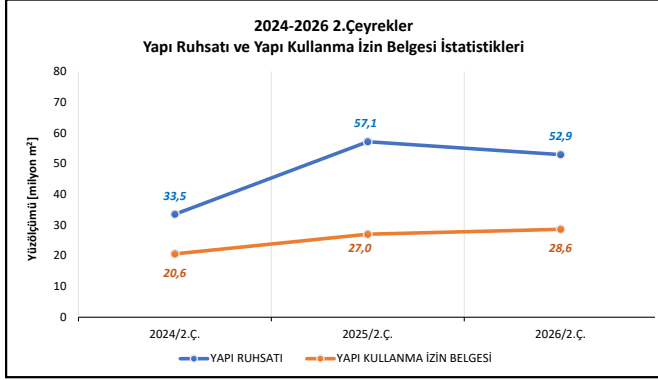
Kaynak: TÜİK

Yapı ruhsatı verilen binaların yüz ölçümü %7,4 azaldı

Bir önceki yılın aynı çeyreğine göre, 2026 yılı II. çeyreğinde yapı ruhsatı verilen bina sayısı %2,0, daire sayısı %9,5 ve yüz ölçüm %7,4 azaldı. 2026 yılı II. çeyreğinde yapı ruhsatı verilen toplam yüz ölçümün %78,2'si belediyeler, %21,8'i ise diğer yetkili idareler tarafından verildi. 2026 yılı II. çeyreğinde yapı ruhsatı verilen binaların kullanma amacına göre en yüksek yüz ölçüm payına 37,6 milyon m² ile iki ve daha fazla daireli ikamet amaçlı binalar sahip oldu. Bunu 4,5 milyon m² ile sanayi binaları ve depolar izledi.

Yapı kullanma izin belgesi verilen binaların yüz ölçümü %5,8 arttı

Bir önceki yılın aynı çeyreğine göre, 2026 yılı II. çeyreğinde yapı kullanma izin belgesi verilen bina sayısı %13,7, daire sayısı %10,7 ve yüz ölçüm %5,8 arttı. 2026 yılı II. çeyreğinde yapı kullanma izin belgesi verilen toplam yüz ölçümün %79,4'ü belediyeler, %20,6'sı ise diğer yetkili idareler tarafından verildi. 2026 yılı II. çeyreğinde yapı kullanma izin belgesi verilen binaların kullanma amacına göre en yüksek yüz ölçüm payına 19,4 milyon m² ile iki ve daha fazla daireli ikamet amaçlı binalar sahip oldu. Bunu 3,6 milyon m² ile sanayi binaları ve depolar izledi.



Kaynak: TÜİK

İnşaat maliyet endeksi yıllık %28,66, aylık %0,45 arttı

İnşaat maliyet endeksi, 2026 yılı haziran ayında bir önceki aya göre %0,45 arttı, bir önceki yılın aynı ayına göre %28,66 arttı. Bir önceki aya göre malzeme endeksi %1,68 arttı, işçilik endeksi %1,66 azaldı. Ayrıca bir önceki yılın aynı ayına göre malzeme endeksi %27,78 arttı, işçilik endeksi %30,25 arttı.

Sanayi üretimi yıllık %1,4 azaldı, aylık %0,1 arttı

Sanayinin alt sektörleri (2021=100 referans yılı) incelendiğinde, 2026 yılı haziran ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki yılın aynı ayına göre %1,6 azaldı, imalat sanayi sektörü endeksi %1,5 azaldı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %1,1 arttı. Sanayinin alt sektörleri incelendiğinde, 2026 yılı haziran ayında madencilik ve taş ocakçılığı sektörü endeksi bir önceki aya göre %0,5 azaldı, imalat sanayi sektörü endeksi aynı kaldı ve elektrik, gaz, buhar ve iklimlendirme üretimi ve dağıtım sektörü endeksi %1,5 arttı.

Toplam ciro yıllık %25,8 arttı, aylık %0,3 azaldı

Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2026 yılı haziran ayında yıllık %25,8 arttı. Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2026 yılı haziran ayında yıllık sanayi sektörü ciro endeksi %26,7 arttı, inşaat ciro endeksi %29,9 arttı, ticaret ciro endeksi %23,5 arttı, hizmet ciro endeksi %31,3 arttı. Sanayi, inşaat, ticaret ve hizmet sektörleri toplamında ciro endeksi (2021=100), 2026 yılı haziran ayında aylık %0,3 azaldı.

Toplam cironun alt detaylarına bakıldığında; 2026 yılı haziran ayında aylık sanayi sektörü ciro endeksi %2,7 azaldı, inşaat ciro endeksi %0,7 azaldı, ticaret ciro endeksi %0,5 arttı, hizmet ciro endeksi %0,8 arttı.

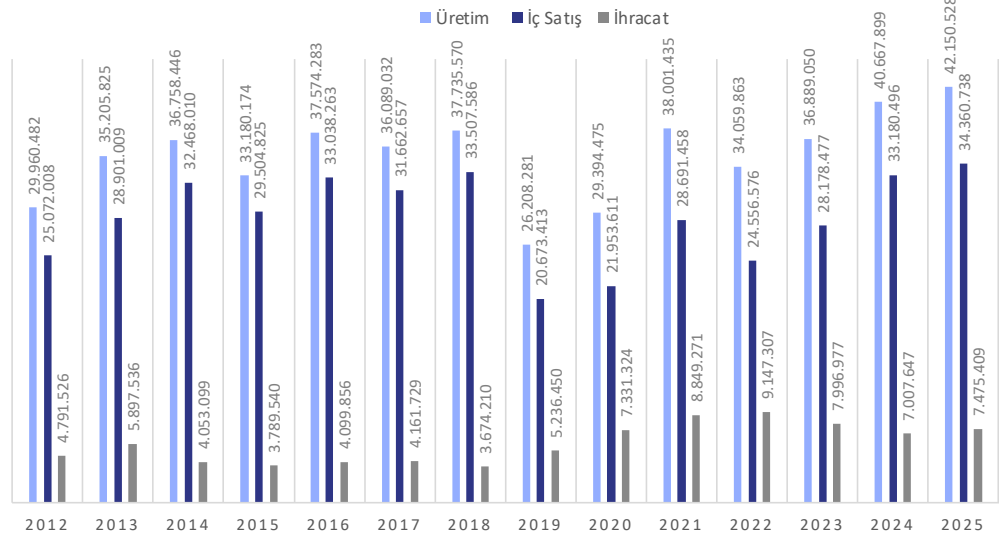
Ücretli çalışan sayısı yıllık %2,5 arttı

Sanayi, inşaat ve ticaret-hizmet sektörleri toplamında ücretli çalışan sayısı 2026 haziran ayında bir önceki yılın aynı ayına göre %2,5 arttı. Ücretli çalışan sayısı bir önceki yılın aynı ayında 15 milyon 932 bin 665 kişi iken, 2026 yılı haziran ayında 16 milyon 334 bin 751 kişi oldu. Ücretli çalışanların alt detaylarına bakıldığında; 2026 haziran ayında ücretli çalışan sayısı yıllık olarak sanayi sektöründe %1,1 azaldı, inşaat sektöründe %7,1 arttı ve ticaret-hizmet sektöründe %3,5 arttı.

Çimento iç satışı 2026 yılı Ocak-Haziran döneminde %3,4 azaldı

2026 yılı Ocak-Haziran döneminde çimento üretimde, geçen yıla oranla %1,5'lik bir azalış yaşanmıştır. Yine 2026 yılı ilk 6 ayında üretilen çimentonun yaklaşık %19,7'si ihracata konu olmuştur. 2026 yılı Ocak-Haziran döneminde iç satışlarda %3,4 azalış, çimento ihracatında ise %9,3'lük artış gerçekleşmiştir. Sektör, yaklaşık %10 büyümeye yaşadığı 2025 yılından sonra 2026 yılına hem iç piyasada hem de ihracatta büyük düşüş ile başlamıştır. Nisan ayında 3 parametrede de artış yaşanmıştır. Mayıs ayında uzun Bayram tatili sebebiyle, satışlarda düşüş meydana gelmiştir. Haziran ayında, parametreler tekrar artmıştır. Bölgesel bazda, Akdeniz, Doğu Anadolu ve G. Doğu Anadolu bölgelerinde düşüş yaşanmıştır.

2012- 2026 Ocak-Haziran Çimento Verileri (ton)



Kaynak: TürkÇimento



Doğuş Teknik Makina
Xanjier Beton Pompa'ları Türkiye Distribütörü'dür

38-5



Beton Sürdürülebilirlik Konseyi Yönetim Kurulu toplantısı yapıldı

Türkiye Hazır Beton Birliği'nin (THBB) üyesi ve Bölgesel Sistem Operatörü olduğu Beton Sürdürülebilirlik Konseyinin (The Concrete Sustainability Council) Yönetim Kurulu toplantısı 24 Ağustos 2026 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapıldı. Toplantıda ülkemizi THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora temsil etti.

24 Ağustos 2026 tarihinde telekonferans yöntemiyle yapılan CSC Yönetim Kurulu toplantısı, CSC Genel Müdürü Tobias Laurens'in açış konuşmasıyla başladı. Yönetim konularının görüşülmesiyle devam eden toplantıda CSC Sekreteri ve Teknik Müdürü Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, Yunanistan ve İsviçre için yeni Belgelendirme Kuruluşu (CB) başvuruları ve CSC Latin Amerika (LATAM) marka tesciline ilişkin güncel gelişmeleri paylaştı. Tobias Laurens ise CSC'nin 10. kuruluş yıl dönümünün de kutlanacağı Genel Kurul organizasyonu ile ilgili güncel bilgiler verdi.

Finansal konuların değerlendirildiği toplantıda, Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, 2026 yılı performans izleme sonuçları, Tobias Laurens ise 2026 yılı finansal durumuna ilişkin güncellemeler hakkında bilgi verdi. Toplantının devamında Tobias Laurens, banka mevduatlarına ilişkin gelişmeler ile 2027 yılı bütçe önerisi kapsamında lisans hakları ücret yapısı, üyelik ücretleri, Belgelendirme Kuruluşu (CB) ücretleri ile 2027 yılı gelir-giderlerine ilişkin bilgileri paylaştı.

CSC belgelendirme sistemi başlığı altında, Andreas Tuan Phan (BTB-CSC), Beton Değerlendirme Aracı'yla ilgili çözülen sorunlar ve geliştirme aşamasındaki konular hakkında bilgi verdi.

Yeşil bina etiketleri, değerlendirme sistemleri ve regülasyonlar başlığı altında Liliana M. Lasso de la Vega Ferrari, ISEAL Uygulama Planı ile tüketicilerin çevresel iddialar ve sürdürülebilirlik etiketleri konusunda güvenilir ve şeffaf bilgiye erişimini güçlendirmeyi, yanıltıcı çevresel iddialar ve yeşil aklama (greenwashing) uygulamalarıyla mücadeleleyi amaçlayan AB'nin EmpCo Direktifi'ne (Empowering Consumers for the

Executive Committee meeting of the Concrete Sustainability Council

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

Green Transition Directive) ilişkin CSC'nin pozisyon belgesi hakkında bilgi verdi

Sürdürülebilirlik, pazarlama ve iletişim faaliyetlerinin değerlendirildiği toplantıda, CSC Küresel Sürdürülebilirlik ve İş Birlikleri Müdürü Cynthia Imesch CSC, haberler, katıldıkları ve planlanan etkinlikler, sponsorluklar ve webinarlar, İletişim Komitesi faaliyetleri ve CSC'nin 10. kuruluş yıl dönümü kapsamında hazırlanan dergiye ilişkin gelişmeleri aktardı.

CSC Sisteminin farklı ülkelerdeki uyum çalışmalarına yönelik gelişmelerin ve uygulama haberlerinin bölgesel sistem operatörlerince sunulduğu toplantıda, ABD adına Tobias Laurens, Orta Doğu, Kuzey Afrika, Latin Amerika ve Avusturya adına Cynthia Imesch, Belçika adına Johan Baeten (FEDBETON) ve Almanya adına Olaf Aßbrock (BTB) bilgi verirken Türkiye adına gelişmeleri THBB Genel Koordinatörü İnşaat Mühendisi Dr. Aslı Özbora paylaştı.



KÜRESEL GÜCÜN. YERLİ KAYNAĞI



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

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

GNT Makina
TRANSMİKSER

Türkiye'nin ikinci 500 büyük sanayi kuruluşu açıklandı

İstanbul Sanayi Odası (İSO) "İkinci 500 Büyük Sanayi Kuruluşu-2025" araştırmasını açıkladı. Raporda 12'si Türkiye Hazır Beton Birliği üyesi ve bağlı kuruluşu olmak üzere hazır beton ve çimento sektöründen toplam 20 firma yer aldı. İstanbul Sanayi Odası'nın (İSO) araştırmaya yönelik değerlendirmesi şöyle oldu:

"İSO İkinci 500 araştırması, her yıl olduğu gibi bu yıl da söz konusu kuruluşların karşı karşıya kaldığı ekonomik ve finansal koşulların yanı sıra ihracat, AR-GE ve teknoloji faaliyetleri açısından performanslarına ilişkin önemli sonuçlar ortaya koydu.

Hiç kuşkusuz bu sonuçları değerlendirirken dezenflasyon süreci ve zorlu küresel koşulların sanayi kuruluşlarımıza etkilerini de göz önünde bulundurmak gerekiyor.

Zira 2025, sanayi firmalarının artan finansman maliyetleri, zayıflayan iç talep, kur ve maliyet dengesi, yatırım iştahındaki yavaşlama ve rekabet gücünü koruma ihtiyacı arasında zorlu bir denge kurmaya çalıştıkları bir yıl olarak tarihe geçti.

İSO İkinci 500'ün sıralama kriteri olan üretimden satışlar, 2024 yılında 1 trilyon 393 milyar lira iken 2025'te yüzde 25,7

Turkey's second 500 largest industrial enterprises announced

The Istanbul Chamber of Industry (ISO) has released its "Turkey's Second 500 Largest Industrial Enterprises - 2025" survey. The report includes a total of 20 companies from the ready mixed concrete and cement sectors, 12 of which are members of the Turkish Ready Mixed Concrete Association (THBB) or its affiliated companies.

artışla 1 trilyon 750 milyar liraya yükseldi. Söz konusu artış; 2020 sonrasındaki en düşük oran olarak dikkat çekti.

Buna karşılık 2025'te yüzde 25,4 olan yıllık ortalama Yurt İçi Üretici Fiyatları Endeksi (Yİ-ÜFE) ile arındırıldığında; üretimden satışların reel olarak binde 2 ile çok sınırlı bir artış kaydettiği görülüyor.

Böylece 2022'de yüzde 10,4; 2023'te yüzde 5,2 ve 2024'te binde 1 olan üretimden satışlardaki reel düşüş eğilimi, İSO 500'de olduğu gibi İSO İkinci 500'de de üç yılın ardından çok ılımlı düzeyde de olsa artışa dönmüş bulunuyor.

2025 yılı İSO İkinci 500 sıralamasına üretimden satışları 5 milyar 317 milyon TL ile 2 milyar 220 milyon TL arasında kalan şirketler girebildi. İSO İkinci 500'ün 2024 yılı listesinde yer alan şirketlerin üretimden satışları 4

milyar 186 milyon TL ile 1 milyar 821 milyon TL bandında gerçekleşmişti.

2025 yılında 69 yeni kuruluş İSO İkinci 500 sıralamasında yer alma başarısı gösterdi. 26 kuruluş, 2024 araştırmasında İSO 500'de iken 2025'te İSO İkinci 500'e geriledi. 405 kuruluş ise son iki yılda da İSO İkinci 500 sıralamasında yer aldı.

Türkiye'nin İkinci 500 Büyük Sanayi Kuruluşu - 2025 Raporu'nda Yer Alan THBB Üyeleri ve Bağılı Kuruluşları

Sıra No	Kuruluşlar	Üretimden Satışlar (Net) (TL)
9	Traçim Çimento San. ve Tic. AŞ	5.205.039.226
15	Batisöke Söke Çimento Sanayii TAŞ	5.116.570.420
50	Nuh Beton AŞ	4.727.861.707
76	Özseç Beton Madencilik İnşaat San. Tic. AŞ	4.442.416.280
85	Adoçim Çimento Beton San. ve Tic. AŞ	4.407.325.512
97	Çimbeton Hazır beton ve Prefabrik Yapı Elemanları San. ve Tic. AŞ	4.282.920.591
173	İSTON İstanbul Beton Elemanları ve Hazır Beton Fabrikaları San. ve Tic. AŞ	3.830.516.197
231	Batıbeton Sanayi AŞ	3.526.628.065
236	Batıçim Batı Anadolu Çimento Sanayii AŞ	3.491.636.550
307	Hacıoğulları Hazır Beton Saç ve Yapı Malzemeleri San. ve Tic. AŞ	3.134.551.883
339	Bursa Beton San. ve Tic. AŞ	2.980.123.993
393	Sayın Prefabrik İnşaat San. ve Tic. AŞ	2.735.645.353

KOLUMAN

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



Koluman
Beton Pompaları
39-5

Türk müteahhitler 48 firma ile dünya ikinciliğini sürdürdü



Uluslararası müteahhitlik alanında dünyanın önde gelen ülkeleri arasında yer alan Türkiye, küresel inşaat sektöründeki güçlü konumunu sürdürüyor. ENR Dergisi'nin "Dünyanın En Büyük 250 Uluslararası Müteahhidi" listesinde bu yıl 48 Türk firması yer aldı. Türkiye, bu sonuçla listede Çin'in ardından ikinci sıradaki yerini korudu. Listenin zirvesinde 75 firmayla Çin bulunurken, 41 firmayla ABD üçüncü sırada yer aldı. Türkiye Müteahhitler Birliği (TMB) Başkanı M. Erdal Eren, Türk müteahhitlik hizmetlerinin farklı coğrafyalarda üstlenilen projelerle küresel ölçekteki rekabet gücünü ortaya koyduğunu belirterek, "ENR'ın dünyanın en büyük 250 uluslararası müteahhidini sıraladığı listede 48 firmamızın yer alması ve Türkiye'nin ikinci sıradaki konumunu koruması, sektörümüzün küresel rekabet gücünün önemli bir göstergesidir. Firmalarımız, üstlendikleri projelerle yalnızca ülkemizin müteahhitlik kapasitesini değil, aynı zamanda Türkiye'nin uluslararası pazarlardaki itibarını ve güvenilirliğini de temsil etmektedir."

Turkish contractors maintain second place globally with 48 companies

Türkiye, one of the world's leading countries in international contracting, continues to maintain its strong position in the global construction sector. This year, 48 Turkish companies were included in ENR magazine's "Top 250 International Contractors" ranking. Türkiye maintained its second-place position behind China, with China topping the ranking with 75 companies and the United States ranking third with 41.

dedi.

Dünya inşaat sektörünün yakından takip ettiği ENR'ın (Engineering News Record), müteahhitlik firmalarının ülkeleri dışındaki faaliyetlerinden elde ettikleri bir önceki yıl gelirleri esas alarak her yıl hazırladığı "Dünyanın En Büyük 250 Uluslararası Müteahhidi" listesi açıklandı. Türkiye, listede yer alan 48 firmasıyla Çin'in ardından ikinci sıradaki konumunu korudu.

250 firmanın 2025 yılı inşaat gelirleri toplam 550,6 milyar dolara ulaştı

ENR tarafından yayımlanan verilere göre, dünyanın en büyük 250 uluslararası müteahhitlik firmasının 2025 yılı cirolarının toplam değeri 550,6 milyar dolara ulaştı. Bu sonuç, küresel ölçekte faaliyet gösteren

müteahhitlik firmalarının ulaştığı proje hacminin büyüklüğünü ortaya koyarken, uluslararası pazarlardaki rekabetin de devam ettiğini gösterdi.

Türkiye'nin 48 firmayla ikinci sırada yer alması ise Türk müteahhitlerinin küresel pazarlardaki güçlü ve kalıcı konumunu bir

kez daha ortaya koydu. Çin 75 firmayla listenin ilk sırasında bulunurken, ABD 41 firmayla üçüncü sırada yer aldı.

“Türk müteahhitlik sektörü küresel gücünü koruyor”

TMB Başkanı M. Erdal Eren, ENR sonuçlarına ilişkin değerlendirmesinde Türk müteahhitlerinin uluslararası pazarlardaki başarısının Türkiye açısından önemli bir kazanım olduğunu belirtti.

Eren, “Türk müteahhitleri, sahip oldukları deneyim, teknik kapasite ve farklı coğrafyalarda proje gerçekleştirme kabiliyetiyle dünya genelindeki güçlü konumunu sürdürmektedir. ENR’ın dünyanın en büyük 250 uluslararası müteahhidini sıraladığı listede 48 firmamızın yer alması ve Türkiye’nin ikinci sıradaki konumunu koruması, sektörümüzün küresel rekabet gücünün önemli bir göstergesidir. Firmalarımız, üstlendikleri projelerle yalnızca ülkemizin müteahhitlik kapasitesini değil, aynı zamanda Türkiye’nin uluslararası pazarlardaki itibarını ve güvenilirliğini de temsil etmektedir. Geçen yıl listede olma-

yan 7 firmamızın bu yıl listede yer alması ve ilk 50 içerisinde 2 firmamızın bulunmasından mutluluk duyuyoruz. Ülkemize bu başarıyı getiren tüm firmalarımızı ve meslektaşlarımızı tebrik ediyoruz.” dedi.

Küresel ekonomik koşullar, finansmana erişimde yaşanan güçlükler, maliyet baskıları ve bölgesel gelişmelerin müteahhitlik sektörünün faaliyetlerini etkilediğine dikkat çeken Başkan Eren, Türk firmalarının tüm bu koşullara rağmen uluslararası pazarlardaki varlıklarını güçlendirmeye devam ettiğini vurguladı.

Başkan Eren, “Türkiye Müteahhitler Birliği olarak önümüzdeki dönemde de sektörümüzün yeni pazarlara açılması, mevcut pazarlardaki konumunu güçlendirmesi ve yüksek katma değerli projelerde daha fazla yer alması için çalışmalarımızı sürdüreceğiz. Türk müteahhitlerinin uluslararası alandaki başarılarını daha ileriye taşımak, hem sektörümüz hem de ülkemiz ekonomisi açısından büyük önem taşıyor.” ifadelerini kullandı.

ENR’ın “Dünyanın En Büyük 250 Uluslararası Müteahhidi Listesi”ndeki Türk Firmaları

	2026	2025	FİRMA
1	46	47	ENKA
2	50	51	RÖNESANS
3	51	62	LİMAK
4	55	64	ÇALIK ENERJİ
5	71	73	ESTA
6	74	115	MAPA
7	89	92	GÜLERMAK
8	95	88	ANT YAPI
9	100	132	NUROL
10	101	129	KOLİN
11	106	113	KUZU GRUP
12	112	84	TAV
13	113	103	YAPI MERKEZİ
14	115	142	GAP
15	118	136	BCM
16	123	109	ASLAN YAPI
17	127	108	CENGİZ
18	137	143	TEKFEN
19	138	147	İLK
20	139	185	STFA
21	142	173	İC İÇTAŞ
22	143	177	MAKYOL
23	146	190	YDA
24	150	146	SEMBOL

	2024	2023	FİRMA
25	154	192	SUMMA
25	161	166	ONUR
26	162	234	ORKUN
27	163	171	ÜSTAY
28	165	149	METAG
29	178	174	MBD
30	179	**	GLOBAL MEP
31	180	131	KALYON
32	182	178	ALARKO
33	184	191	DEKİNSAN
34	185	152	POLAT YOL
35	186	179	YÜKSEL
36	187	210	MESA
37	189	202	İRİS
38	191	**	PEKERLER
39	206	212	ZAFER
40	208	**	UNIVERSAL ACARSAN
41	209	215	SMK
42	212	**	GÖNÜÇ
43	216	**	DUYGU
44	230	229	DORÇE
45	231	**	MPK
46	236	207	TEPE
48	247	**	TML

Betonda döngüsel ekonomi ve sıfır atık yönetimi için bir teknoloji*

A technology for circular economy and zero-waste management in concrete

Circular economy and zero-waste objectives in concrete have become among the most critical sustainability priorities for the ready mixed concrete and construction industries today.

Betonda döngüsel ekonomi ve sıfır atık hedefleri günümüzde hazır beton ve inşaat sektörünün sürdürülebilirlik kapsamındaki en kritik gündemlerinden biridir. Küresel ölçekte artan çevresel baskılar, inşaat sektörünü daha sürdürülebilir sistemlere yönlendirmektedir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan döngüsel ekonomi yaklaşımı, hazır beton sektörü için hem çevresel hem de ekonomik anlamda önemli fırsatlar sunmaktadır.

Döngüsel ekonomi özetle; kaynakların en verimli şekilde kullanılması, atık miktarının minimuma indirilmesi ve oluşan atıkların da yeniden üretime katılmasını

hedefleyen bir üretim yaklaşımıdır. Hazır beton alanında da pek çok döngüsel ekonomi yaklaşımı bulunmaktadır.

Bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Geri dönüştürülmüş agrega kullanımı
- Atık suyun üretimde yeniden değerlendirilmesi
- Kül ve cüruf gibi farklı sektörlerin atıklarının mineral katkı olarak bağlayıcı yerine ikame edilmesi
- Atık ince malzemelerin filler olarak kullanılması



Chryso®Convert C, atık betonların agrega formuna geri getirilerek betonda yeniden kullanılması konusunda yenilikçi çözüm sunan özel bir teknolojidir. Bu teknoloji taze hâldeki atık betonu dakikalar içerisinde hızlıca agrega formuna dönüştürerek yeniden kullanılabilir hâle getirebilmektedir. Böylece atık betonların geri dönüştürülme işlemi basitleştirilerek tesislerin sıfır atık hedefine ulaşmasında büyük avantaj sağlanmış olmaktadır.



Toz formunda bulunan bu katkı, şantiyeden tesise geri dönen taze betona ilave edildiğinde hızlı bir kimyasal reaksiyon başlamakta ve çimentonun hidratasyon sürecini durdurmaktadır. Taze beton karışımının içerisindeki su, ürünün yapısında yer alan özel kimyasallar tarafından anında emilmektedir. Bu reaksiyon sonucunda taze beton dakikalar içinde kuruyarak granüler bir yapı kazanmakta ve transmikser olduğundan kolaylıkla boşaltılabilir duruma gelmektedir.

(*)Saint-Gobain Chryso Çimento Laboratuvarı Müdürü Şevket Orhan, sevkett.orhan@saint-gobain.com

Bu katkının kullanımı son derece pratik olup, suda çözünebilir yarım kiloluk torbalar hâlinde tasarlanmıştır. Uygulama süreci aşağıdaki adımlardan oluşur:

- Torbalar, ek bir işlem veya ölçüm gerektirmeden doğrudan transmikser kazanına eklenir.
- Karışım içinde hızla çözünen torbalar sayesinde uygulayıcı için özel bir uzmanlığa, operatör eğitimine veya ilave bir ekipmana ihtiyaç duyulmaz.
- Transmikser kazanı hızlı devirde 5-10 dakika arası karıştırılır.
- Dönüşüm işlemi tamamlandıktan ve agrega transmikserden boşaltılır ve 12-24 saatlik bekleme süresine geçilir.
- Bekleme süresinin ardından bir kepçe yardımıyla kolayca taşınabilen bu malzeme, yeniden kullanım amacıyla ayrı bir stokholde depolanabileceği gibi, mevcut agrega ile karıştırılarak mevcut stokholde de entegre edilebilir.
- Ayrıca bu teknoloji, nakliye sırasında arıza yapan transmikserlerde kullanılarak kazan içindeki betonun donmasını önlemek ve olası ekipman hasarına engel olmak üzere de kullanılabilir.



Increasing environmental pressures at the global level are driving the construction industry toward more sustainable systems.

At the heart of this transformation, the circular economy approach offers significant opportunities for the ready-mixed concrete sector, both environmentally and economically.

Circular economy can be broadly defined as a production approach that aims to use resources as efficiently as possible, minimize waste generation, and reintegrate the waste produced into the production cycle. There are also numerous circular economy practices in the ready mixed concrete sector.

Döngüsel ekonominin en kritik aşaması olan yeniden kullanım kapsamında, Convert C ile geri kazanılan malzemenin yeni beton üretimindeki performansı oldukça başarılıdır. Geri kazanılan malzemenin %20'ye kadar ikame edildiği karışımlarda standart betonla benzer basınç dayanımı elde edilmekte ve herhangi bir dayanım kaybı gözlenmemektedir. Aynı zamanda aynı su/çimento oranı ve katkı doza- jı korunarak eşdeğer işlenebilirlik sağlanmakta, betonun kıvamı değişmeden kalmakta, üretim sürecinde ilave su veya kimyasal katkı ihtiyacı doğmamaktadır. Bununla birlikte, taze betonun kıvam koruma performansı da geri dönüştürülmüş agrega kullanımına rağmen olumsuz etkilenmemekte ve standart beton ile aynı seviyede kalmaktadır.

Ürünün hazır beton tesislerine sağladığı faydalar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Sıfır Yatırım Maliyeti: Geleneksel geri dönüşüm ünitesi kurulum maliyetlerini ortadan kaldırır ve tesise herhangi bir yatırım maliyeti yaratmaz.
- Enerji Tasarrufu: Mevcut durumda geri dönüşüm ünitesi bulunan tesislerde bu ünitelerin çalışmasına gerek bırakmayarak enerji tüketimini devre dışı bırakır ve sürdürülebilir üretimi destekler.
- Lojistik ve Çevresel Etki Azaltımı: Atık malzemenin (posa) tesisten uzaklaştırılması ve hafriyat - çimento fabrikası gibi alanlara taşınması ihtiyacını tamamen ortadan kaldırır. Bu durum nakliye kaynaklı lojistik yükünü hafifletirken çevresel etkileri ciddi oranda azaltır.
- Sıfır Atık Uyumluluğu: Üretim döngüsünü kendi içinde kapatarak sıfır atık politikalarıyla tam uyumlu çalışır ve tesislerin çevreci üretim hedeflerine doğrudan katkı sağlar.

Yeni tasarım yaklaşımı, ultra yüksek performanslı betonun maliyetini önemli ölçüde düşürebilir



Pennsylvania Eyalet Üniversitesi (Penn State) mühendislerinden oluşan bir araştırma ekibi, ultra yüksek performanslı betonun (UHPC) daha ekonomik hâle getirilmesine yönelik yeni yaklaşımlar geliştirmektedir. Ekip, farklı UHPC karışımlarını laboratuvar deneyleriyle test etmiş; bunlar arasında, betonun çekme dayanımını gerilme altında hassas biçimde ölçebilen özgün bir deney düzeneği de kullanılmıştır. Kaynak: Poornima Tomy / Penn State

UNIVERSITY PARK, Pensilvanya - Beton, dünyada en yaygın kullanılan yapı malzemesi olmasına rağmen çekme gerilmeleri altında gevrek davranış gösterir ve kolaylıkla çatlayabilir. Ultra yüksek performanslı beton (UHPC) ise son derece yoğun yapısı ve üstün dayanıklılığı ile öne çıkan özel bir beton türüdür. Bu tür betonda, eğilme ve

**New design approach
may help slash the
price of ultra-durable
concrete**

Concrete, although the most common building material in the world, is brittle and can easily crack under tension.

çatlamaya karşı direnç sağlamak için çelik lifler kullanılır, ancak bu lifler nedeniyle UHPC'nin maliyeti, geleneksel betona kıyasla 30 kata kadar daha yüksek olabilmektedir. Penn State liderliğindeki araştırma ekibi, UHPC'nin performansından ödün vermeden maliyetini önemli ölçüde azaltabilecek yeni bir tasarım yaklaşımı geliştirmiştir.

Ultra-high-performance concrete (UHPC) is a special class of concrete known for its dense structure and extreme durability. This class uses internal metallic fibers to flex and resist cracking – the downside being these fibers can lead the material to cost up to 30 times more than traditional concrete. A team of researchers, led by engineers from Penn State, is laying the foundation to help builders get more bang for their buck when using this specialized compound.

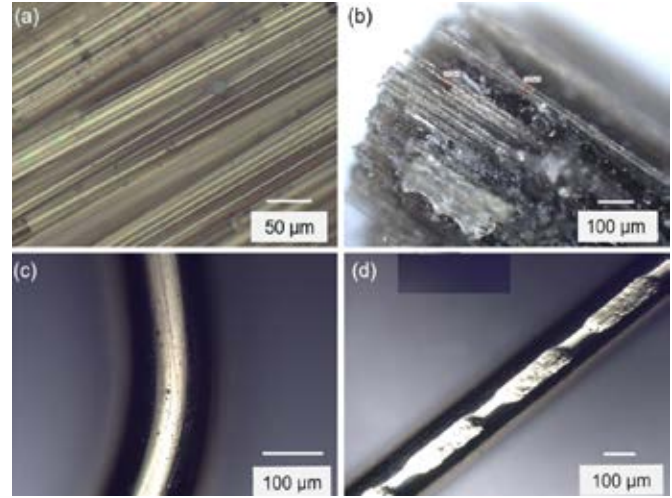
Ekip, metalik ve metalik olmayan liflerle güçlendirilmiş farklı UHPC karışımlarının mekanik dayanımını ve sünekliğini yani çatlamadan önce şekil değiştirebilme kapasitesini belirlemek amacıyla kapsamlı deneyler gerçekleştirmiştir. Yapılan çalışmalar, malzemenin fiyatını %75'e kadar azaltabilecek optimizasyon parametrelerini ortaya koyarken, UHPC'nin yüksek dayanım, süneklik ve dayanıklılık özelliklerinin korunabileceğini göstermiştir. Ekip, bu yaklaşımın dünya çapındaki malzeme üreticilerinin, altyapı sahiplerinin ve inşaat şirketle-

rinin sadece maliyet tasarrufu sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda daha dayanıklı ve çevre dostu beton geliştirmelerine de yardımcı olabileceğini belirtmiştir. Ekip, çalışmalarını "Cement and Concrete Composites" dergisinde yayımlamıştır.

Penn State Üniversitesinde John ve Harriette Shaw İnşaat ve Çevre Mühendisliği Profesörü ve İnşaat ve Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı olan çalışmanın ortak yazarı Farshad Rajabipour'a göre, UHPC, yüksek mukavemeti, sünekliği ve olağanüstü dayanıklılığı sayesinde köprüler, yüksek katlı binalar veya kıyı koruma yapıları gibi büyük ve dayanıklı yapıların inşasında kritik bir öneme sahip hâle gelmiştir. Rajabipour, özellikle UHPC'nin köprü inşaatını hızlandırmanın anahtarı olduğunu ve bu sayede eskiden aylar süren köprü yapımı ve onarımlarının sadece birkaç gün veya haftaya indirgenmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir.

Rajabipour, "Köprü elemanları fabrikada önceden imal ediliyor, daha sonra şantiyeye taşınarak adeta Lego parçaları gibi birleştiriliyor. Köprünün ana taşıyıcı elemanları geleneksel betonla üretilirken, bu elemanları birbirine bağlayan yüksek dayanımlı grout UHPC'den oluşuyor. Dolayısıyla UHPC, geleneksel betonun yerine geçmek için değil, yüksek performans gerektiren kritik bağlantıları sağlamak amacıyla kullanılıyor." diye açıklıyor.

UHPC'nin yüksek dayanımı ve sünekliği, beton matrisi içerisine homojen olarak dağıtılmış binlerce minik çelik lif sayesinde elde edilmektedir. Yaklaşık 13 mm uzunluğunda ve 0,2 mm kalınlığındaki bu lifler; çimento, su, agrega ve mineral katkılardan oluşan matris içerisinde mekanik olarak kenetlenerek yüksek çekme gerilmeleri altında daha esnek bir malzeme oluşturur.



Yukarıda, mikroskop altında yüksek büyütmeyle görüntülenen farklı iç lif türleri görülmektedir. Bunlar; sıkı demetler hâlinde bir araya gelmiş fibrille bazalt lifleri (a), reçine ile birbirine bağlanmış iç cam liflerinden oluşan lif takviyeli polimer (FRP) (b), kancalı çelik lifin büyütülmüş uç kısmı (c) ve tek bir yivli çelik lif (d) örneklerini içermektedir. Bu iç lifler, ultra yüksek performanslı betonun (UHPC) üstün mekanik dayanımını sağlayan temel bileşenlerdir. Kaynak: Farshad Rajabipour tarafından sağlanmıştır. Tüm hakları saklıdır.

Ancak Rajabipour'a göre maliyetin temel nedeni de yine bu liflerdir. Toplam hacmin yalnızca yaklaşık %2'sini oluşturmalarına rağmen, UHPC maliyetinin yaklaşık %70'inden sorumludur. Ayrıca UHPC'nin çoğu zaman ticari olarak patentli ve torbalanmış hazır karışımlar hâlinde satılması da maliyeti daha da artırmaktadır. Rajabipour'a göre, malzemeyi ticari açıdan daha erişilebilir ve uygun fiyatlı hâle getirmenin anahtarı, liflerin optimize edilmesidir.

Araştırma kapsamında toplam 15 farklı UHPC karışımı hazırlanmıştır. Bunların dokuzu farklı miktarlarda ve farklı geometrilerde çelik lif içerirken, araştırmacılar aynı performansın daha az lif kullanılarak elde edilip edilemeyeceğini incelemiştir.

Rajabipour, "Farklı lif uzunlukları, çapları ve geometrileri denedik. Lif yüzeylerinde girintiler oluşturduk, burulmuş lifler kullandık ve küçük kancalar ekleyerek çimento matrisiyle daha iyi kenetlenmelerini sağlamaya çalıştık. Eğer aynı hatta daha yüksek performansı daha az lif kullanarak elde edebilirsek, malzemenin maliyetini büyük ölçüde düşürebiliriz." diyor.

Ekip ayrıca, fibrille edilmiş, yani çok ince cam ipliklerden, bazalt olarak bilinen bir taş türünden ve cam veya karbon lifleriyle takviye edilmiş polimerden oluşan metalik olmayan lifler kullanarak altı karışımı test etmiştir. Bu malzemeler ge-

leneksel çelik lifler kadar güçlü olmasa da Rajabipour, benzer performans sağlayabilecek bir metalik olmayan lifin belirlenmesi, UHPC'nin toplam maliyetini düşürme yolunda büyük bir adım olabileceğini belirtilmektedir.

Ardından, tek tek numuneler, farklı beton karışımlarının temel mekanik özelliklerini değerlendirmek üzere ekip tarafından geliştirilen bir dizi teste tabi tutulmuştur. Ekip, her bir karışımın taze hâldeki akışkanlığını değerlendirmiştir. Rajabipour, bunun hızlı ve yüksek kaliteli inşaat projelerinde kullanımını değerlendirirken anlaşılması gereken önemli bir unsur olduğunu belirtmektedir; ayrıca basınç mukavemetini, yani malzemeye basınç uygulayan kuvvetler altında dayanıklılığını; çekme mukavemetini, yani malzemeyi çeken kuvvetler altında dayanıklılığını; sünekliği; ve lif ile çimento matrisi arasındaki aderansı incelemiştir.

Deney sonuçlarına göre özellikle iki çelik lif tipi (mikro çelik lif ve yivli çelik lif) lif hacmi yarıya düşürülmesine rağmen performansını büyük ölçüde koruyabilmiştir.

Ayrıca ekip, UHPC'nin performansı üzerinde en büyük etkiye sahip özelliklerin hangileri olduğunu belirlemiştir. Boy/çap oranı yüksek lifler, çekme performansını belirgin şekilde artırmaktadır. En yüksek performans, liflerin gerilme altında kopmasından önce kontrollü biçimde beton matrisinden sıyrılarak çıkması sayesinde elde edilmektedir. Günümüzde ticari olarak satılan metalik olmayan lifler henüz çelik liflerle aynı performansı sağlayamasa da, geliştirilecek yeni tasarımların çok daha düşük maliyetle benzer performans sunma potansiyeli bulunmaktadır.

Rajabipour, "Artık hangi parametrelerin maliyeti düşürürken performansı koruyacağını sayısal verilerle ortaya koyabiliyoruz. Lif hacmi önemlidir, lif sayısı önemlidir ve lif-matris aderansı da önemlidir, ancak bunların göreceli etkilerini daha önce nicel olarak ortaya koyamamıştık." diyor.

Ekip, bundan sonra farklı lif bileşimleri üzerine daha fazla araştırma yapmayı, yeni metalik olmayan lifleri keşfetmeyi ve mevcut üretim yaklaşımlarını optimize etmeyi planlamaktadır. Ayrıca araştırmacılar, UHPC üretimi sırasında oluşan karbondioksit emisyonlarını azaltmak için farklı fırsatları incelemeye devam etmeyi ve bu malzemenin sürdürülebilirliğini büyük ölçüde artırmayı planlamaktadır.

Rajabipour, "UHPC üretiminin yalnızca birkaç patentli formülasyonla sınırlı kalmaması için uygulanabilir bir yol ortaya koyduk. Lifler sadece maliyetin değil, aynı zamanda karbon emisyonlarının da en büyük kaynağını oluşturuyor. Dolayısıyla geliştirdiğimiz yaklaşım hem maliyetleri hem de çevresel etkileri azaltabilecek önemli bir potansiyele sahiptir." diye çalışmayı açıklıyor.

Rajabipour, Larson Ulaşım Enstitüsü ve Malzeme Araştırma Enstitüsü bünyesinde de görev yapmaktadır.

Çalışmanın diğer ortak yazarları arasında, Rajabipour'un doktora danışmanlığını yürüttüğü araştırmacılar da yer almaktadır. Abdullah Al Moman, Dutchland'de yapısal tasarım mühendisi olup Penn State Üniversitesinden inşaat mühendisliği alanında doktora derecesi almıştır. Deepika Sundar, CalPortland'da araştırma bilimcisi olup Penn State Üniversitesi'nden inşaat mühendisliği alanında doktora derecesi almıştır. Amir Alarab ise, AECOM'da yapısal mühendis olarak görev yapmakta olup doktora derecesini Penn State Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden almıştır.

Çalışmanın diğer ortak yazarları ise Penn State Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü yardımcı araştırma profesörü Shaohua Chu ile Jovan Tatar, University of Delaware İnşaat, Yapım ve Çevre Mühendisliği Bölümü doçentidir.

Araştırma, ABD Ulaştırma Bakanlığı (U.S. Department of Transportation) ile Pennsylvania Ulaştırma Bakanlığı (Pennsylvania Department of Transportation) tarafından desteklenmiştir.

Penn State Üniversitesi'nde araştırmacılar, Pennsylvania Eyaleti'nde, ABD genelinde ve dünya çapında insanların sağlık, güvenlik ve yaşam kalitesini etkileyen gerçek sorunlara çözüm üretmeye yönelik araştırmalar yürütmektedir.

Uzun yıllardır araştırmalara sağlanan federal destek; ülkeyi daha güvenli hâle getiren, sanayinin rekabet gücünü artıran ve ekonomiyi güçlendiren yeniliklerin geliştirilmesini mümkün kılmıştır ancak son dönemde araştırma fonlarında yapılan federal kesintiler, bu ilerlemenin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir.

Kaynak: www.psu.edu/news/research/story/new-design-approach-may-help-slash-price-ultra-durable-concrete

SINCE 1987

TRANSMİKSER İmpes

Her Dönüşte Güven,
Her Yolda İMPES!



İMPES İŞ MAKİNALARI TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

Fabrika : Dempa Sanayi Sitesi 3791.Cad No:25 Yenimahalle / Ankara

Yedek Parça : İvedik Arı Sanayi Sitesi 1473. Sok No:93 Yenimahalle

<https://impesmak.com>

  /impestransmikser

+90 532 559 29 24

Veri merkezleri betondan vazgeçebilir mi?



Yüksek yoğunluklu işlem gücü, daha ağır zemin yükleri ve daha sıkı yangın derecelendirmeleri gerektiriyor ve bu da betonun çekirdek yapımında merkezi bir unsur hâline getiriyor.

Veri merkezi geliştiricileri aynı anda iki yönden baskı altındadır. Yapay zekâ alt yapısına yönelik artan talep, bir zamanlar yıllar süren inşaat sürelerini aylarla ölçülen takvimlere sıkıştırdı. Aynı zamanda, yeni yapılarda gömülü karbonun incelenmesi yoğunlaşıyor.

Beton, her iki baskının da merkezinde yer alıyor. Temellere, yapısal döşemelere ve ekipman platformlarında kullanılır ve önemli bir gömülü karbon maliyeti taşır. Sektörün betona olan bağımlılığı tesadüfi değildir: Yük gereksinimleri, titreşim kontrolü, yangın dayanımları ve kod uyumluluğu, uzun

Can Data Centers Ditch Concrete - or Just Use Less of It?

Data center developers are being squeezed from two directions at once. Surging demand for AI infrastructure has compressed construction timelines that once spanned years into sprints measured in months. At the same time, scrutiny of the embodied carbon in new builds is intensifying.

zamandır geleneksel betonu kritik öneme sahip yapıların varsayılan malzemesi hâline getirmiştir.

Bu durum, sektörün doğrudan ele almakta yavaş davrandığı bir soruyu gündeme getiriyor: Veri merkezleri geleneksel betona olan bağımlılıklarını anlamlı bir şekilde azaltabilir mi, yoksa bu malzeme yapısal olarak o kadar yerleşik ki yerini başka bir malzemeye bırakmak mümkün değil mi?

Bazı operatörler için başlangıç noktası, herhangi bir bileşenin tanım gereği yasaklı olduğu varsayımını reddetmektir. Equinix'in Küresel Ana Planlama Kıdemli Direktörü Andrew Higgins, Data Center Knowledge'a verdiği demeçte, "Bir veri merkezinin hiçbir parçası alternatif malzemeler için doğası gereği yasaklı değildir. Önemli olan, temeller veya cepheler

olsun, her bileşenin yapısal bütünlük, güvenlik ve güvenilirlik için katı performans gereksinimlerini karşılamasıdır.” dedi.

Temel yapılar neden hâlâ betona dayanıyor?

Temeller, yapısal döşemeler ve ekipman platformları, beton alternatiflerinin haklı çıkarılmasının en zor olduğu yerlerdir. Bu kararların temelini oluşturan yapısal gereksinimler statik değildir ve önemli açılardan karşılanması giderek zorlaşmaktadır.

Sektörün yapay zekâ için sıvı soğutmaya geçişi, gereksinimleri azaltmak yerine artırıyor. DataBank’ın Sürdürülebilirlik Kıdemli Direktörü Jenny Gerson, Data Center Knowledge’a verdiği demeçte, “Sıvı soğutmaya geçiş aslında bunu daha da şiddetlendiriyor: Yapay zekâ iş yükleri, daha ağır termal depolama sistemleri ve kaynaklı paslanmaz çelik ikincil devreler gerektiriyor; bu da daha güçlü yapısal tasarımlar gerektiriyor.” dedi.

Hesaplama yoğunluğu durumu açıkça ortaya koyuyor. WhiteFiber’ın Veri Merkezleri Başkanı Billy Krassakopoulos, modern GPU kümelerinin raf başına 50 ila 150 kW arasında güç çekebildiğini, bunun birçok tesisin başa çıkmak üzere tasarlandığından birkaç kat daha fazla olduğunu belirtti. Bu yoğunluklarda, geleneksel beton, yük ve yangın dayanımı gereksinimlerini karşılayan en güvenilir yol olmaya devam ediyor.

Bu da çekirdekte malzeme denemeleri için çok az yer bırakıyor.

Krassakopoulos, “Yüksek yoğunluklu bilgi işlem, soğutma altyapısı ve güç dağıtımının bulunduğu alanlar şu anda malzeme denemeleri için uygun yerler değil ve bu, sırf muhafazakarlık olsun diye değil. Kritik bir ortamda yapısal bir arızanın sonuçları o kadar ciddidir ki herhangi bir alternatifin ispat yükü son derece yüksektir ve piyasanın şu anda talep ettiği hızda inşa eden hiçbir geliştirici, yapısal katmanda bu riski almayacaktır.” dedi.

Şu Anda İşe Yarayanlar: Düşük karbonlu karışımlar, ahşap, yenilemeler

İlerleme, kampüs binalarının kritik olmayan kısımlarında en belirgin şekilde görülüyor. Equinix, Frankfurt’taki bir idari binada masif ahşap kullandı ve LD14 projesinde düşük karbonlu beton kullandı. DataBank, Dallas ve New York’ta düşük karbonlu beton karışımları kullandı. WhiteFiber’ın Madison,

Concrete sits at the center of both pressures. It dominates foundations, structural slabs, and equipment pads – and it carries a significant embodied-carbon cost. The industry’s reliance on concrete is not incidental: load requirements, vibration control, fire ratings, and code compliance have long made conventional concrete the default for mission-critical construction. That raises a question the sector has been slow to confront directly: Can data centers meaningfully reduce their dependence on conventional concrete, or is the material too structurally embedded to displace?

Kuzey Carolina’daki NC-1 projesi farklı bir yaklaşım benimsedi; mevcut bir endüstriyel binayı veri merkezine dönüştürdü ve orijinal yapının malzeme kararlarını yönlendirmesine izin verdi.

Bu tadilat disiplini, sıfırdan inşaata kıyasla daha iyi malzeme seçimleri sunma eğilimindedir. Krassakopoulos, “Mevcut bir endüstriyel binayı veri merkezine dönüştürürken... orijinal yapının size sunduğu her şeyle çalışıyorsunuz ve yeni betonun gerçekten gerekli olduğu yerler ile mevcut yapının yükü taşıyabileceği yerler arasında hedefli kararlar alıyorsunuz.” dedi.

Düşük karbonlu beton karışımları – en yaygın olarak uçucu kül ve öğütülmüş granüle yüksek fırın cürufu gibi ek çimentolu mal-

zemeler kullanılarak – en hızlı ilerleme yolunu sunmaktadır. Yapısal hesaplamalarda veya tedarik süreçlerinde değişiklik gerektirmezler. Gerson, bu karışımların maliyet farkının önemli ölçüde azaldığını ve daha önce benimsenmeyi engelleyen bir bariyerin ortadan kalktığını belirtti.

Ayrıca, Microsoft gibi büyük teknoloji şirketlerinin son inşaatları da dâhil olmak üzere, üst yapılarda masif ahşap da giderek daha fazla ilgi görüyor.

Bentley Systems’in Yapı Mühendisliği Başkan Yardımcısı Josh Taylor, dijital modelleme araçlarının, tasarım ekiplerinin bir şartnameye karar vermeden önce alternatif malzemeleri kod gerekliliklerine göre doğrulamalarına olanak tanıyarak mühendislik riskini azalttığını savunuyor.



Meta, Aiken County, Güney Carolina’daki veri merkezi için yönetim binasını ağırlıklı olarak ahşaptan inşa ediyor.

Neden benimsenme gecikiyor?

Mühendislik muhafazakarlığı ve kod onayı, bilindik sürtüşme noktalarıdır ancak satın almaya en yakın operatörlere göre, daha kalıcı sorun zamanlamadır.

Krassakopoulos, "Daha kalıcı sorun, düşük karbonlu malzemelerin, çoğu projenin şu anda çalıştığı geliştirme zaman çizelgelerinden daha uzun teslim süreleri ve daha erken tasarım kararları gerektirmesidir." dedi. Yapay zekâ altyapısının programları sıkıştırmasıyla, altı ay içinde faaliyete geçmesi gereken bir tesis, genellikle yalnızca bulunabilirlik nedeniyle geleneksel betona yöneliyor, diye ekledi.

Yeniden işleme riski, zamanlama zorluğunu daha da artırıyor. Gerson, "Kritik öneme sahip inşaatlarda yeniden işlemeye neredeyse hiç tolerans yoktur ve milyonlarca dolarlık bir gecikmenin söz konusu olduğu bir projede alışılmadık bir şeyi belirtmek zor bir durumdur." dedi.

Tedarik zinciri daha fazla değişkenlik katıyor. Sidara'da sürdürülebilirlik ve uygulama grup yöneticisi Balsam Nehme, birçok pazarda düşük karbonlu malzemelerin geleneksel seçenekler kadar bulunabilir veya maliyet etkin olmadığını söyledi. Sürdürülebilirlik hedefleri baştan itibaren proje KPI'larına dâhil edilmedikçe, somutlaştırılmış karbon hedefleri genellikle zamanlama, dayanıklılık ve sermaye harcamaları lehine önceliklendirilmiyor.



Betonarme elemanlara sabitlenmiş ağır ekipman platformları, kritik öneme sahip bölgelerde hâkim olmaya devam ediyor.

For some operators, the starting point is rejecting the assumption that any component is off-limits by definition. "No part of a data center is inherently off-limits to alternative materials," Andrew Higgins, senior director of global master planning at Equinix, told Data Center Knowledge. "What matters is that every component, whether foundations or façades, meets strict performance requirements for structural integrity, safety, and reliability."

Related:Eco-Friendly Innovations: A Guide to Green Materials in Data Centers
Why Core Structures Still Rely on Concrete

Gerçekçi ileriye yönelik yol

Betonu ortadan kaldırmayı hedef olarak belirlemek kendi sorununu yaratıyor. Gerson, "Betonu ortadan kaldırmak gerçekçi bir hedef değil ve bunu bu şekilde çerçevelemek, sektörün ilk etapta ulaşılamayan bir hedefi tutturamadığı için eleştirilmesine yol açıyor." Dedi.

Higgins, Equinix'in yaklaşımını proje bazında uygulanan üç aşamalı bir çerçeve olarak tanımladı:

1. Verimli tasarım ve mümkün olduğunca mevcut yapıların yeniden kullanımı yoluyla malzeme kullanımından tamamen kaçınmak.

2. Tüm bina yaşam döngüsü değerlendirilmeleri doğrultusunda, mümkün olan yerlerde daha düşük karbonlu alternatiflerle ikame ederek etkiyi azaltmak.

3. Pazar düzeyinde yeni düşük karbonlu çözümleri ölçeklendirmek için tedarikçiler ve yüklenicilerle çalışmak.

İnşaatteki gömülü karbon, resmin sadece bir parçası ve en büyük parçası değil. Krassakopoulos, "Sektör orantılılık konusunda da dürüst olmalı. Yapı altyapısı etrafındaki enerji ve su hikayesi, inşaat malzemeleri etrafındaki gömülü karbon hikayesinden kat kat daha büyük ve odak noktası bu gerçeği yansıtmalı." dedi.

Uzun vadede, çimento fabrikalarında karbon yakalama, gidişatı değiştirebilir. Teknoloji bugün maliyet açısından bir prim taşıyor ancak ölçeklenmeye başlıyor. Nehme, "Birçok Avrupa pazarında gördüğümüz bir şey, çimento fabrikalarında karbon yakalamanın yükselişi; bu da beton karışımını etkili bir şekilde karbondan arındırıyor." dedi.

İleriye dönük yol, ortadan kaldırmak değil, azaltmak ve karbondan arındırmaktır. Higgins, "Gerçekçi olmak gerekirse, sektörün ileriye dönük yolu, mümkün olan yerlerde daha az beton kullanmak ve gerekli olan her şeyi tamamen ortadan kaldırmak değil, karbondan arındırmaktır." dedi.

Kaynak: <https://www.datacenterknowledge.com/green-materials/can-data-centers-ditch-concrete-or-just-use-less-of-it>

Kaliforniya'nın başarılı okyanus deneyi: 9 metrelik beton küreler bataryalara dönüşüyor

Kaliforniya kıyılarında, su altında bulunan dev bir yapı, bataryalar ve resifler konusunda yeniden düşünmeye zorluyor.



California's successful ocean experiment. How 9-meter concrete spheres become game-changing batteries

Why are engineers celebrating a device that fails if it floats? Off the California coast, a submerged giant is forcing a rethink of batteries and reefs alike.

California ocean experiment concrete spheres batteries

Long Beach açıklarında, devasa bir beton küre, deniz tabanında sessizce deniz suyunu emip bırakarak temiz enerji depoluyor. Almanya'nın Fraunhofer IEE şirketi tarafından tasarlanan StEnSea konsepti, depolama ve elektrik üretimi arasında geçiş yapmak için doğal basıncı kullanıyor ve ABD'li ortak Sperra 3D baskılı yüzeyler sağlıyor. Yapı aynı zamanda yapay bir resif görevi görüyor, dokulu yüzeyi deniz yaşamını davet ederken yenilenebilir enerjinin en zor sorunlarından birini çözüyor. Pilot proje başarılı olursa, Norveç'ten Japonya'ya kadar daha derin kıyılar daha büyük ünitelere ev sahipliği yapabilir.

Dalgaların altında somut bir çözüm

Kaliforniya kıyılarında, mühendisler Long Beach yakınlarında deniz tabanına beton küreler indirerek temiz elektriği depolamanın yeni bir yolunu test ediyorlar. Her biri yaklaşık 9 metre çapında olan bu gri devler, bir gün şebekeyi dengelemeye yardımcı olabilir. Ya okyanusun kendisi pilimiz olursa? Deneme, ABD'li ortaklarla birlikte Almanya'nın Fraunhofer IEE araştırmacıları tarafından yürütülüyor ve büyük hedefleri olan gerçek dünya pilot projesi.

Yenilenebilir enerjinin neden daha iyi depolamaya ihtiyacı var?

Güneş panelleri güneşe ihtiyaç duyuyor, rüzgâr çiftlikleri de esintiye. Sonra bulutlar geliyor veya rüzgâr esintileri azalıyor. Bu uyumsuzluk hâlâ şebekeyi rahatsız ediyor. Lityum iyon piller hızlı ama pahalı ve kaynak yoğun. Pompalı hidroelektrik çalışıyor, ancak geniş araziler ve büyük izinler gerektiriyor. Su altı beton küreler, daha küçük bir çevresel ayak izi ve değerli kıyı şeridinin minimum kullanımıyla denizde enerji depolayarak farklı bir yol vaat ediyor.

Su altı küreler nasıl çalışıyor?

StEnSea projesi olarak bilinen sistem, su altı basıncından yararlanıyor. Elektrik fazlası olduğunda, pompalar içi boş bir küreden suyu dışarı iterek enerjiyi basınç farkı olarak depoluyor. Talep arttığında, vanalar açılıyor, su geri akıyor ve bir türbin enerji üretiyor. Tek bir 9 metrelik ünite yaklaşık 400 ton ağırlığında. Ekip, bir kürenin tipik bir ABD evine yaklaşık bir yıl boyunca yetecek kadar elektrik sağlayabileceğini ve yaklaşık 50 ila 60 yıl boyunca tekrar tekrar döngüsel olarak çalışabileceğini, jeneratör değişiminin ise yaklaşık her 20 yılda bir sualtında yapılacağını söylüyor.

Çevre dostu teknoloji deniz yaşamıyla buluşuyor

ABD'li ortak Sperra, algleri, mercanları ve omurgasızları çeken pürüzlü, biyolojik olarak duyarlı yüzeyler oluşturmak için büyük formatlı 3D baskı kullanıyor. Bu küreler yapay resif görevi görerek balıklar için barınak oluşturabilir ve yerel biyoçeşitliliği artırabilir. Fraunhofer IEE'den Dr. Bernhard Ernst'e göre amaç, deniz yaşamını desteklerken sessizce enerji depolayan bir tasarım elde etmektir.

Geleceğe bakış

Eğer Kaliforniya'da performans ve izinler uyumlu olursa, benzer uygulama Pasifik Kuzeybatısı, New England ve Körfez Kıyısı boyunca ve ayrıca yurt dışındaki derin kıyı sularında da ortaya çıkabilir. Ekip, daha yüksek kapasite için daha büyük 30 metrelik kürelerin taslaklarını zaten çiziyor. Gerçekten de, bu pilot proje başarılı olursa, okyanusun derinliği ve basıncı, önümüzdeki on yıllar boyunca uzun süreli depolamada bir çözüm haline gelebilir.

Kaynak: <https://3dvp.com/en/california-s-successful-ocean-experiment-how-9-meter-concrete-spheres-become-game-changing-batteries/>

Taban külü



Uluslararası Çevre Mühendisliği Dergisinde (IJEE) yayımlanan bir araştırma, yakılan belediye katı atıklarından elde edilen külün, belirli bir konsantrasyonun altında, inşaat malzemelerinde mukavemet kaybı olmadan çimentoda dolgu maddesi olarak kullanılabileceğini göstermiştir.

Araştırmacılar, atık yakma işleminden elde edilen ince öğütülmüş bir kalıntı olan külden geri dönüştürülen mikronize tozu incelediler. Kimyasal bileşimini ve inşaatla kullanılan çimento, kum ve su karışımı olan harcın bir bileşeni olarak performansını test ettiler.

Belediye atıklarının yakılması, depolama alanı talebini azaltır ve enerji üretebilir, ancak büyük miktarda kül kalıntısı üretir. Çin'in büyük şehirlerinde, yılda 200 milyon metrik tondan fazla belediye atığı yakılırken, yaklaşık 20 milyon metrik ton taban külü depolama alanlarına gönderiliyor.

IJEE makalesi, taban külünün silisyum dioksit, kalsiyum oksit, alüminyum oksit ve demir oksit dâhil olmak üzere çimento

Incinerator bottom ash could be used as a filler in cement without material strength loss

Research published in the International Journal of Environmental Engineering has demonstrated that bottom ash from incinerated municipal solid waste could be used below a certain concentration as a filler in cement without a loss of material strength in construction materials.

ile ilgili temel mineralleri içerdiğini tartışıyor. 100 mikrometreden daha küçük bir parçacık boyutuna öğütüldükten sonra bu malzeme çimentonun sertleşmesini sağlayan kimyasal işlem olan çimento hidrasyonunda kullanılabilir, ancak çimentonun %30'undan fazlasının bu malzeme ile değiştirilmesi, 28 günlük basınç dayanımını yarı yarıya, eğilme dayanımını ise dörtte birinden fazla azaltıyor. Bununla birlikte, daha uzun bir kürleme süresi sonunda hem basınç hem de eğilme dayanımını artırıyor.

Araştırmacılar, genel inşaat için daha düşük ikame seviyeleri önerirken, daha yüksek oranların eğilme dayanımının önemli olduğu

beton kaplama gibi uygulamalar için ayrıldığını belirtiyorlar. Bulgular, yakma atıklarının geri dönüşüm potansiyelini vurgularken, daha geniş kullanımın önündeki engelleri de belirliyor.

Kaynak: https://techxplore.com/news/2026-07-incinerator-bottom-ash-filler-cement.html#google_vignette



AGREGA YAŞAMI İNŞA EDER



www.agub.org.tr

Ayda beton



Kaynak: Gemini

Bilim kurgudan stratejik gerekliliğe.

Nesiller boyunca, Ay'da inşaat yapma fikri bilim kurgu alanına aitti. Dev kubbeler ve destekleyici teknolojilerinin altında yer alan Ay şehirlerinin fütüristik tasvirleri, sürekli olarak on yıllarca uzakta gibi görünüyordu.

Bu gelecek, birçok kişinin fark ettiğinden çok daha erken gelebilir, ancak askeri bir boyutla. Yüksek yer her zaman önemlidir ve Ay, ulaşabileceğimiz en yüksek noktadır. Tarihin önde gelen askeri düşünürleri bu ilkeyi uzun zamandır anlamışlardır;

Sun Tzu, "Savaş Sanatı" (MÖ 4. yüzyıl): "...yüksek ve güneşli yerleri işgal etmeli ve orada onun yukarı çıkmasını beklemelisiniz."

Vegetius, "De Re Militari" (MS 5. yüzyıl): "Yer yüzeyinin doğası çoğu zaman cesaretten daha önemlidir."

Concrete on the moon

From science fiction to strategic necessity.

For generations, the idea of building on the moon belonged to the realm of science fiction. Futuristic illustrations of lunar cities beneath giant domes and their supporting technology seemed to be perpetually decades away.

That future may be arriving far sooner than many realize, but with a military twist. The high ground always matters, and the moon is the highest within our reach. History's leading military thinkers have long understood this principle:

Carl von Clausewitz, "Savaş Üzerine" (1832): "Yüksek konumlar üç avantaj sağlar: yaklaşmaya daha büyük engel, daha iyi gözlem ve rakibe yukarıdan bakmanın ahlaki etkisi."

Lyndon B. Johnson, Senato Silahlı Kuvvetler Komitesi Hazırlık Araştırma Alt Komitesine yaptığı açıklamada (1958): "Uzayın kontrolü, dünyanın kontrolü demektir."

Öğreti asla değişmedi; sadece irtifa değişti ve endüstrimiz için uygun bir ironi var; tarihteki her yüksek nokta, onu tahkim ederek elde edildi. Ay'a sadece ulaşmakla kalmayıp, orada inşaat yapabilen taraf, onu elinde tutan taraftır. Bu nedenle, şu anda dünyanın dört bir yanındaki süper güçler tarafından trilyonlarca dolar yatırım yapılıyor.

Ay'da inşaat, neredeyse diğer tüm zorlukla-

rın üzerinde yükselen bir zorluktur. İnsanlığın hayatta kalması, aşırı sıcaklıklardan, güneş radyasyonundan, mikrometeorit çarpmalarından ve aşındırıcı ay tozundan daha dayanıklı bir barınağa ihtiyaç duyar. Geleneksel inşaat malzemelerini Dünya'dan taşımak ekonomik olarak pratik değildir. Açık çözüm, hazır beton endüstrisinin iyi anladığı bir çözümdür: Yerel malzemeleri kullanmak.

En önemli yerel agrega kaynağı

Ay, ay regoliti olarak bilinen parçalanmış kaya ve toz tabakasıyla kaplıdır. Milyarlarca yıl boyunca meteorit çarpmalarıyla oluşan regolit, beton üreticilerinin zaten aşına olduğu malzemelere oldukça benzer olan silikatlar, oksitler ve mineral parçacıkları içerir.

Araştırmacılar, çeşitli yaklaşımlar kullanarak ay regolitini yapısal malzemelere dönüştürmenin yollarını arıyorlar: Kükürt bazlı beton sistemleri, jeopolimer bağlayıcılar, sinterlenmiş regolit ürünü, 3 boyutlu baskı ile üretilmiş ay inşaat malzemeleri ve regolit türevli çimento alternatifleri bunların arasında yer alıyor.

Amaç basit, Ay yüzeyinde zaten mevcut olan kaynakların kullanımını en üst düzeye çıkarırken ithal malzemeleri en aza indirmek.

Birçok yönden Ay inşaatı, endüstrinin Dünya'da çimento tüketimini azaltmak, alternatif bağlayıcılar kullanmak ve sürdürülebilirliği iyileştirmek için devam eden çabalarına benziyor. Fark şu ki, Ay'da alternatif yok. Kaynak verimliliği çevresel bir tercih değil, hayatta kalma gerekliliğidir.

3D baskı her şeyi değiştiriyor

Ay inşaatı için en umut vadeden teknolojilerden biri, büyük ölçekli eklemeli üretimdir. İşçi ekipleri ve inşaat ekipmanı filoları taşımak yerine, robotik sistemler daha önce varıp alt yapıyı otonom olarak inşa etmeye başlayabilir. Regolit bazlı malzemeler kullanan dev yazıcılar, astronotlar gelmeden önce iniş pistleri, koruyucu duvarlar, depolama tesisleri ve nihayetinde yaşam alanları inşa edebilir.

Bu konsept, beton endüstrisinde hâlihazırda devam eden gelişmeleri yansıtıyor. Dünyanın dört bir yanında müteahhitler evler, köprüler, istinat duvarları ve altyapı bileşenleri basıyor. Henüz gelişmekte olan bu teknolojiler, Dünya'nın ötesinde uygulanabilecek teknikler için değerli bir deneme alanı sağlıyor. Ay, otomatik "beton" inşaatı için nihai test alanı olabilir.

Hayal edilebilecek en zorlu ortam

Ay inşaatı, karasal projeleri görece kolay gösteren zorluklar-

Sun Tzu, "The Art of War" (4th century BC): "... you should occupy the raised and sunny spots, and there wait for him to come up."

Vegetius, "De Re Militari" (5th century AD): "The nature of the ground is often of more consequence than courage."

la karşı karşıyadır. Ay'da gündüz ve gece arasında sıcaklıklar yüzlerce derece değişebilir. Neredeyse hiç atmosfer yoktur. Su kıttır ve yer çekimi, Dünya'ninkinin sadece altıda biridir.

Geleneksel hidratasyon kimyası bu tür koşullar altında farklı davranır. Malzeme performansı, termal hareket, dayanıklılık ve yerleştirme yöntemlerinin tamamı yeniden düşünülmelidir. Ay tozu bile büyük bir mühendislik zorluğu

oluşturmaktadır. Keskin, aşındırıcı parçacıklar ekipmanlara sızar, contalara zarar verir ve mekanik sistemleri tehdit eder.

Geleceğin Ay inşaat uzmanları, geleneksel inşaat uygulamaları kadar malzeme bilimi, robotik ve çevre sistemleri üzerine de zaman harcayacaklardır.

Bu neden sektör için önemlidir?

Ay betonunu ilginç bir bilimsel merak konusu olarak görmezden gelmek cazip gelebilir, ancak bu bir hata olurdu.

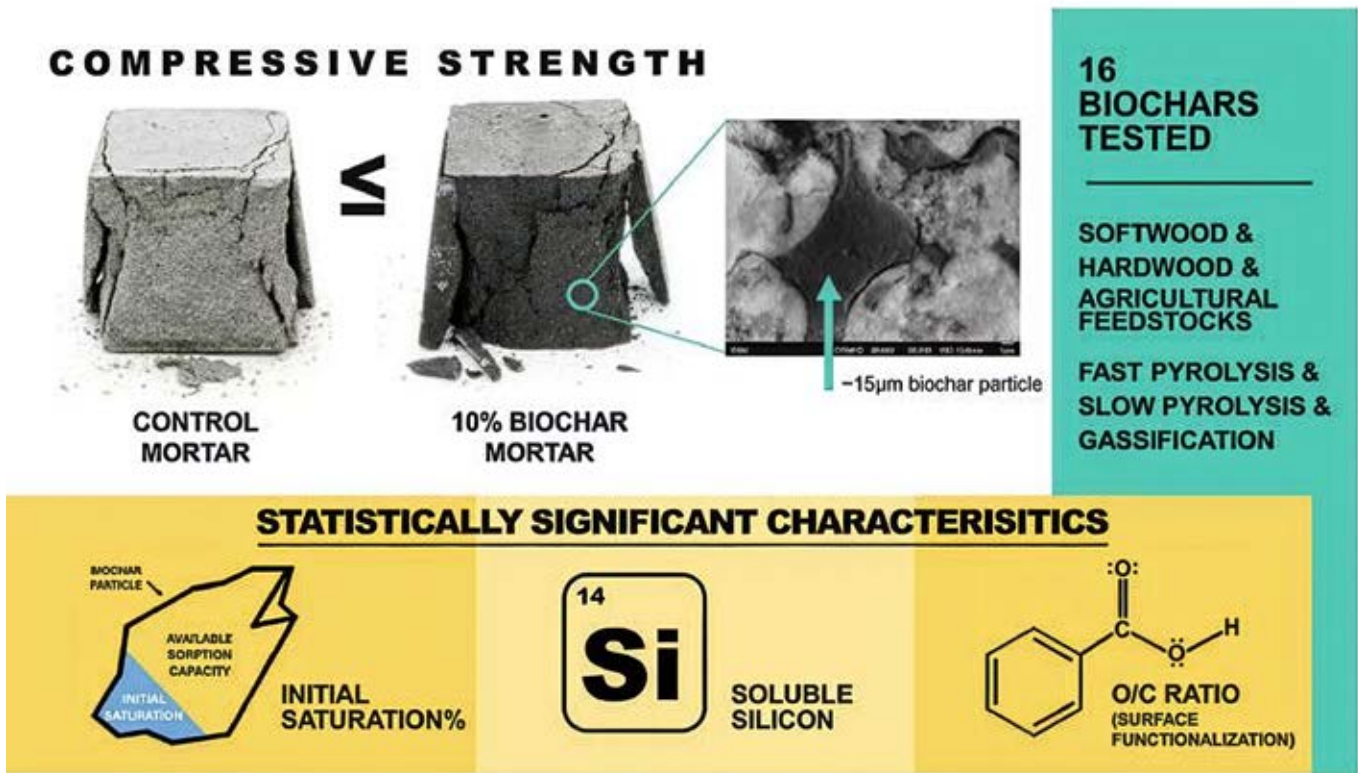
Tarih, aşırı ortamlar için geliştirilen teknolojilerin sonunda Dünya'da da uygulama bulduğunu defalarca göstermiştir. Uzay programları zaten iletişim, malzeme, sensör, navigasyon ve bilgisayar alanlarında yeniliklere katkıda bulunmuştur. Aynı model Ay'da da ortaya çıkacaktır.

Düşük su içerikli bağlayıcılar, otonom üretim sistemleri, gelişmiş malzeme karakterizasyonu, robotik yerleştirme ve eklemeli imalat üzerine yapılan araştırmalar, gelecekteki hazır beton işlemlerini doğrudan etkileyebilir. İnsan müdahalesinin minimum olduğu, tehlikeli ortamlarda sürekli çalışan robotik yerleştirme sistemleriyle donatılmış, uçtan uca bir süreci hayal edin. Bu kavramlar şimdi fütüristik görünüyor, ancak cebinizde süper bilgisayar taşımak da öyleydi.

Ay'daki ilk kalıcı yapılar, bilim kurgu filmlerinde tasvir edilen binalara benzemeyebilir. Basit koruyucu barınaklar, iniş pistleri, depolama tesisleri veya regolit ile kaplı yer altı yaşam alanları olabilirler ancak bu ilk yapılar çok önemli bir şeyi temsil edecek. İnsanlık tarihinde ilk kez, inşaat malzemeleri Dünya'nın ötesinde üretilecek ve kullanılacak ve bu dönüm noktasına ulaşıldığında, ilgili teknolojilerin muhtemelen her beton üreticisinin tanıdığı kökleri olacaktır. Agregalar, bağlayıcılar, karışım tasarımı, malzeme optimizasyonu ve yerel kaynakları dayanıklı altyapıya dönüştürmenin zamansız zorluğu. Konum 383 bin kilometre uzakta olabilir. Temeller şaşırtıcı derecede tanıdık kalıyor. İnşaat sektöründeki bir sonraki büyük dönüm noktası belki de Ay'da olabilir.

Kaynak: <https://concreteproducts.com/index.php/2026/07/15/concrete-on-the-moon/>

Biyokömür, daha dayanıklı ve daha düşük karbonlu çimento üretimine katkı sağlayabilir



Araştırma, çimento harçlarının dayanımını artırırken karbon ayak izini azaltmada en etkili biyokömür özelliklerini ortaya koymaktadır.

Biyokömür-çimento harçlarının basınç dayanımını etkileyen temel biyokömür özellikleri Beton, yollardan köprülere, evlerden hastanelere ve yüksek binalara kadar her yerde karşımıza çıkmaktadır, ancak betonu bir arada tutan çimentonun üretimi önemli ölçüde iklimsel maliyet yaratmaktadır. Çimento üretimi, küresel karbondioksit emisyonlarının

önemli bir bölümünden sorumludur. Bunun temel nedeni, çimento üretiminde kullanılan kireç taşının çok yüksek sıcaklıklarda ısıtılmasının gerekmesidir.

“Biochar” dergisinde yayımlanan bir çalışma, düşük oksijenli ortamda biyokütlenin ısıtılmasıyla elde edilen karbon açısından zengin bir malzeme olan biyokömürün, çimento esaslı malzemelerin karbon ayak izini azaltırken mekanik performanslarını koruyabileceğini göstermektedir. Bazı durumlarda ise dayanımı artırabileceği belirtilmektedir.

Biochar could help build stronger, lower-carbon cement

Study identifies the biochar traits that matter most for making cement mortars stronger while reducing carbon footprint

Colorado Maden Okulu ve Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarından araştırmacılar, yumuşak ağaç, sert ağaç ve tarımsal ham maddelerden üretilmiş ticari ölçekteki 16 farklı biyokömürü test etmiştir. Her biyokömür ince öğütülerek harç karışımlarında çimento kütlesinin %10'u oranında ikame malzemesi olarak kullanılmıştır. 28 günlük kür süresinin ardından, tüm biyokömürlü çimento harçları kontrol harcına kıyasla benzer veya daha yüksek basınç dayanımı göstermiştir. Biyokömür türlerinden biri, dayanımda %48'in biraz üzerinde bir artış sağlamıştır.

Makalenin sorumlu yazarı olan Colorado Madencilik Okulu'ndan Lori E. Tunstall, "Biyokömür çoğu zaman yalnızca bir karbon depolama malzemesi olarak görülmektedir, ancak sonuçlarımız, uygun biyokömürün çimento esaslı malzemelerin mühendislik performansına da katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Önemli olan, tüm biyokömürleri aynı kabul etmek yerine hangi özelliklerin etkili olduğunu anlamaktır." dedi.

Daha önceki araştırmalar biyokömürün, çimentonun %2-5'inden daha yüksek oranlarda ikame edilmesi durumunda dayanım kayıpları görüldüğünü rapor etmiştir. Bu durum, daha yüksek biyokömür kullanım oranlarının beton uygulamalarında benimsenmesini sınırlamıştır. Yeni çalışma ise aynı karışım tasarımı altında çok çeşitli biyokömürleri karşılaştırarak ve fiziksel-kimyasal özelliklerini ayrıntılı biçimde analiz ederek bu sorunu ele almaktadır.

Araştırmacılar daha sonra, harç dayanımındaki farklılıkları en iyi açıklayan biyokömür özelliklerini belirlemek için istatistiksel analiz ve makine öğrenmesi yöntemlerinden yararlanmışlardır. Üç özellik öne çıkmıştır: Başlangıç doygunluk yüzdesi, oksijen/karbon oranı, suda çözünebilir silisyum konsantrasyonu.

Başlangıç doygunluk yüzdesi, biyokömürün su tutma kapasitesinin çimento karışımına girmeden önce ne kadarının zaten dolu olduğunu gösterir. Daha düşük başlangıç doygunluğuna sahip biyokömürler daha iyi performans göstermiştir. Bunun nedeni, bu biyokömürlerin karışım suyunu absorbe edecek daha fazla kapasiteye sahip olmaları ve kür sürecinde bu suyu kademeli olarak geri salabilmeleridir. Bu durum, biyokömürün bir iç kürleme ajanı (internal curing agent) gibi davranarak çimento matrisinde hidratasyon ürünlerinin oluşumunu desteklediği görüşünü güçlendirmektedir.

Suda çözünebilir silisyum ile dayanım arasında pozitif bir iliş-

Concrete is everywhere, from roads and bridges to homes, hospitals, and high-rise buildings. But the cement that holds concrete together comes with a major climate cost. Cement production is responsible for a significant share of global carbon dioxide emissions, largely because making cement requires heating limestone to very high temperatures.

A study published in Biochar suggests that biochar, a carbon-rich material made by heating biomass in low-oxygen conditions, could help reduce the carbon footprint of cement-based materials without weakening them. In some cases, it may even make them stronger.

ki tespit edilmiştir. Çimento kimyasında silisyum, betonun dayanımından sorumlu temel bağlayıcı faz olan kalsiyum silikat hidratın (C-S-H) oluşumunu destekler. Bu nedenle daha fazla çözünür silisyum salan biyokömürlerin çevresindeki çimento matrisini güçlendirebildiği düşünülmektedir.

Buna karşılık, daha yüksek oksijen/karbon oranı, daha düşük mukavemet ile ilişkilendirilmiştir. Araştırmacılar, bu oranın yüzey fonksiyonelleştirmesini ve polaritesini yansıtabileceğini ve bunun da biyokömürün yüksek alkaliniteye sahip çimento ortamıyla etkileşimini etkileyebileceğini öne sürmektedir.

Çalışma ayrıca biyokömür hazırlama yönteminin önemine de dikkat çekmektedir.

Tüm biyokömürler yaklaşık 10-15 mikrometre ortalama partikül boyutuna kadar öğütülmüştür. Bu ince tane boyutu, biyokömürün harç içerisinde daha etkin şekilde dağılmasını sağlamıştır. Araştırmacılar, biyokömür özelliklerinin kullanılan ham maddeye ve piroliz koşullarına bağlı olarak büyük değişkenlik gösterebildiğini, bu nedenle gelecekteki beton uygulamalarında biyokömür özelliklerinin raporlanması ve kontrol edilmesinin kritik olduğunu vurgulamaktadır.

Optimize edildiğinde, biyokömür-çimento malzemeleri iki yönlü bir fayda sağlayabilir: Uzun ömürlü yapı malzemelerinde kararlı karbon depolarken, gerekli çimento miktarını da azaltabilir. Kullanılan çimento miktarının azaltılması sayesinde daha düşük karbon emisyonu. Çalışmadaki karışım tasarımı, çimento kütlesinin %10'unun biyokömür ile ikame edilmesinin, biyokömür içermeyen eş değer karışıma kıyasla harcın karbon ayak izini yaklaşık %32 oranında azaltabileceği hesaplanmıştır. Tunstall, "Bulgularımız pratik bir yol haritası sunuyor. Düşük başlangıç doygunluğuna, düşük oksijen/karbon oranına ve faydalı düzeyde çözünür silisyum içeriğine sahip biyokömürlerin seçilmesi veya üretilmesiyle, dayanımdan ödün vermeden çimento sistemlerinde daha yüksek oranlarda biyokömür kullanımına ulaşabiliriz." diyor.

Araştırmacılar, biyokömürün yüksek mukavemetli, düşük karbonlu ve gelecekte karbon nötr beton üretimine giden yolda güçlü bir potansiyel taşıdığı sonucuna varmaktadır ancak büyük ölçekli uygulamalara geçilmeden önce, farklı biyokömür türleri ve beton sistemleri üzerinde ek doğrulama çalışmaları na ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Kaynak: www.eurekalert.org/news-releases/1128884

Grafen ile yüksek performanslı düşük karbonlu geri dönüştürülmüş beton

Ölçeklenebilir kayma yöntemiyle ayrıştırılmış grafen, yüksek performanslı düşük karbonlu geri dönüştürülmüş betonu mümkün kılıyor.

Bir araştırma ekibi, betonun mukavemetinden ödün vermeden karbondan arındırılmasına yardımcı olabilecek bir üretim atılımı bildirdi: Geri dönüştürülmüş beton performansı için özel olarak tasarlanmış ölçeklenebilir kayma yöntemiyle ayrıştırılmış Grafen. Communications Engineering’de yayımlanan çalışma, düşük karbonlu inşaatta merkezi bir zorluğu hedefliyor: Öngörülebilir, endüstriyel olarak uygulanabilir üretimi korurken geri dönüştürülmüş agregalara yüksek performanslı malzemeler nasıl eklenir?

Grafen’in çimento esaslı kompozitler için sunduğu potansiyel iyi bilinmektedir, ancak yüksek kaliteli grafen elde etmenin geleneksel yolları genellikle ölçeklenebilirlik ve maliyet sorunuyla karşılaşmaktadır. Burada araştırmacılar, kontrollü kesme kuvvetleri kullanarak grafen katmanlarını ana malzemelerden ayırabilen mekanik bir yaklaşım olan kesme eksfoliasyonuna odaklanmaktadır. Enerji tüketimi yüksek veya parti sınırlı yöntemlerin aksine, kesme eksfoliasyonu sürekli işleme için tasarlanmış ve laboratuvar çalışmalarından fabrika zeminlerine kadar pratik bir yol sunmaktadır.

Çalışmanın teknik kalbi, grafenin üretilme ve entegre edilme şeklidir. Ekip, çimento sistemlerine karıştırılmaya uygun, dağılabilir grafen üretmek için kesme eksfoliasyonu ile elde edilen grafen iş akışını iyileştirmektedir. Dağılım önemlidir: Kötü dağılmış grafen, topaklanma eğilimindedir, etkili yüzey alanını azaltır ve grafenin hidratasyon ve mikro yapıyı etkileyebileceği yolları sınırlar.

Geri dönüştürülmüş agregalarla yapılan betona dâhil edildikten sonra, grafen birden fazla ölçekte etki gösterir. Nano ölçekte, grafenin geniş özgül yüzey alanı, çimento hidratasyon ürünleriyle etkileşime girerek bağlayıcı fazların daha rafine bir şekilde

Scalable Shear-Exfoliated Graphene Enables High-Performance Low-Carbon Recycled Concrete

A team of researchers reports a manufacturing breakthrough that could help concrete decarbonize without sacrificing strength: scalable shear-exfoliated graphene engineered specifically for recycled concrete performance. The work, published in Communications Engineering, targets a central challenge in low-carbon construction—how to add high-performance materials to recycled aggregates while maintaining predictable, industrially feasible production.

oluşmasını destekler. Mikro ölçekte ise, iyileştirilmiş paketleme ve değişen gözenek yapısı, sertleşmiş matris boyunca daha güçlü bağlantıya katkıda bulunur ve bu da daha iyi mekanik performansa dönüşür.

Çalışmanın temel iddiası, performans iyileştirmelerinin karbon etkilerini olumlu tutarken elde edilmesidir. Geri dönüştürülmüş girdiler kullanılarak yüksek performanslı beton elde edilmesini sağlayan grafen destekli formülasyonlar, kısıtlı malzemelere olan bağımlılığı azaltabilir. Bu azalma da genel olarak daha düşük bir karbon ayak izini destekleyerek malzeme inovasyonunu iklim hedefleriyle uyumlu hâle getirir.

Araştırmacılar, kavram kanıtının ötesine geçen bir “viral bilim haberi” anı için gerekli olan tekrarlanabilirlik ve kontrol edilebilirlik özelliklerini de vurguluyorlar. Eğer kesme eksfoliasyonu grafen kalitesini koruyarak ölçeklendirilebilirse, inşaat malzemeleri mekanik olarak yönlendirilen, potansiyel olarak daha düşük maliyetli üretim yoluyla üretilen yeni bir katkı maddesi sınıfı kazanabilir.

Endüstri paydaşları için mesaj basittir: Grafen, niş bir laboratuvar malzemesi olarak kalmak zorunda değildir. Ölçeklenebilir kesme eksfoliasyonu ile grafen, dayanıklılık, mukavemet ve sürdürülebilirliğin birlikte optimize edildiği mühendislik ürünü çimento kompozitlerine doğru ilerleyebilir.

Genel olarak, çalışma grafeni egzotik bir katkı maddesi olarak değil, geri dönüştürülmüş beton için özel olarak tasarlanmış, endüstriyel olarak üretilebilir bir bileşen olarak konumlandırıyor. Yaklaşım gerçek hayatta karıştırma, kütleme ve uzun vadeli testlerde geçerli olursa, mühendislerin hem malzeme performansı hem de yapılı çevrede karbon azaltımı hakkındaki düşüncelerini yeniden şekillendirebilir.

Kaynak: <https://scienmag.com/scalable-shear-exfoliated-graphene-enables-high-performance-low-carbon-recycled-concrete/>



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



Sistemle ilgili bilgi almak için

0216 322 96 70

www.thbb.org

Dijital ürün pasaportu kayıt sistemi artık faaliyete geçti



Dijital Ürün Pasaportunun işletmeler için uygulanabilir bir sistem hâline gelmesinde önemli bir adım atıldı. Avrupa Komisyonu İç Pazar, Sanayi, Girişimcilik ve KOBİ'ler Genel Müdürlüğü (DG GROW) Dijital Ürün Pasaportu (Digital Product Passport / DPP) ile ilgili 20 Temmuz 2026 tarihinde bir açıklamada bulundu.

Avrupa Komisyonu 20 Temmuz 2026 itibarıyla, Dijital Ürün Pasaportu (Digital Product Passport / DPP) Kayıt Sistemi'ni, bir test ortamıyla birlikte kullanıma açarak, DPP'nin AB pazarına ürün arz eden işletmeler açısından uygulanabilir bir sistem hâline getirilmesinde önemli bir kilometre taşına ulaştı.

The Digital Product Passport Registry is now live

Marking an important milestone in making the DPP a practical reality for businesses

Today, the European Commission launches the Digital Product Passport Registry together with a testing environment, marking an important milestone in making the Digital Product Passport (DPP) a practical reality for businesses placing products on the EU market.

Sürdürülebilir Ürünler için Eko-Tasarım Tüzüğü (ESPR) (AB) 2024/1781 kapsamında oluşturulan Dijital Ürün Pasaportu, tedarik zincirinde şeffaflığı artırmak, tüketicilerin daha bilinçli seçimler yapmasını desteklemek ve Tek Pazar genelinde mevzuata uyumu kolaylaştırmak amacıyla tasarlanmış ürün bilgilerini içeren dijital bir veri yapısıdır. Ürün verileri merkezi olmayan bir yapıda saklanırken, iktisadi işletmecilerin her bir Dijital Ürün Pasaportu Kayıt Sistemi'ne kaydetmesi gerekmektedir. Kayıt Sistemi, benzersiz ürün tanımlayıcılarının ve bunlarla ilişkili metaverilerin kaydedilmesi için gerekli güvenli altyapıyı sağlamaktadır.

Bu gelişme, Kayıt Sistemi'nin uygulanmasına ilişkin usul ve esasları belirleyen Uygulama Tüzüğü'nün (Implementing Regulation) kabul edilmesini takiben gerçekleşerek, Dijital Ürün Pasaportu Kayıt Sistemi'nin temel bileşenlerinden birinin fiilen işleme alınmasını sağlamaktadır.

Kayıt Sistemi; "Sürdürülebilir Ürünler için Eko Tasarım Tüzüğü" kapsamındaki tekstil ürünleri, çelik ve alüminyum, lastikler, mobilya, bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) ürünleri ve enerjiyle ilgili ürünler dâhil olmak üzere çeşitli ürün gruplarını destekleyecektir. Ayrıca, Dijital Ürün Pasaportu kaydını zorunlu kılan diğer "Birlik Mevzuatı" kapsamındaki belirli büyük bataryalar, yapı malzemeleri, oyuncaklar, deterjanlar ve nihai tüketiciye ulaşan yüzey aktif maddeleri gibi ürün grupları da sistem kapsamında yer alacaktır.

Uygulamaya ilişkin net kurallar

Uygulama Tüzüğü aşağıdaki hususları belirlemektedir:

- Erişim yönetimi ve kullanıcı doğrulamasına ilişkin net kurallar,
- Gerekli verilerin kaydedilmesi ve depolanmasına ilişkin gereklilikler,
- Kayıt Sistemi'nin teknik mimarisi.

Kayıt işlemi, güvenli bir kullanıcı arayüzü veya uygulama programlama arayüzü (Application Programming Interface / API) üzerinden gerçekleştirilebilecektir. Böylece iktisadi işletmeciler, uygun olması hâlinde kayıt işlemlerini mevcut dijital sistemlerine entegre edebilecektir.

İktisadi işletmeciler ayrıca kayıt işleminin gerçekleştirildiğini gösteren güvenli bir elektronik belge talep edebilecektir. Bu belge, özellikle işletmeler arası (B2B) işlemlerde, üçüncü taraflara mevzuata uyumun kanıtlanması amacıyla kullanılabilir.

Uygulama Tüzüğü, Avrupa Komisyonu ile AB ülkelerinin ilgili sorumluluklarını açıklığa kavuşturarak hukuki kesinlik, öngörülebilirlik ve güvenin sağlanmasına da katkıda bulunmaktadır.

Kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik ve güven esas alınarak tasarlandı

AB ülkelerinden ve paydaşlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda Kayıt Sistemi; kullanılabilirlik, birlikte çalışabilirlik ve güven esas alınarak tasarlanmıştır. İşletmeler, dokümanite edilmiş API'ler aracılığıyla farklı ürün gruplarına ilişkin makine tarafından okunabilir veri modelleri, tanımlar ve terminolojileri içeren ücretsiz bir semantik veri havuzuna erişebilecektir.

Bu yapı; sistemler arası birlikte çalışabilirliği destekleyecek, veri yönetimini kolaylaştıracak ve Dijital Ürün Pasaportu'nun farklı sektörlerde uygulanmaya başlanmasıyla ortaya çıkabi-

lecek idari yükün azaltılmasına yardımcı olacaktır. Kayıt Sistemi ayrıca güvenliği, hesap verebilirliği ve güvenilir erişim yönetimini güçlendiren bir doğrulama çerçevesi ile kayıt/loglama sistemi içermektedir.

Dijital Ürün Pasaportu; döngüsel ekonomiye geçişin daha şeffaf bir Tek Pazar'ın ve tüketicilerin daha bilinçli tercihler yapmasının temel araçlarından biri olarak değerlendirilmektedir. Komisyon, Kayıt Sistemi'nin operasyonel altyapısını oluşturarak iktisadi işletmecilerin ürün bilgilerini kaydetmesini, mevzuata uyumu kanıtlamasını ve Tek Pazar genelinde güvenilir ve birlikte çalışabilir verileri paylaşmasını kolaylaştırmaktadır.

Altı DPP standardının yayımlanması

Buna paralel olarak, Dijital Ürün Pasaportlarının oluşturulmasını kolaylaştırmak ve Kayıt Sistemi'ni tamamlamak amacıyla, DPP sisteminin birlikte çalışabilirliğini destekleyen sekiz uyumlaştırılmış standart, Avrupa Standardizasyon Komitesi (CEN) ile Avrupa Elektroteknik Standardizasyon Komitesi'nin (CENELEC) ile yakın iş birliği içinde geliştirilmiştir.

Bu standartlardan altısı; benzersiz tanımlayıcılar, birlikte çalışabilirlik, veri taşıyıcıları, API'ler, veri değişim protokolleri ve veri depolama konularını kapsamakta olup, ulusal standardizasyon kuruluşları tarafından yayımlanarak hâlihazırda erişime sunulmuştur. Bu standartların uyumlaştırılmış bölümlerine ilişkin atıflar da Avrupa Komisyonu tarafından yayımlanmıştır.

Uygulamayı desteklemek üzere kaynaklar artık erişilebilir

Komisyon, uygulama sürecini desteklemeye ve Kayıt Sistemi'nin tüm kullanıcılar için erişilebilir, güvenli ve etkin olmasını sağlamaya devam edecektir.

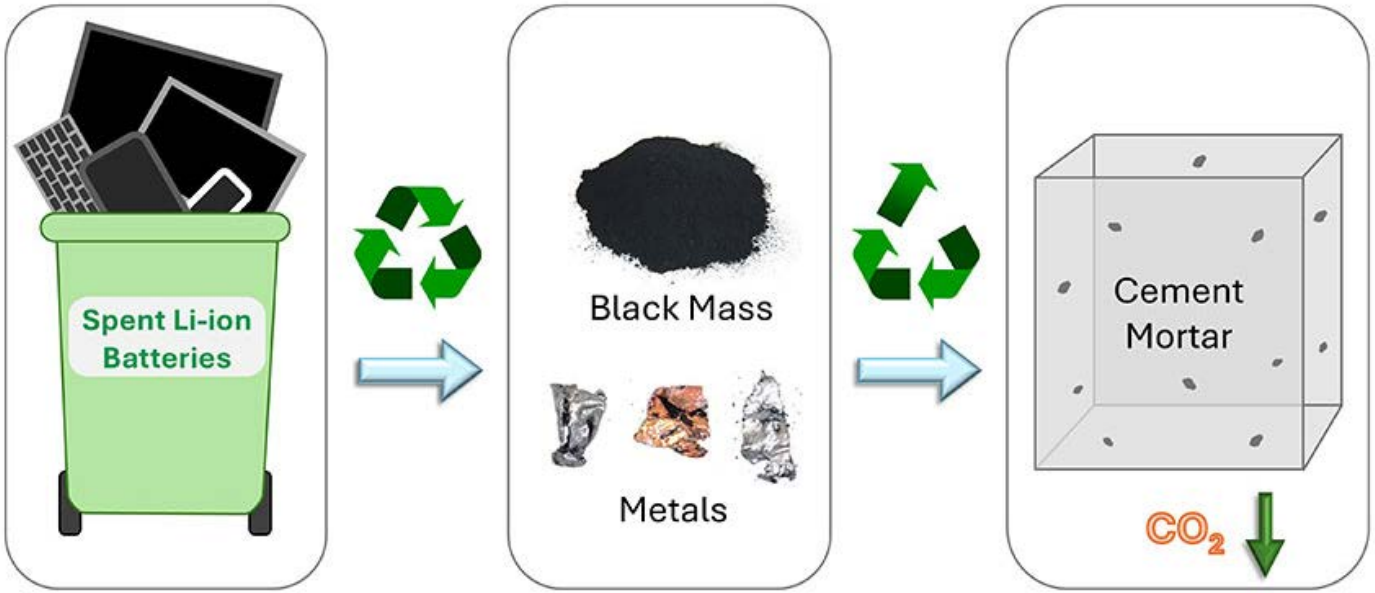
Hâlihazırda devam eden test aşaması, belirli türdeki büyük bataryalar için 18 Şubat 2027 tarihinde başlayacak ilk uygulama yükümlülüğü öncesinde sistemin sorunsuz bir şekilde devreye alınmasını sağlamaya yardımcı olacaktır.

İktisadi işletmeciler artık yeni DPP web sitesi üzerinden test ortamına, teknik dokümantasyona, uygulama kılavuzlarına, webinarlarına ve güncel bilgilere erişebilmektedir. Ayrıca işletmelere kayıt süreci boyunca destek sağlamak üzere özel bir yardım masası (helpdesk) da hizmet vermektedir.

Hazırlayan: Avrupa Komisyonu İç Pazar, Sanayi, Girişimcilik ve KOBİ'ler Genel Müdürlüğü (DG GROW)

Kaynak: https://single-market-economy.ec.europa.eu/news/digital-product-passport-registry-now-live-2026-07-20_en

Purdue Üniversitesi araştırmacıları, lityum-iyon pil atıklarını sürdürülebilir betona dönüştürdü



Purdue Üniversitesi Davidson Kimya Mühendisliği Okulu ile Lyles İnşaat ve Yapım Mühendisliği Okulu araştırmacıları, kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pil atıklarını doğrudan betona karıştırarak çöp sahalarından uzaklaştırmanın bir yolunu buldular.

Ocak 2026'da "CivilEng" dergisinde yayımlanan pilot çalışma, pil atıklarının çimento harcı karışımlarında kumun kısmi ikamesi olarak kullanılabilirliğini araştırdı. Çalışma, geleneksel pil geri dönüşüm yöntemlerine kıyasla daha düşük enerji gerektiren bir alternatif sunarken, aynı zamanda beton üretiminin karbon ayak izini azaltmayı amaçlıyor.

Elektrikli araç satışları, 2020 yılında küresel pazarın %4'ünü oluştururken

Purdue researchers upcycle lithium-ion battery waste into sustainable concrete

Researchers from Purdue University's Davidson School of Chemical Engineering and Lyles School of Civil and Construction Engineering have found a way to divert spent lithium-ion battery materials from landfills — by mixing them directly into concrete.

The pilot study, published in CivilEng in January 2026, tested whether battery waste could serve as a partial replacement for sand in cement-mortar mixes, offering a low-energy alternative to conventional battery recycling methods while simultaneously reducing the carbon footprint of concrete production.

2023 yılında %18'e yükseldi. Buna bağlı olarak kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pil miktarında da hızlı bir artış yaşanıyor. Araştırmacılara göre, 2030 yılına kadar yıllık lityum-iyon pil atığı miktarının 1,2 milyon adede ulaşması beklenirken, mevcut geri dönüşüm oranı hâlen %10'un altında bulunuyor. Hidrometalurji ve pirometalurji dâhil olmak üzere mevcut geri dönüşüm yöntemleri ise maliyetli, enerji yoğun ve tehlikeli yan ürünler oluşturan süreçler olarak değerlendiriliyor.

Araştırmacılar, standart bir kontrol karışımı, kumun %10'unun black mass (siyah kütle) (ince öğütülmüş aktif katot ve anot malzemeleri) ile ikame edildiği karışım, kumun %10'unun pil muhafazalarından

geri kazanılan çelik, bakır ve alüminyumdan oluşan ezilmiş metalik fraksiyon ile ikame edildiği karışım olarak üç farklı çimento harcı karışımı hazırladı: Toplam 45 adet harç küpü dökülerek Purdue Üniversitesi Robert L. ve Terry L. Bowen Laboratuvarı'nda 28 günlük basınç dayanımı deneylerine tâbi tutuldu.

Çalışmanın yazarlarından, Karl H. Kettelhut İnşaat ve Yapım Mühendisliği Profesörü ve Bowen Laboratuvarı Direktörü Prof. Dr. Amit Varma, "Sürdürülebilir yapı malzemeleri ve üretim yöntemleri, okulumuzun temel araştırma alanlarından biridir ve bu çalışmanın önemli bir potansiyel taşıdığına inanıyoruz. Daha ileri araştırma ve geliştirme çalışmalarıyla bu sürdürülebilir beton karışımı tasarımı, enerji tüketimi ve çevresel etkilerin azaltılmasına önemli katkılar sağlayabilir." diyor.

Her iki katkılı karışım da 28 günlük basınç dayanımı açısından referans karışıma kıyasla daha düşük basınç dayanımı sergiledi. Black mass (siyah kütle) içeren karışımın basınç dayanımı referans karışıma göre %35 daha düşük, metalik fraksiyon içeren karışımın dayanımı ise %55 daha düşük olarak belirlendi. Bu sonuçlar, söz konusu karışımların yüksek yük taşıyan yapısal uygulamalarda kullanılmasını sınırladıysa da, araştırmacılar çevresel performans değerlendirildiğinde farklı bir tablo ortaya çıktığını belirtiyor.

Pil atıklarının depolama sahalarına gönderilmemesi sayesinde önlenen emisyonlar da hesaba katıldığında, black mass (siyah kütle) içeren karışımın dayanım/net gömülü karbon oranının referans karışımdan yaklaşık dört kat daha yüksek olduğu hesaplandı. Araştırma ekibine göre bu performans, söz konusu malzemeyi; kaldırımlar, bordürler, dekoratif beton elemanları, yalıtım tabakaları ve diğer yapısal olmayan beton uygulamaları için güçlü bir aday hâline getiriyor.

Çalışmanın araştırmacılarından kimya mühendisliği profesörü Prof. Dr. Vilas G. Pol, "Aslında burada genellikle birbirinden bağımsız ele alınan iki sorunu aynı anda çözüyoruz, pil atıklarının yönetimi ve inşaat sektörünün karbon ayak izi. Çalışmamız, bu iki problemin birbirinin çözümünün bir parçası olabileceğini gösteriyor. Purdue Üniversitesi disiplinler arası araştırmalarda bu tür yaklaşımları geliştirmek için güçlü bir altyapıya sahip." diyor.

Pol ayrıca, kullanım ömrünü tamamlamış lityum-iyon pillerden kritik öneme sahip black mass (siyah kütle) bileşeninin

At the same time, the construction sector faces its own environmental crisis. Concrete is the most widely used man-made material on Earth. We produce enough of it each year to build a wall around the planet twice over.

Its main ingredient, Portland cement, is responsible for nearly 8% of global carbon emissions. As demand rises, the industry is running out of cleaner alternatives.

These two challenges – booming lithium production and the carbon cost of cement – may seem unrelated. But the solution to both could be the same: turning lithium mining waste into a new kind of low-carbon cement.

geri kazanılmasının yanı sıra, geriye kalan yaklaşık %50 oranındaki metal ve plastik fraksiyonun beton karışımlarında kumun bir bölümünün yerine kullanılmasının, önemli miktardaki elektronik atık sorununu sürdürülebilir bir yapı teknolojisine dönüştürebileceğini ifade etti.

Bu inovasyon, Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi'ne (Office of Technology Commercialization - OTC) bildirilmiştir. Daha fazla bilgi için "OTC" ile otcip@prf.org adresinden iletişime geçilebilir.

Çalışma, lisansüstü öğrencisi Ishaan Davariya liderliğinde; Dr. Gaurav Chobe, Dr. Dheeraj Waghmare ve Dr. Shivam Sharma tarafından, Lyles İnşaat ve Yapım Mühendisliği Okulu öğretim üyeleri Prof. Dr. Akanshu Sharma ile Prof. Dr. Amit H.

Varma ve Davidson Kimya Mühendisliği Okulu öğretim üyesi Prof. Dr. Vilas G. Pol danışmanlığında yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan çimento, kum ve agregalar, West Lafayette merkezli Irving Materials, Inc. tarafından sağlanmıştır.

Araştırmının bir sonraki aşamasında, saha uygulamalarına geçilmeden önce malzemenin uzun dönem dayanıklılık performansı değerlendirilecek; bu kapsamda su emme, porozite ve sızma (leaching) davranışı gibi özellikler incelenecektir.

Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi Hakkında

Purdue Innovates Teknoloji Ticarileştirme Ofisi (Office of Technology Commercialization - OTC), ABD'nin önde gelen araştırma üniversiteleri arasında en kapsamlı teknoloji transferi programlarından birini yürütmektedir. Ofis tarafından sunulan hizmetler, Purdue Üniversitesinin ekonomik kalkınma girişimlerini desteklemenin yanı sıra, üniversitede geliştirilen fikir mülkiyet haklarının ticarileştirilmesi, lisanslanması ve korunması yoluyla üniversitenin akademik faaliyetlerine katkı sağlamaktadır. 2025 mali yılında "OTC", 161 teknoloji transferi anlaşması gerçekleştirmiş, 269 teknolojinin lisanslanmasını sağlamış, 479 buluş bildirimini almış ve 267 ABD ile uluslararası patent elde etmiştir. Ofis, Purdue Üniversitesi'nin misyonunu desteklemek amacıyla kurulmuş özel, kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan "Purdue Araştırma Vakfı" tarafından yönetilmektedir. Daha ayrıntılı bilgi için "OTC" ile iletişime geçilebilir.

Kaynak: <https://engineering.purdue.edu/ChE/news/2026/purdue-researchers-upcycle-lithium-ion-battery-waste-into-sustainable-concrete->

HER GÜVENLİ
Y A P I D A
İMZAMIZ VAR



www.thbb.org

Kalsiyum oksiklorür: Oluşumu, hasar mekanizması ve önlemler*



Calcium Oxychloride: Formation, Deterioration Mechanisms, and Mitigation Strategies

Deterioration of concrete pavements and structures in cold climates has long been regarded solely as a physical phenomenon caused by freeze-thaw cycles. However, recent research has demonstrated that the underlying mechanisms are considerably more complex.

However, recent research has demonstrated that the underlying mechanisms are considerably more complex.

olarak donma olmadan da gerçekleşebilmektedir. Şekil 1'de klasik donma-çözülme ve CAOXY mekanizmaları karşılaştırılmaktadır.

1. GİRİŞ VE KAPSAM

Soğuk iklimlerde beton kaplama ve yapılarıdaki bozulma, on yıllar boyunca yalnızca donma-çözülme döngülerine bağlı fiziksel bir problem olarak değerlendirilmiştir ancak son yıllardaki araştırmalar, bu tablonun çok daha karmaşık olduğunu ortaya koymuştur [1,2]. Özellikle yol ve köprü kaplamaları ile derz bölgelerinde gözlemlenen yerel ve ani hasarlar, **kalsiyum oksiklorür (CAOXY)** oluşumu olarak tanımlanan yeni bir bozunma mekanizmasını işaret etmektedir. CAOXY oluşumu klasik donma-çözülme hasarından farklı

Kriter	Klasik Donma-Çözülme Geleneksel mekanizma	CAOXY Oluşumu Yeni tanımlanan mekanizma
Tetikleyici etken	Su + düşük sıcaklık (donma gerekli)	$\text{CaCl}_2/\text{MgCl}_2$ + nem (donma gerekmez!)
Sıcaklık koşulu	0°C altı (donma)	0 ile +45°C pozitif sıcaklıkta da oluşur (özellikle derz bölgesi)
Hasar tipi ve yeri	Yüzey pullanması Yaygın, yüzey geneli	Dökülme + kopma Derz bölgesinde lokalize!
Önleme yöntemi	Hava sürüklemeye Düşük su/bağlayıcı	Mineral katkı kullanımı (puzolanik) + Hava sürüklemeye + Yüzey koruyucu
Test yöntemi	ASTM C666 Donma-çözülme döngüleri	AASHTO T 365 (LT-DSC) TGA - Hacimsel Özdengeç
Standartta durumu	TS 13515 / ACI 318 Kapsamlı biçimde yer alır	TS 13515'te YOK Kritik bir boşluk! XD sınıfında eklenmeli

İki mekanizma birlikte çalışır — her ikisi için de önlem alınmalıdır
Hava sürüklemeye + Mineral katkı kullanımı — her iki mekanizmaya karşı koruma sağlar

Şekil 1. Klasik donma-çözülme ve CAOXY mekanizmalarının karşılaştırılması [2,3]

Bu bültende, CAOXY'nin oluşum kimyasından hasar mekanizmalarına, test yöntemlerinden saha uygulamalarına kadar geniş bir perspektif sunmakta ve aşağıdaki başlıkları kapsamaktadır:

- Buz çözücü tuzların beton ile kimyasal etkileşimleri
- Kalsiyum oksiklorür oluşum kimyası ve faz diyagramları
- Hasar mekanizmaları
- Test yöntemleri
- Önleme stratejileri
- Karışım tasarımı önerileri ve eşik değerler

2. BUZ ÇÖZÜCÜ TUZLAR VE BETON

2.1. Buz Çözücü ve Buzlanma Önleyici Tuzlar

Soğuk bölgelerde kaplama yüzeylerinde donma koşullarını ortadan kaldırmak veya önlemek amacıyla buz çözücü ve buzlanma önleyici tuzlar yaygın biçimde kullanılmaktadır [2,4]. Erişilebilirlik ve maliyet avantajları nedeniyle en yaygın

(*) Türkiye Hazır Beton Birliği, 2026

tercih edilen tuzlar klorür bazlı olanlardır. Bunlar arasında sodyum klorür (NaCl), kalsiyum klorür (CaCl_2), magnezyum klorür (MgCl_2) ve bunların karışımları yer almaktadır [5]. Tablo 1'de farklı tuz türlerinin özellikleri belirtilmektedir.

Tablo 1. Yaygın buz çözücü tuzların beton üzerindeki etkileri

Tuz	CAOXY Riski	Donatı Korozyonu	Donma Noktası Etkisi	Not
NaCl	Düşük	Yüksek	İyi	En yaygın kullanılan tuz
CaCl_2	Yüksek	Yüksek	Çok iyi	CAOXY oluşumunda kritik rol
MgCl_2	Yüksek	Orta-Yüksek	Çok iyi	CAOXY ve Mg kaynaklı bozunma riski
Karışım Tuzlar	Orta-Yüksek	Değişken	İyi	Performans, karışıma bağlıdır.

2.2. Beton Kaplamalarda Derz Hasarları

In particular, localized and rapid deterioration observed in pavements, bridge decks, and joint regions has been attributed to a newly identified deterioration mechanism known as calcium oxychloride (CAOXY) formation.

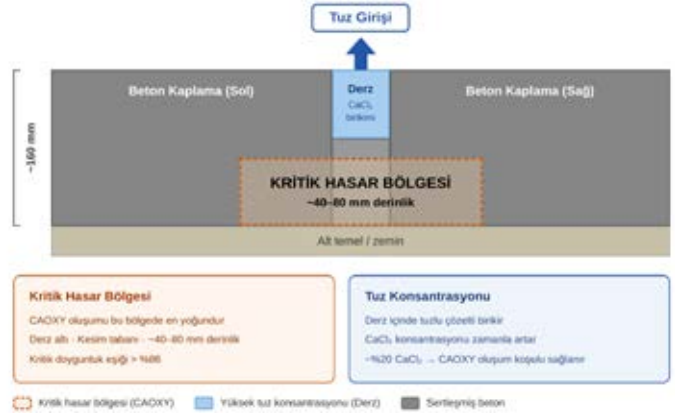
Soğuk bölgelerde beton kaplamaların bozulmasına neden olan üç temel mekanizma; 1) donma-çözülme, 1) donatı korozyonu ve 3) pullanmadır [2,6]. Bununla birlikte, daha az bilinen ancak donma-çözülme hasarı kadar zararlı olabilecek bir diğer bozulma mekanizması kalsiyum oksiklorür oluşumudur. Bölgesel nitelikteki hasarın özellikle derz

bölgelerinde oluşmasının temel nedenleri, tuz çözeltisinin bu bölgede birikmesi, yüksek doygunluk derecesine sahip olması ve geçirgenliğin yüksek olmasıdır [1,3].

Kaplama yüzeyine uygulanan CaCl_2 ve MgCl_2 çözeltileri, trafik ve yüzey akışının yönlendirmesiyle derz boşluklarında ve derz çevresindeki mikro çatlaklarda birikmektedir. Bu birikim süreci pasif bir tuz depolanmasıyla sınırlı değildir. Buharlaşma döngüleri boyunca derz içindeki klorür konsantrasyonu giderek artmakta ve kritik eşiği aşmaktadır [1,3]. Bu koşulların belirli kombinasyonları kritik doygunluk eşiğini (%86) aşmakta ve şiddetli hasar oluşumuna yol açmaktadır [1].

Derz bölgesinin hasar açısından özellikle kritik olmasının birkaç yapısal nedeni vardır. Birincisi, testere kesimiyle oluşturulan derz yüzeylerinde beton mikro yapısı bozulmakta ve geçirgenlik artmaktadır. Bu durum tuz çözeltisinin derz tabanına ve çevresine hızla ulaşmasını kolaylaştırmaktadır. İkincisi, derz içindeki boşluk su ve tuz birikmesi için bir rezervuar işlevi görmektedir. Drenaj yetersizliği veya derz dolgularının hasar görmüş olması bu birikimi daha da artırmaktadır. Üçüncüsü, derz tabanında kesim yüzeyine yakın bölgedeki

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristalleri artan klorür konsantrasyonuna doğrudan maruz kalmakta ve CAOXY reaksiyonu öncelikle bu bölgede başlamaktadır [1,3]. Şekil 2'de belirtildiği gibi bu mekanizma, hasarın neden yüzey genelinde değil belirli noktalar etrafında – özellikle derz altında, testere kesim izinin tabanında – yoğunlaştığını açıklamaktadır.



Şekil 2. Derz bölgesinde tuz girişi kaynaklı hasar oluşumu [3]

Hasarın görsel belirtileri de bu bölgesel karakteri yansıtmaktadır. İlk aşamada derz çevresinde belirgin bir "gölgelenme" (koyulaşma) gözlemlenmekte, bu durum çözelti birikiminin ve başlayan kimyasal dönüşümün yüzey göstergesi niteliğini taşımaktadır. Süreç ilerledikçe yüzeyde kabarmalar ve ince tabaka ayrışmaları belirginleşmekte, ardından derz kenarlarında kopma ve dökülmeler ortaya çıkmakta; nihai aşamada ise kaplama derz boyunca yapısal bütünlüğünü yitirerek çökmektedir. Saha gözlemlerinde "soğan zarı soyulması" (onion peeling) olarak da tanımlanan bu aşamalı yüzey kaybı, CAOXY'nin kristalleşme basıncının yüzey tabakalarını alt kütleden ayırmasıyla oluşan katman ayrışmasının (delaminasyon) doğrudan sonucudur. İç delaminasyon sürecinde $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'nin matristen süzülmesi betonun bağlayıcı yapısını zayıflatırken oluşan mikro-çatlaklar daha fazla klorür girişine zemin hazırlamakta ve bozunma kendini besleyen bir döngüye dönüşmektedir. Yüzey soyulması, kopma ve katman ayrışması, benzer görünüşleri nedeniyle zaman zaman klasik donma-çözülme hasarıyla karıştırılmaktadır; ancak CAOXY kaynaklı hasarın derzle olan güçlü mekânsal bağı, pozitif sıcaklıklarda dahi gelişebilmesi ve görece düşük çevrim sayısında dahi belirginleşmesi, iki mekanizma arasındaki temel farkı ortaya koymaktadır. Bu nedenle, sahada karşılaşılan derz bölgesi hasarlarının standart donma-çözülme değerlendirme kriterleriyle yorumlanması, yanlış teşhise ve yetersiz koruma stratejilerine yol açabilmektedir [1,2,3].

3. KALSİYUM OKSİKLORÜR OLUŞUM KİMYASI

3.1. Tarihsel Perspektif

Yüksek konsantrasyonlarda CaCl_2 'ye maruz kalan çimento esaslı malzemelerde ciddi hasarların oluştuğu, 1960'lı yıllardan bu yana bilinmektedir [7]. Önceki çalışmalar bu tür hasarın genellikle CaCl_2 ve MgCl_2 ile gözlemlendiğini, ancak NaCl ile gözlenmediğini ortaya koymuştur [8]. O tarihten bu yana soğuk bölgelerde beton kaplamalarda meydana gelen çok sayıda erken yaş hasarı bu mekanizmaya atfedilmiştir [1]. NaCl , CAOXY oluşumu açısından daha düşük risk taşısa da diğer dayanıklılık problemleri açısından kritik olmaya devam etmektedir.

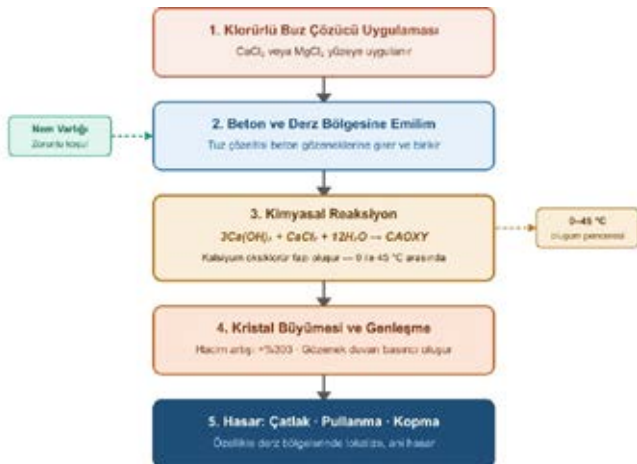
3.2. Temel Kimyasal Reaksiyon

Kalsiyum oksiklorür, beton matrisindeki kalsiyum hidroksit (Ca(OH)_2)'in nem varlığında CaCl_2 veya MgCl_2 buz çözücü tuzlarıyla reaksiyona girmesiyle oluşur. En yaygın raporlanan 3:1:12 formu Şekil 3'te görülmektedir [5,9]:



Şekil 3. CAOXY oluşumu

Bu stokiometri en yaygın raporlanan formdur, ancak $3\text{Ca(OH)}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$ ve $\text{Ca(OH)}_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ gibi başka formlar da bildirilmiştir [1,9]. CaCl_2 ve MgCl_2 'ye maruz kalma, Friedel tuzu ve Kuzel tuzu oluşumuna da yol açmaktadır [10,11]. MgCl_2 sistemlerinde ise brüsit (Mg(OH)_2) oluşabilmektedir. Şekil 4'te gösterildiği üzere, CAOXY kaynaklı beton hasarı birbiriyle bağlantılı beş aşamalı bir süreç olarak gelişmektedir.



Şekil 4. CAOXY oluşum reaksiyonu zinciri

3.3. Oksiklorür Fazlarının Kararsızlığı

Kalsiyum oksiklorür fazları termodinamik açıdan yalnızca belirli sıcaklık ve bağıl nem aralıklarında kararlı olup bu koşulların dışında hızla ayrışabilmektedir [1,9]. En yaygın görülen 3:1:12 formunun kararlılık penceresi; düşük sıcaklık, yüksek nem ve yeterli klorür konsantrasyonunun birlikte sağlandığı koşullarla sınırlıdır. LT-DSC (Düşük Sıcaklık Diferansiyel Taramalı Kalorimetri) ısıtma çevriminde bu fazın 30-40°C arasında dönüşüm göstermesi, söz konusu sıcaklığın üzerinde fazın artık kararlı olmadığını doğrudan ortaya koymaktadır. Sıcaklık yükseldiğinde ya da ortamdaki nem azaldığında 3:1:12 formu, önce daha az hidratlı olan 3:1:11 formuna, ardından Ca(OH)_2 ve CaCl_2 bileşenlerine geri ayrışmaktadır. Ca(OH)_2 - CaCl_2 - H_2O üçlü sisteminin faz diyagramı, sıcaklık ve konsantrasyona bağlı bu geçiş bölgelerini açıkça tanımlamaktadır [9].

Bu termodinamik kararsızlık, CAOXY'nin laboratuvar koşullarında tespit edilmesini güçleştirmekte, saha koşullarında ise çok daha zorlaştırmaktadır [1,9]. XRD analizi doğrudan faz tespit yöntemi olmakla birlikte, numune alım zamanı ile analiz süresi arasındaki değişken sıcaklık ve nem koşulları fazın kısmen ya da tamamen ayrışmasına neden olabilmektedir. Numune hazırlama sürecinde karşılaşılan bağıl nem değişimleri bile tespit için yeterli miktarda oksiklorür fazını ortadan kaldırmaktadır. Bu nedenle, sahadan alınan hasarlı beton numunelerinde XRD analizi olumsuz sonuç vermiş olsa dahi hasarın CAOXY kaynaklı olmadığı sonucuna varmak doğru olmaz. Fazın zaten ayrılmış olması ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu kararsızlığın pratik sonuçları birkaç boyutta önem taşımaktadır. Birincisi, hasar oluşuktan sonra gerçekleştirilen analizlerde oksiklorür fazının belgelenememesi, hasar nedeninin yanlış tanımlanmasına yol açabilmektedir. İkincisi, gerçek hasarın boyutu anlık ölçümlerden elde edilen CAOXY miktarından daha büyük olabilmekte; çünkü oluşan fazın bir kısmı analiz aşamasına gelindiğinde çoktan ayrılmış olabilmektedir. Üçüncüsü, LT-DSC testinin hem numuneyi hem de CAOXY oluşum koşullarını kontrollü ortamda yeniden oluşturma prensibi, bu yöntemi diğer analitik teknikler karşısında üstün kılan başlıca etkidir; doğrudan ölçüm yerine yeniden oluşturma prensibi, fazın sahada kararsız olmasından kaynaklanan tespit güçlüğünü ortadan kaldırmaktadır [9,16].

Unlike conventional freeze-thaw damage, CAOXY formation can occur even in the absence of freezing temperatures. This bulletin provides a comprehensive overview of calcium oxychloride, covering its formation chemistry, deterioration mechanisms, testing methods, and practical field applications.

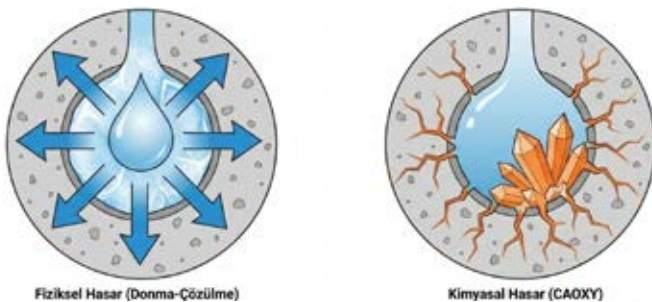
4. HASAR MEKANİZMALARI

4.1. Hacimsel Genleşme

Kalsiyum oksiklorür oluşumunun beton hasarındaki tam mekanizması tartışmalı olmaya devam etmektedir. Bazı araştırmacılar %303'e varan hacimsel genleşmeler tanımlamışken, bu açıklamanın tek başına yeterli olmadığı görülmektedir [1]. CaCl_2 'ye maruz kalan çimento pastalarında eğilme dayanımının önemli ölçüde azaldığı da deneysel olarak belgelenmiştir [12], ancak tek başına hacimsel genleşme mekanizması bazı gözlemleri açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Yüksek hava sürüklemeli betonlarda hasar çok daha az görülmektedir; oysa hava boşlukları CAOXY oluşumunu engellemez. Bu durum, mevcut boşluk hacminin genleşen kristallerin yarattığı gerilimi kısmen absorbe ettiğine işaret etmektedir. Başka bir deyişle hasar, yalnızca ne kadar CAOXY oluştuğuna değil, bu CAOXY'nin büyüyeceği yer olup olmadığına da bağlıdır [1,13]. Bu nedenle hacimsel genleşme, diğer mekanizmalarla birlikte değerlendirilmesi gereken kısmi bir açıklamadır.

4.2. Gözenek Duvarı Basıncı

Scherer (2004) tarafından ortaya konulan gözenek duvarı basıncı modeli, özellikle düşük geçirimli sistemlerde CAOXY hasarını açıklamada daha kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır [14]. Bu modelde hasar, yalnızca reaksiyon ürününün toplam miktarına değil; gözenek yapısı, taşıyım özellikleri ve doygunluk derecesine bağlı bir süreç olarak ele alınmaktadır [13,14]. Mekanizmanın fiziksel temeli şu şekilde işler: Beton gözeneklerine sızan CaCl_2 çözeltisi, Ca(OH)_2 ile temas ettiğinde gözenek duvarlarına yakın bölgelerde lokal aşırı doygunluklar oluşur. Bu koşullarda büyümeye başlayan CAOXY kristalleri, sınırlı gözenek hacmi içinde çevreleyen matrise baskı uygular. Büyüyen kristaller, uzunlukları 1 mm'ye ulaşabilen sözde altıgen (pseudo-hexagonal) plaka ve iğne biçimli yapılar oluşturur. Bu yapıların yarattığı kristalleşme basıncı 10 MPa'yı aşabilecek düzeylere ulaşabilmekte; betonun çekme dayanımını aşması durumunda gözenek duvarlarında radyal çatlaklar ilerlemektedir [13,15].



Şekil 5. CAOXY kristallerini gösteren illüstrasyon

Düşük geçirimli sistemlerde bu basıncın özellikle kritik olmasının nedeni taşıyım kısıtlamasıdır. Yüksek geçirimli bir sistemde, gözenek içindeki basınç artışı çevredeki boşluklara kısmen dağılabilir; ancak geçirimliliği düşük ve hava boşluk sistemi yetersiz olan betonlarda bu basınç dağılamaz, gerilim yoğunlaşmaları hasar eşiğini çok daha hızlı aşar. Bu durum, yüksek geçirimli fakat düşük Ca(OH)_2 içerikli sistemlerin neden bazen daha az hasar gösterdiğini de açıklamaktadır. Yani hasar riski, reaksiyon ürünü miktarı ile taşıyım özelliklerinin ortak bir fonksiyonudur [13,14].

Bu model, saha gözlemleriyle de tutarlıdır. Derz bölgelerinde konsantre olan tuz çözeltisi, betonun kritik doygunluk eşiğini aşmasına yol açmakta ve lokal gözenek basıncı artışları bölgesel olarak yoğunlaşmaktadır. Bu mekanizma aynı zamanda neden aynı maruziyet koşulları altında bazı betonların erken dönemde şiddetli hasar görürken bazılarının çok daha uzun süre direnç gösterebildiğini açıklamaktadır. Sonuç olarak dayanıklılık tasarımında düşük su/bağlayıcı ile sağlanan geçirgenlik azalımı ve hava sürüklemeye ile sağlanan boşluk sistemi, CAOXY hasarına karşı birbirini tamamlayan iki koruma katmanını oluşturmaktadır [13,14].

4.3. Kristalleşme Basıncı

Chatterji (1978) tarafından önerilen kristalleşme basıncı mekanizması [15], Scherer (2004) modelinden [14] farklı bir perspektif sunar. Scherer modelinde basınç, büyüyen kristallerin gözenek duvarlarına uyguladığı kuvvetten kaynaklanır; Chatterji modelinde odak nokta, kristalleşme sürecinde çözeltiden katı faza geçişin yarattığı yerel kimyasal potansiyel farkıdır. Bu fark, çevre matrise çekme gerilimi uygulayan bir kuvvet olarak ortaya çıkar. Bu mekanizma özellikle kısmi doygunluk koşullarında yani gözeneklerin yalnızca bir bölümünün dolu olduğu durumlarda ve kısmi drenajın mümkün olduğu sistemlerde belirleyici olmaktadır. Derz bölgelerinde tuz çözeltisinin sürekli yenilenmesi ve nem döngülerinin yarattığı değişken doygunluk ortamı, bu koşulları sık sık yeniden oluşturmaktadır [15]. Her iki modelin birbirini dışlamadığı, aksine farklı ölçek ve koşullarda birlikte çalıştığı değerlendirilmektedir.

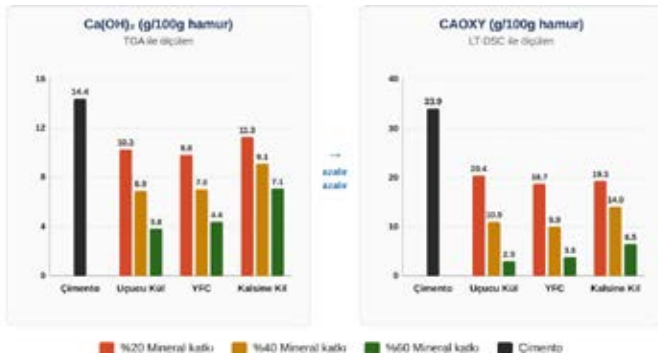
4.4. Aktif Risk Bileşeni: Ca(OH)_2

Klasik beton yaklaşımında genelde "pasif" kabul edilen Ca(OH)_2 'nin aslında aktif bir bozunma bileşeni olduğu anlaşılmaktadır. Ca(OH)_2 yalnızca liç (kalsiyum çözünmesi) ile kaybedilen bir faz değil, aynı zamanda genleşen reaksiyon ürününe dönüşebilen bir risk bileşenidir [1,5]. Bu nedenle dayanıklılık tasarımında Ca(OH)_2 içeriği birincil bir kontrol parametresi olarak ele alınmalıdır.

5. TEST YÖNTEMLERİ

5.1. Düşük Sıcaklık Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (LT-DSC)

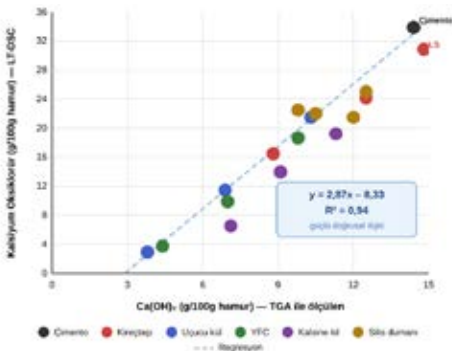
AASHTO T 365 standardında tanımlanan LT-DSC, çimento esaslı malzemelerin CAOXY direncini doğrudan değerlendirmek için kullanılan standart yöntemdir [16]. Pasta/harc/beton numuneleri kür edilerek ince toz şeklinde öğütülür ve %20'lik CaCl_2 çözeltisi ile karıştırılır. Bu testte kütlece 1:1 toz:çözelti oranı kullanılır. Isıtma çevrimi sırasında 30-40°C'de gözlemlenen CAOXY faz dönüşümü enerjisi ölçülür ve miktarı hesaplanır [5,17]. Normal Portland çimentosu hamurunda CAOXY miktarı yaklaşık 34 g/100 g hamur seviyesindeyken, çimentonun %60'ının mineral katkılarla ikame edilmesiyle bu değer yaklaşık 3 g/100 g hamura düşebilmektedir [5,17].



Şekil 6. Farklı mineral katkılar için Ca(OH)_2 ve CAOXY değerleri (su/bağlayıcı=0,36) [5,17]

5.2. Termogravimetrik Analiz (TGA)

TGA, Ca(OH)_2 'nin 350-500°C arasındaki ayrışmasından kaynaklanan kütle kaybını ölçerek dolaylı bir CAOXY göstergesi sunar. TGA, Şekil 6'daki verilere dayanan Şekil 7'de görüleceği üzere LT-DSC ile güçlü korelasyon göstermektedir [5,17]. TGA için gerekli ekipman birçok çimento laboratuvarında LT-DSC'ye kıyasla daha yaygın bulunmaktadır [16].



Şekil 7. TGA ve LT-DSC korelasyonu [17,18]

5.3. Hacimsel Özdirenç

Hacimsel özdirenç (AASHTO T 402 veya ASTM C1876), beton karışımlarının CAOXY hasarına karşı taranmasında kullanılabilecek bir yöntem olarak önerilmektedir. Hacimsel özdirenç ile hava içeriğinin karekökünün çarpımından oluşan Performans İndeksi ($\text{PI} = R \times \sqrt{\text{Hava}}$), nihai hasar durumunu ve basınç dayanımını tahmin etmektedir [13,18].



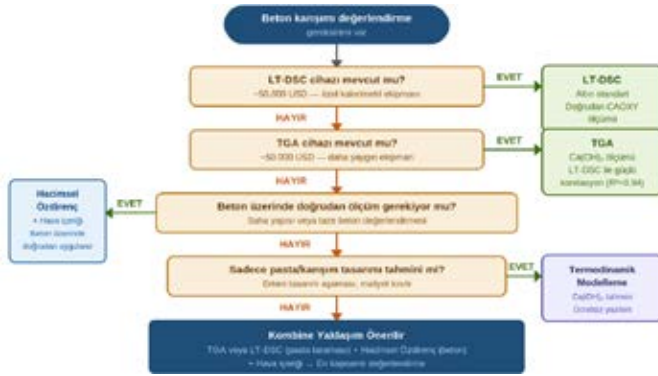
Şekil 8. Hasar durumu ve performans indeksi ilişkisi - 150 çevrim, %20 CaCl_2 [13,18]

5.4. Diğer Yöntemler

X-ışını kırınımı (XRD), CAOXY fazının doğrudan belirlenmesi için kullanılabilir [9]. Elektron mikroskobu (SEM/EDS), reaksiyon mekanizmalarını ve hasar morfolojisini ortaya koymak açısından değerlidir [3]. Kütle değişimi ve görsel gözlem, uzun süreli maruziyet (yaklaşık 600 gün) çalışmalarında geçerli göstergeler olarak kullanılmıştır [13,18]. Termodinamik modelleme ise pasta karışımlarındaki Ca(OH)_2 miktarını tahmin etmek için kullanılabilir ancak CAOXY termodinamik sabitleri henüz tam olarak belirlenmemiştir [5].

5.5. Test Yöntemlerinin Karşılaştırılması

LT-DSC, doğrudan CAOXY ölçümü sağlayan altın standart yöntem olmakla birlikte oldukça maliyetli özel ekipman gerektirmektedir. LT-DSC cihazına erişilememesi durumunda, Ca(OH)_2 ile CAOXY miktarı arasındaki güçlü korelasyondan yararlanılarak TGA ile dolaylı değerlendirme yapılabilmektedir. Beton üzerinde doğrudan ölçüm gereken saha koşullarında hacimsel özdirenç pratik bir alternatif sunmaktadır. Erken tasarım aşamalarında ise termodinamik modelleme, düşük maliyetli bir ön tahmin aracı olarak kullanılabilir; ancak taşıma ve hava etkilerini dikkate almadığından tek başına yeterli değildir. Hiçbir tek yöntemin tüm koşulları karşılayamadığı durumlarda TGA/LT-DSC ile hacimsel özdirenç ölçümünü birleştiren kombine yaklaşım önerilmektedir [16].



Şekil 9. CAOXY direncinin değerlendirilmesine yönelik test yöntemi seçim karar ağacı [16]

6. ÖNLEME VE AZALTMA STRATEJİLERİ

6.1. Mineral Katkı (SCM) Kullanımı

Mineral katkıları, Şekil 10'da görüleceği üzere iki temel mekanizma ile CAOXY hasarını azaltmaktadır. Birincisi kimyasal etki sonucu puzolanik reaksiyon aracılığıyla $\text{Ca}(\text{OH})_2$ tüketilmesi ve reaksiyon potansiyelinin düşmesidir [5,17,19]. İkincisi fiziksel etki sonucu gözenek yapısını inceltmesi ve klorür difüzyonunu azaltmasıdır [13,18]. Bu çift mekanizma, mineral katkıları diğer önleme yöntemlerinin üstünde kılmaktadır. Mineral katkıları yeterli dozajda kullanıldığında CAOXY hasarını azaltmaktadır [5,17,19].



Şekil 10. Mineral katkı kullanımının çift etkili koruma mekanizması
Mineral katkının türü, CAOXY azaltımındaki etkinliği doğru-
dan belirlemektedir. Uçucu kül ve yüksek fırın cürufu (YFC)
gibi puzolanik katkıları %40 ikame oranında CAOXY mikta-
rını OPC referansına kıyasla yaklaşık %70, %60 ikamede ise

yaklaşık %90 oranında azaltmaktadır. Kalsine kil, daha dü-
şük ikame oranlarında (%15) dahi benzer düzeyde etki gös-
termektedir. Buna karşın kireç taşı gibi inert katkılar %60
ikamede bile CAOXY değerini yalnızca yaklaşık %47 düşü-
rebilmekte; bu oran, eşdeğer puzolanik katkı dozajının çok ge-
risinde kalmaktadır [5,17,19]. Kritik çıkarım şudur: seyreltme
etkisi değil, puzolanik reaktivite belirleyicidir.

6.2. Hava Sürüklenme

Hava sürüklenme, CAOXY oluşumunu doğrudan engelleye-
mez; ancak betonun doygunluk derecesini azaltır ve genle-
şen CAOXY kristalleri için büyüme boşluğu sağlar [13,18,21].
Hava sürüklenme, donma-çözülme hasarı açısından zaten zo-
runlu bir parametre olduğundan ek maliyet içermez.

6.3. Yüzey Koruyucular

Yüzey koruyucular, beton ile tuz çözeltisi arasında nem ba-
riyeri oluşturarak $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - CaCl_2 temasını engelleyebilir. Bu
yöntem özellikle kritik derz bölgelerinde destekleyici bir ön-
lem olarak değerlendirilebilir ancak periyodik yeniden uygu-
lama gerekebilir ve etkinliği belirleyen parametrelerin stan-
dardizasyonu henüz tamamlanmamıştır [16,22].

6.4. Tercihli Karbonatlaşma

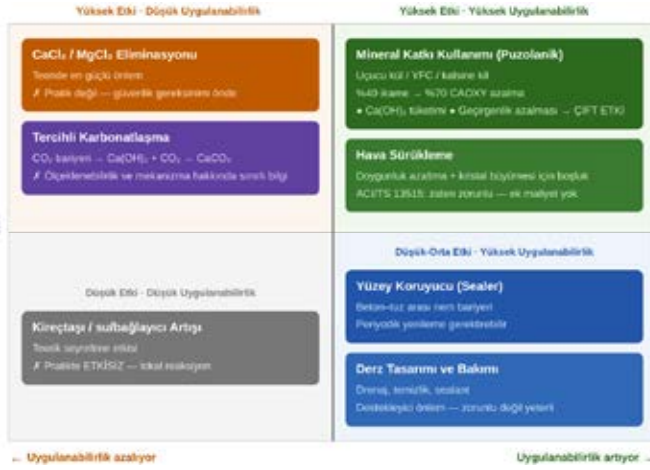
Betonun CO_2 'ye maruz bırakılması yoluyla sağlanan tercihli
karbonatlaşma, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 'yi CaCO_3 'a dönüştürerek CAOXY olu-
şumunu ortadan kaldırmaktadır. Sistemde artık $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bulun-
sa dahi CAOXY oluşmamakta ve muhtemelen oluşan CaCO_3 ,
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yüzeyinde bariyer tabakası oluşturmaktadır [20].

6.5. Kireç taşı ve su/bağlayıcı oranı

Kireç taşı ikamesi ve su/bağlayıcı artışı, teorik olarak sistemde-
ki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ miktarını seyretebilir ancak bu yöntemlerin CAOXY
içeriği veya hasar üzerinde anlamlı bir azalma sağlamadığı tu-
tarlı biçimde ortaya konulmuştur [5,19]. Temel neden, CAOXY
oluşumunun bölgesel bir reaksiyon olmasıdır. Klorür çözelti-
si beton gözeneklerine sızdığında $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile temas, gözenek
duvarlarında ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ kristallerinin bulunduğu noktalarda
gerçekleşmektedir. Kireç taşı ikamesi toplam $\text{Ca}(\text{OH})_2$ miktarını
bir ölçüde düşürse de bu bölgelerdeki konsantrasyon ve erişi-
lebilirliği etkilememektedir. Dolayısıyla reaksiyonun önüne ge-
çememektedir [5,17]. %60 kireç taşı ikamesinde CAOXY değeri
17,9 g/100 g hamur düzeyinde kalırken aynı oranda uçucu kül
kullanımında bu değer 2,9 g/100 g hamura inmektedir.

Su/bağlayıcı artışı ise yalnızca etkisiz olmakla kalmamakta,
ek risk de oluşturmaktadır. Su/bağlayıcı arttıkça geçirgenlik
yükselmekte ve betona giren klorür miktarı artmaktadır [1].
Seyreltme yoluyla $\text{Ca}(\text{OH})_2$ derişimini düşürmeye çalışırken
klorür taşınımını hızlandırmak, iki etkiyi birbirini götürmekte;
net sonuç olarak CAOXY riski azalmamaktadır [1,5].

Şekil 11'de farklı yöntemlerin etki ve uygulanabilirlik özellikle-
ri belirtilmektedir.



Şekil 11. CAOXY önleme yöntemleri [13,19,20]

7. TASARIM KILAVUZU

7.1. Risk Düzeyine Göre Karışım Tasarımı

Kalsiyum oksiklorür hasarına karşı dayanıklı bir beton karışımı tasarlamak için Şekil 12'de görüleceği üzere aşağıdaki adımlar takip edilmelidir [16,19]:

- İlk adımda yapının $\text{CaCl}_2/\text{MgCl}_2$ içeren buz çözücü tuzlara maruziyeti değerlendirilerek dört risk düzeyinden biri (düşük, orta, yüksek, çok yüksek) belirlenmektedir.
- Her risk düzeyi için mineral katkı ikame oranı, su/bağlayıcı oranı ve hava içeriğine ilişkin tasarım parametreleri ayrı ayrı tanımlanmış olup seyrek tuz maruziyetinde minimum %20 mineral katkı ve su/bağlayıcı $\leq 0,45$ yeterli bulunurken, yoğun tuz ve zayıf drenaj koşullarında en az %60 mineral katkı, su/bağlayıcı $\leq 0,36$ ve koruyucu kaplama birlikte önerilmektedir.
- Tasarım parametreleri belirlendikten sonra TGA veya LT-DSC ile hacimsel özdirenç ve hava içeriği ölçümlerini kapsayan deneysel doğrulama aşaması gelmektedir.
- Tasarımın kabul edilebilir sayılması için LT-DSC < 10 g/100g, TGA $\text{Ca}(\text{OH})_2 < 5$ g/100g ve performans indeksi $\text{PI} > 400$ eşik değerlerinin sağlanması gerekmektedir.
- Tüm bu koşulları karşılayan karışım, CAOXY direnci onaylanmış dayanıklı karışım tasarımı olarak kabul edilmektedir.



Şekil 12. CAOXY riskine göre karışım tasarımı [16,18,19]

7.2. Performans İndeksi ile Değerlendirme

Beton karışımının CAOXY direncini hacimsel özdirenç ile tahmin etmek için aşağıdaki performans indeksi kullanılabilir [13,18]:

$$\text{PI} = \text{Hacimsel Özdirenç (k}\Omega\cdot\text{cm)} \times \sqrt{\text{Hava İçeriği (\%)}}$$

Referans eşik değerleri: $\text{PI} > 700 \rightarrow$ yüksek direnç, $\text{PI} 400-700 \rightarrow$ orta direnç, $\text{PI} 200-400 \rightarrow$ düşük direnç, $\text{PI} < 200 \rightarrow$ çok düşük direnç [13,18].

Not: Bu değerler referans niteliğindedir; standardizasyon veya normalleştirme yapılması önerilmektedir [16].

8. TÜRKİYE PERSPEKTİFİ VE TS 13515

8.1. Türkiye'de CAOXY Riski

Kalsiyum oksiklorür hasarı, literatürde ağırlıklı olarak Kuzey Amerika ve Kuzey Avrupa iklim kuşaklarına özgü bir sorun olarak ele alınmıştır ancak Türkiye'nin coğrafi ve iklimsel çeşitliliği, bu mekanizmanın yalnızca belirli bölgeler için değil, ülke genelinde birden fazla kesişim noktasında değerlendirilmesini gerektirmektedir. CAOXY oluşumu için gerekli üç temel koşul klorür kaynağı, nem ve pozitif sıcaklıkta $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile temas Türkiye'nin farklı bölgelerinde ve altyapı türlerinde bağımsız veya birlikte ortaya çıkabilmektedir.

Kıyı ve denizel ortam: Akdeniz, Ege ve Marmara kıyılarındaki köprü, viyadük ve liman yapıları yoğun denizel klorür baskısına maruz kalmaktadır. Bu yapılarda XS (deniz suyu klorürü) sınıfındaki maruziyet koşulları, beton matrisine klorür girişini hızlandırmaktadır. Deniz suyu kaynaklı klorür tek başına CAOXY oluşturmak için $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile reaksiyona giren CaCl_2 düzeyine ulaşmasa da uzun vadeli birikimle kritik konsantrasyon bölgeleri oluşabilmektedir. Karadeniz kıyılarında ise yüksek nem ve ılımlı kış koşulları, klorür birikim hızını artıran ek bir etken olarak öne çıkmaktadır.

Karayolu altyapısı ve kış bakımı: Doğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve İç Anadolu'nun yüksek rakımlı kesimlerinde kış aylarında yoğun tuz uygulaması yapılmaktadır. Önemli dağ geçitleri ve otoyol koridorlarında CaCl_2 ve MgCl_2 içeren buz çözücüler güvenli trafik sürekliliği için zorunlu görülmektedir. Bu uygulamalar kapsamında özellikle beton kaplama derz bölgelerinde tuz çözeltisi birikimi, derz sealerlerinin yetersiz olduğu ya da drenajın tıkanmış olduğu durumlarda kritik klorür konsantrasyonlarına ulaşabilmektedir. Karayolları ağının son yirmi yılda büyük ölçüde genişlemiş olması ve bu kapsamda inşa edilen çok sayıda köprü ve viyadükün bulunması, risk altındaki yapı stoğunun büyüklüğünü artırmaktadır.

Kombine maruziyet senaryosu: Türkiye’de en yüksek CAOXY riskini taşıyan senaryolar, klorür kaynaklarının çakıştığı noktalardır. Kıyı otoyollarında veya köprülerinde denizel klorür etkisine ek olarak kış bakım tuzlaması yapılması, iki klorür kaynağının birleştiği bu bölgeleri özellikle kritik kılmaktadır. Derz bölgelerinde hem deniz suyu hem de CaCl_2 kökenli klorürün biriktiği koşullarda oluşan yüksek konsantrasyon, CAOXY oluşumu için gerekli eşiği çok daha hızlı aşabilmektedir. Bu tür bölgelerde hasarın donma-çözülme kaynaklı bozulmadan ayırt edilmesi de güçleşmektedir. Bu durum, CAOXY’ye özgü test yöntemlerinin Türkiye’deki inceleme süreçlerine dahil edilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

8.2. TS 13515 Standardı Bağlamında Değerlendirme

Mevcut TS 13515 standardında klorür kaynaklı donatı korozyonu riski XD ve XS çevresel etki sınıfları kapsamında tanımlanmakta; donma-çözülme etkileri ise XF sınıfında ele alınmaktadır. Bununla birlikte, kalsiyum oksiklorür (CAOXY) oluşumu; klasik donma-çözülme mekanizmasından farklı olarak, buz çözücü tuzların çimento hamurundaki $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ile doğrudan kimyasal reaksiyonu sonucu gelişen özgün bir bozunma mekanizmasıdır. Bu nedenle mevcut çevresel etki sınıfları içerisinde doğrudan tanımlanmamaktadır. Özellikle CaCl_2 ve MgCl_2 içeren buz çözücülerin kullanıldığı köprü tabliyeleri, viyadük derz bölgeleri, otoyol rampaları, havalimanı beton kaplamaları ve yüksek rakımlı karayolu uygulamalarında CAOXY oluşumu açısından ilave risk oluşabilmektedir. Bu tür bölgelerde hasarın çoğunlukla derz çevresinde oluşması, yüksek doygunluk derecesi, tekrarlı tuz birikimi ve yüksek geçirgenlik özellikleri ile ilişkilendirilmektedir.

TS 13515 kapsamında dayanıklılık performansını artırmaya yönelik olarak önerilen düşük su/bağlayıcı oranı, hava sürüklenme ve mineral katkı kullanımı gibi parametreler, CAOXY riskinin azaltılması açısından da önemli faydalar sağlamaktadır. Özellikle düşük klinkerli ve mineral katkılı sistemler yalnızca karbon emisyonlarının azaltılması açısından değil, aynı zamanda CAOXY kaynaklı dayanıklılık problemlerine karşı da avantaj sağlayabilmektedir [5,17].

9. ÖNERİLER

CAOXY hasarına karşı alınabilecek önlemler, etkinlik ve uygulanabilirlik bakımından birbirinden farklıdır; bu nedenle doğru önceliklendirme kritik önem taşımaktadır. Şekil 13’t e özetlenen saha önerileri, aşağıda gerekçeleriyle birlikte açıklanmaktadır.

Konu	Eylem	Öncelik
Karışım tasarımı	Mineral katkı kullanımını artırın (min. %20, tercihen %40)	ZORUNLU
Sulubastırıcı kontrolü	Maksimum 0,40 sınırını koruyun	ZORUNLU
Hava içeriği	Maruziyet koşullarına göre %5-8 hava sürükleyin	ZORUNLU
Test yöntemi	Tasarım aşamasında TGA veya LT-DSC ile tarama yapın	ÖNERİLER
İzleme	Saha betonlarında hacimsel özdirenç + hava içeriği ölçümü yapın	ÖNERİLER
Yüzey koruma	Derz bölgelerinde uygun koruyucu kaplama uygulamayı değerlendirin	DURUMA GÖRE

Şekil 13. Saha mühendisleri için uygulama önerileri

Karışım tasarımı aşamasında en yüksek öncelik puzolanik mineral katkı veya uygun katkılı çimento kullanımına verilmelidir. Uçucu kül, cüruf veya kalsine kil gibi puzolanik mineral katkılar; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ’yi kimyasal olarak tüketerek reaksiyon potansiyelini düşürmekte, aynı zamanda gözenek yapısını incelterek klorür difüzyonunu kısıtlamaktadır. Bu çift mekanizma, mineral katkıları diğer tüm önleme yöntemlerinin önüne geçirmektedir. Düşük maruziyet riskinde en az %20, yoğun tuz uygulaması ve zayıf drenaj koşullarında ise en az %60 puzolanik mineral katkı ikamesi hedeflenmelidir. Su/bağlayıcı oranı maruziyet koşuluna göre 0,36 ile 0,45 arasında tutulmalı; yüksek riskli bölgelerde üst sınır 0,40 olarak uygulanmalıdır. Hava sürüklenme, CAOXY oluşumunu doğrudan durduramasa da betonun kritik doygunluk eşiğini aşmasını geciktirir ve oluşan kristallerin büyümesi için boşluk sağlar; donma-çözülme açısından zaten zorunlu olan bu parametre, CAOXY direnci için ek bir güvence katmanı oluşturmaktadır.

Tasarım doğrulama aşamasında, TGA veya LT-DSC ile gerçekleştirilen çimento hamuru taraması önerilen ilk adımdır. Bu testlerde LT-DSC < 10 g/100 g hamur ve TGA $\text{Ca}(\text{OH})_2$ < 5 g/100 g hamur eşik değerlerinin sağlanması hedeflenmelidir. Laboratuvar ekipmanına erişim kısıtlıysa, hacimsel özdirenç ve hava içeriği ölçümünden elde edilen Performans İndeksi ($\text{PI} = R \times \sqrt{\text{Hava}}$) alternatif bir gösterge olarak kullanılabilir. $\text{PI} > 400$ değeri kabul edilebilir direnç düzeyine işaret etmektedir. Bu eşik değerlerin referans niteliğinde olduğu ve kür koşulları ile beton yaşına göre normalleştirme yapılması gerekebileceği unutulmamalıdır.

Saha uygulama ve bakım aşamasında, özellikle köprü ve yol kaplaması derzleri gibi kritik noktalarda yüzey koruyucu uygulaması destekleyici bir önlem olarak değerlendirilebilir ancak yüzey koruyucular tek başına yeterli değildir. Etkinliklerini sürdürebilmesi için periyodik yeniden uygulama gerektirebilir. Derz drenajının işlevselliğinin korunması, tuz birikimini önleyerek lokalize konsantrasyon artışını sınırlandırmaktadır. Mevcut yapılarda periyodik hacimsel özdirenç veya yüzey özdirenç ölçümleri, karışım performansının izlenmesi için pratik ve düşük maliyetli bir araç sunmaktadır.

10. Kaynaklar

1. Jones, W. A., Farnam, Y., Imbrock, P., Speck, J., Villani, C., Lucero, C., Bentz, D. P., Olek, J., & Weiss, W. J. (2020). An overview of joint deterioration in concrete pavement: Mechanisms, solution properties, and sealers (Joint Transportation Research Program Publication No. FHWA/IN/JTRP-2013/11). Purdue University.
2. Van Dam, T. (2018). Chemical deicers and concrete pavement: Impacts and mitigation (Tech Brief FHWA-HIF-17-008). U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration.
3. Taylor, P. C., Sutter, L., & Weiss, W. J. (2012). Concrete pavement mixture design and analysis (MDA): Effect of deicing chemical exposure on concrete pavement (DTFH61-06-H-00011 Work Plan 19). Applied Pavement Technology.
4. Claros, G., Weiss, W. J., & Schaefer, V. R. (2021). Deicer selection and application guide (InTrans Project 18-586). Iowa State University, Institute for Transportation.
5. Suraneni, P., Azad, V. J., Isgor, O. B., & Weiss, W. J. (2016). Calcium oxychloride formation in pastes containing supplementary cementitious materials: Thoughts on the role of cement and supplementary cementitious materials reactivity. RILEM Technical Letters, 1, 24-30. <https://doi.org/10.21809/rilemtechlett.2016.3>
6. American Concrete Institute (ACI). (2019). ACI 201.2R-16: Guide to durable concrete. American Concrete Institute.
7. Lawrence, C. D., & Vivian, H. E. (1961). The effects of calcium chloride on the composition of hardened cement pastes. Magazine of Concrete Research, 13(38), 65-72. <https://doi.org/10.1680/mac.1961.13.38.65>
8. Smolczyk, H. G. (1968). Effect of chemistry of slag on strength of slag cements. In Proceedings of the 5th International Symposium on Chemistry of Cement (Vol. 4, pp. 274-280). Cement and Concrete Association.
9. Galan, I., Baldermann, A., Kusterle, W., Dietzel, M., & Mittermayr, F. (2015). Stability of motorway concrete lining – Chemistry, mineralogy and numerical modelling of the deterioration processes. Cement and Concrete Research, 77, 55-68. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.06.012>
10. Balonis, M., Lothenbach, B., Le Saout, G., & Glasser, F. P. (2010). Impact of chloride on the mineralogy of hydrated Portland cement systems. Cement and Concrete Research, 40(7), 1009-1022. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2010.03.002>
11. Qiao, C., Suraneni, P., Chang, M.-T., Bentz, D. P., & Weiss, J. (2018). Damage in cement pastes exposed to $MgCl_2$ solutions. Construction and Building Materials, 163, 38-48. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.12.056>
12. Qiao, C., Suraneni, P., & Weiss, J. (2018). Flexural strength reduction of cement pastes exposed to $CaCl_2$ solutions. Cement and Concrete Composites, 86, 297-305. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2017.11.016>
13. Hosseinzadeh, N., & Suraneni, P. (2021). Calcium oxychloride damage in concrete: Influence of supplementary cementitious materials (SCMs), air entrainment, and aging. Cement and Concrete Composites, 124, 104234. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.104234>
14. Scherer, G. W. (2004). Stress from crystallization of salt. Cement and Concrete Research, 34(9), 1613-1624. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2003.12.034>
15. Chatterji, S. (1978). Mechanism of the $CaCl_2$ attack on Portland cement concrete. Cement and Concrete Research, 8(4), 461-467. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(78\)90008-5](https://doi.org/10.1016/0008-8846(78)90008-5)
16. Suraneni, P. (2024). Test methods to screen concrete mixtures for calcium oxychloride damage resistance (CP Tech Center Tech Brief, December 2024). National Concrete Pavement Technology Center, Iowa State University.
17. Suraneni, P., Monical, J., Unal, E., Akono, A.-T., & Weiss, J. (2018). Calcium oxychloride formation potential in cementitious pastes exposed to blends of deicing salt. ACI Materials Journal, 115(4), 535-544. <https://doi.org/10.14359/51701897>
18. Hosseinzadeh, N., Montanari, L., Hu, Q., & Suraneni, P. (2022). Mass change and bulk resistivity as metrics to evaluate concrete resistance to calcium oxychloride damage. Construction and Building Materials, 325, 126780. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126780>
19. Monical, J., Van Dam, T., & Suraneni, P. (2016). Calcium oxychloride formation and damage mitigation strategies for concrete pavements. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2590(1), 53-62. <https://doi.org/10.3141/2590-06>
20. Ghantous, R. M., Sanchez, T., Farnam, Y., & Weiss, W. J. (2016). Effect of carbonation on the formation of calcium oxychloride. Cement and Concrete Composites, 73, 154-161. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.07.012>
21. Ghantous, R. M., Nguyen, M., Zayed, A. M., & Suraneni, P. (2022). Effect of air entrainment on resistance of cement pastes to calcium oxychloride damage. Construction and Building Materials, 341, 127733. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127733>
22. Wang, X., Sadati, S., Taylor, P., Li, C., Wang, X., & Sha, A. (2019). Material characterization to assess effectiveness of surface treatment to prevent joint deterioration from oxychloride formation mechanism. Cement and Concrete Composites, 104, 103394. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103394>



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

ÇİMENTO ESASLI İNCE KOMPOZİTLER*

Bekir Yılmaz Pekmezci¹

Özet

İnce çimentolu kompozitler, genellikle 2 cm'den daha ince toplam kalınlığa sahip çimento bağlayıcı kullanılarak imal edilen, matris içine kırılmış veya çeşitli formdaki sürekli liflerin donatı olarak eklenmesiyle üretilen kompozit malzemelerdir. İnce çimento esaslı kompozitlerin kullanım alanı, yapısal olmayan ve yapısal olan olarak ikiye ayrılabilir. Yapısal olmayan kompozitler genellikle panel olarak üretilirler ve yapıların bölme duvarları ve dış cephe kaplamalarında kullanılırlar. Yapısal olarak kullanılan kompozitler ise şantiyede, güçlendirme elemanı olarak teşkil edilirler. Bu çalışmada yapısal ve yapısal olmayan çimentolu kompozitler ile ilgili detaylı bir literatür çalışması sunulmuştur. Bunun yanında, yapısal amaçla kullanılan dokunmuş karbon kumaş donatılı çimentolu kompozitlerin mekanik özellikleri üzerinde yapılan deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar sunulmaktadır. Deneysel çalışmada iki farklı karbon kumaş ve iki farklı basınç dayanımına sahip çimentolu matris, kompozit üretiminde kullanılmıştır.

Thin Cement-Based Composites

Thin cementitious composites are composite materials manufactured using a cement binder with a total thickness of less than 2 cm, which is produced by adding chopped or continuous fibers of various forms as reinforcement into the matrix. The usage area of thin cement-based composites can be divided into two as non-structural and structural. Non-structural composites are usually produced as panels and are used in partition walls and exterior cladding of buildings. Structural composites, on the other hand, are formed at the construction site as reinforcement elements. In this study, a detailed literature review on structural and non-structural cementitious composites is presented. In addition, the results obtained from an experimental study on the mechanical properties of cementitious composites with woven carbon fabric reinforcement used for structural purposes are presented. In the experimental study, two different carbon fabrics and cementitious matrices with two different compressive strengths were used in the production of composites.

olarak adlandırılacak olan tekstil donatılı kompozitler ise yapısal olmayan dış cephe kaplamaları, sandviç dış cephe kaplamaları [1,2] olarak kullanılırken bununla birlikte yapısal uygulamalarda da kendine yer edinmiş ve güçlendirme sistemleri olarak kullanılmaya başlanmıştır [3]. Her iki kullanım

1. GİRİŞ

Yapıda kullanılan kompozit panel malzemeler çeşitli formdaki liflerin genellikle çimento ve diğer bağlayıcılar ile elde edilen matrisler içine gömülmesiyle elde edilmektedir. Son yıllarda kompozit panel malzemelerin yapılar da kullanımı, yapının diğer bileşenleri ile kolay uyum sağlaması, uygulama kolaylığı, stoklanabilirliği, kolay erişilebilirliği gibi nedenlerle giderek artmaktadır. Kompozit panel malzemelere olan ilginin artmasında, şantiyede yapılan kuru imalat sayesinde şantiye işçilik oranlarının ve buna bağlı olarak da sahada meydana gelebilecek kaza gibi istenmeyen durumların olasılıklarının azalması da etkili olmaktadır. Kompozit panel malzemelerin yapıdaki kullanım alanları genellikle kaplama ve tamamlayıcı ürün olmaktadır. Yeni nesil kompozit malzeme

1) İTÜ, TICEMLABS, İstanbul, Türkiye, bekirp@ticemgroup.com

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

alanında kompozitlerin davranışları deneysel olarak belirlenmiş, çeşitli hesap yöntemleri geliştirilmiş ve kompozitlerin mühendislik tasarımlarında kendine yer bulması sağlanmış- tır [3,4]. Kompozit panel malzemelerin dayanım, tokluk ve dürabilite bakımından yüksek performanslara erişmesi ile birlikte bu malzemelerin kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Kompozit malzemeler, kendi başına bazı özellikleri zayıf olan bir malzemeyi başka bir malzeme ile birlikte kullanarak zayıf özelliklerini ortadan kaldırmak suretiyle daha güçlü bir yapı oluşturmak amacıyla üretilir. Örneğin beton, basınç dayanımı oldukça yüksek bir malzeme olmasına karşın çekme dayanımı ve buna bağlı olarak eğilme dayanımı basınç dayanımına oranla oldukça düşük bir malzemedir. Bununla birlikte, betonun çekme hâlindeki deformasyon kapasitesi de oldukça düşük mertebededir. Betonun çeşitli mekanik etkiler altında yüksek oranda şekil değiştirebilmesi ve mekanik enerjiyi sö- nümlemesi için, beton içinde farklı formdaki lif donatılar kul- lanılmaktadır. Lif donatıların çeşitli formlarının donatı olarak kullanıldığı betonlar, çekme ve eğilme kapasitesi yüksek mal- zemeler hâline gelirler [5]. Farklı formdaki lif kullanımıyla bir- likte değişen özelliklere sahip matrislerin kullanımı da farklı ihtiyaçlara yönelik ve büyük bir alanda dağılan özelliklere sahip kompozit panel üretimlerini mümkün hâle getirmiştir [6,7]. Kompozit malzemelerde kullanılan lif donatılar, kırpıl- mış kısa lifler, sürekli lifler ve dokunmuş tekstil formundaki lifler olabilir [8].

Çimento esaslı kompozitlerde, lifler donatı olarak kullanıl- dığında, daha yüksek dayanım ve dayanıklılığa sahip kom- pozitler elde edilebilmektedir. Böylece, kompozit daha ince kesitlerde üretilebilmektedir. Kompozitin dürabilitesinin yük- sek olması ise, uzun yıllar boyunca kendi mekanik ve fiziksel özelliklerini koruyabilmenin yanında, uygulandıkları yapının da özelliklerini korumasına yardımcı olmaktadır. Bu kompo- zitler kendilerinin dış ortam koşullarına gösterdikleri direnç sayesinde yapıların dış ortam koşullarına karşı daha uzun yıllar dayanmasına yardımcı olmaktadır. Lif donatılı kom- pozitlerin performansı birçok parametreye bağlıdır. Bunlar, liflerin geometrisi, boyu ve narinliği ile birlikte liflerin karı- şımdaki kullanım oranı olarak sıralanabilir [9]. Lif boyunun betonun mekanik ve dürabilite özellikleri üzerinde önemli ölçüde etkili olduğu daha önceki çalışmalarda ortaya koyul- muştur. Uzun liflerin oluşan çatlakların üzerine gelme olasılığı daha düşük olacağından, çatlakların ilerlemelerini kolaylıkla engelleyemezler. Kısa lifler ise daha yüksek olasılıkla liflerin üzerine denk geleceklerinden çatlakları daha fazla köprüle- yerek, kompozitin direncini arttırmaktadırlar [10]. Kısa lifler

kullanıldığında kompozit içinde aynı miktarda lif kullanımı durumunda bir çatlağı köprüleyen lif miktarının artması, bu davranış üzerindeki önemli bir etken olarak vurgulanabilir. Lif donatılı kompozitlerde eğer kırpılmış lif kullanılıyorsa, lif oranının artmasına bağlı olarak taze hâldeki kompozitin karıştırılmasında ve kalıba yerleştirilmesinde zorluklar yaşa- nabilir. Bu zorlukların en önemlisi matris içerisinde fiberle- rin topaklanmasıdır. Topaklanan bu fiberler, kompozit içinde kusur etkisi oluşturur. Liflerin topaklanmaması için alınması gereken önlemler arasında, matris karışımında ince agre- ga kullanılması, narinlik oranının belirli bir değerin üzerine çıkmaması, fiberlerin karışım kuru iken karışıma katılması, karışımda süper akışkanlaştırıcı kullanılması sayılabilir [11]. Gevrek matrislerle birlikte lif olarak genellikle, cam, bazalt, karbon, aramid ve PBO gibi lifler kompozit üretiminde kulla- nılmakla birlikte [12-19], bazı üretim yöntemleri ahşap yon- galı veya selülozik lif donatılı kompozitlerin üretimi için daha uygundur. Ahşap yongalı paneller, ahşap yongaların çimento esaslı matris ile birbirine bağlanması sonucunda elde edil- mektedirler. Bu panellerin en önemli avantajı, üretim hattının hızlı ve yüksek metrajlarda üretime izin vermesidir. Bu saye- de oldukça kolay temin edilebilmektedir. Ahşap, yüz yılı aş- kın bir süredir çimento esaslı malzemelerde kullanılmaktadır. Yaklaşık 90 yıldır endüstriyel olarak bu kullanım devam et- mektedir. Ahşabın çimentolu matrislerde kullanımı son 40 yıl içinde önemli ölçüde hızlanmıştır. Son 40 yıl içinde, üretimde büyük kolaylıklar sağlayan asbest liflerin kanserojen olduğu- nun ispatlanmasından sonra ahşap lifli çimentolu matrislere olan ilgi artmıştır. Üreticiler de asbest lif donatılı çimentolu panel üretim tesislerinin bir kısmını ahşap yongalı çimento- lu panel üretim tesislerine dönüştürmüştür [20]. Bu panel- ler çok kısa sürede inşaat sektöründe büyük ilgi görmüş ve birçok ülkede uygulanmıştır [21]. Daha sağlık riskleri ortaya çıkmamışken asbest liflere alternatif olarak selülozik lifler çim- ento esaslı kompozitlerin içerisinde 2. Dünya savaşı sonrası kullanılmaya başlamıştır. 1970'li yıllarda sağlık risklerinin or- taya koyulmasıyla asbest liflerin kullanımı oldukça azalmaya başlamıştır. Bunun sonucunda selülozik liflerin çimento esas- lı kompozitler içinde kullanımı artmış, asbest liflerin kullanımı azalmıştır. Bazı firmalar asbest lif kullanımından, selülozik lif kullanımına geçmiştir, çimentolu kompozit panellerini selülo- zik lif kullanarak üretmeye devam etmiştir [22].

Lif takviyeli betonlardaki optimizasyon ihtiyaçları, liflerin kom- pozit içinde dokunmuş veya dokunmamış kumaş formunda kullanılmasını da gündeme getirmiş ve tekstil donatılı betonla- rın geliştirilmesine araştırmacılar tarafından başlanmıştır. Bu

esnada üreticiler de değişen amaçlar için yapıda tekstil donatılı betonların üretimine başlamışlardır. Kesilmiş kısa fiberler, beton içerisine katıldığında düzensiz bir şekilde rastgele dağılmaktadır. Burada, fiberlerin yönleri de rastgele olmakta ve ihtiyaç duyulan doğrultuda aktif olarak çalışan fiber oranı kısıtlı kalmaktadır. Kumaş donatılı kompozitlerde ise kumaş içindeki fiberler, istenen doğrultuda yönlendirilebilmektedir. Böylece fiberler kuvvet doğrultusunda kullanılabilir [23]. Ancak, bu kompozitlerde de kompozit performansını düşüren önemli etkiler vardır. Tekstil donatılı kompozitlerde matrisin, tekstil içine nüfuz edememesi kompozit performansını düşüren önemli bir parametre olarak gösterilmektedir. Kumaş donatılı çimento esaslı kompozitlerde, çimentolu matrisin kumaş bünyesinde bulunan fiberlerin arasından geçmesi ve kumaşın tamamının çevresini sarması, kompozitin mekanik özelliklerini arttırmaktadır [24]. Çimento esaslı matrisin fiberler arası boşluklardan geçerek kumaşın tamamına nüfuz etmesi, çimentolu matris ile kumaş arasındaki aderansı artırır. Aderanstaki artış da eğilme dayanımı gibi mekanik performansın artışına yardımcı olur. [25]. Tam tersi durumda, yani matrisin filamentlerin arasından yeterince nüfuz etmemesi durumunda, filamentlerin güçlendirme performansı azalır, buna bağlı olarak kompozitin performansı düşer [26]. Bu durumun üstesinden gelebilmek için penetrasyon oranı yüksek matrisler geliştirilmekte, bununla birlikte matrisin penetrasyonunu kolaylaştıran tekstil yapıları üzerinde de çalışılmaktadır.

Yukarıda özetlenen kompozit panel malzemeler çeşitli yöntemlerle üretilmektedirler. Üreticiler, bu metotları kullanarak üretim hatlarını oluşturmakta ve üretim hattının izin verdiği limitler dâhilinde üretim yapmaktadırlar. Üretim sistemlerine uygun malzeme kullanımı sonucunda üretilen farklı kompozit malzemelerinin fiziksel, mekanik ve dürabilite özellikleri kompozit malzeme tipine göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir. Bu kompozit malzemeler, genellikle yapısal eleman üretiminde kullanılmamaktadır. Bununla birlikte dış cephe kaplama, bölme duvarları gibi amaçlarla kullanılmakta olan kompozit malzemelerin performansı, binada kullanılan yapısal olmayan sistemlerden beklenmekte olan mekanik dayanım ve stabilitesi ile dış etkenlere karşı yüksek direnç özelliklerini etkilemektedir. Bununla birlikte lif donatılı malzemelerin yapısal ürünler olarak kullanılmaya başlandığını ve bu ürünlerin yapısal elemanlar olarak da kendilerinden beklenen performansları sağladığını belirtmek gerekir. Yüksek basınç dayanımı, düşük çekme dayanımı ve tokluğa sahip çimento esaslı malzemeler genellikle bir donatı ile güçlendirilir. Mevcut uygulamalarda donatı olarak geleneksel beton donatı çelikleri kul-

lanılmaktadır. Betonarme, onlarca yıldır tüm dünyada yaygın olarak kullanılan bir sistemdir. Betonarme birçok koşul altında başarı göstererek kendini kanıtlamıştır. Buna bağlı olarak hesap yöntemleri de oldukça gelişmiştir ve mühendisler betonarme hesap yöntemleri konusunda yüksek düzeyde deneyim ve güvene sahiptirler. Ancak betonarme elemanların istenilen performansı sağlayabilmesi için belirli boyutlarda tasarlanması gerekmektedir [7,27]. Günümüz mimari yaklaşımında yapılar daha küçük kesitli elemanların kullanımı ile tasarlanmaktadır. Bu elemanlar küçük agrega boyutları ile üretilmektedir. Bunun için yüksek performanslı ve küçük kesitli donatılara ihtiyaç duyulmaktadır [28]. Genellikle çimento esaslı malzemeler ile üretilen bu elemanlar, ihtiyaç duyulan yüksek çekme dayanımı, tokluk ve sünekliği sağlamak için uzun süredir ayrı (kesilmiş) lifler ile güçlendirilmektedir [7,27]. Çimentolu yapısal kompozitlerin üretiminde kullanılan ayrı lifler akrilik, pamuk, asbest, cam, bazalt, karbon, naylon, polyester, polietilen, polipropilen, çelik ve PVA olarak sıralanabilir [9,30]. Elyaf lar esaslarına göre sınıflandırıldığında polimer, metal ve mineral esaslı oldukları anlaşılmaktadır. Lifler mukavemet ve elastisite modülleri açısından farklılıklar göstermektedir. Karbon ve çelik en yüksek elastisite modülüne sahipken, polimer esaslı lifler en düşük elastisite modülüne sahiptir [7,28]. Lif takviyeli betonların uzun bir geçmişi olmasına rağmen, gelişen yeni tekstil teknolojileri sayesinde kumaş formuna getirilen lifler de donatı olarak kullanılmaya başlanmıştır [31,32]. Kumaşlar, çimentolu kompozitlerin kolay üretimine ve yüksek mekanik adhezyona olanak sağlamaktadır [33]. Ayrı kumaşlar kompozit içerisinde rastgele dağılırken, kumaş olarak kullanıldığında elyaf lar istenilen ve ihtiyaç duyulan yönde yönlendirildiği için elyaf lar daha etkin kullanılmaktadır [34]. Ayrıca kumaş kullanılması durumunda çatlağın izlediği yol değişmekte ve çatlağın izlediği yol sünekliği arttırmaktadır [31].

Söz konusu kumaşlar kullanılarak üretilen kompozitler kumaş takviyeli çimentolu matrisler (FRCM) veya tekstil takviyeli harç (TRM) olarak adlandırılmaktadır. FRCM kompozitler farklı kumaşlar ve farklı matrisler kullanılarak elde edilebilir. Kumaşların ham maddeleri liflerinkine benzerdir ve cam, bazalt, karbon, polipropilen, polivinil alkol, sisal ve p-Fenilen Benzobis Oksazol olabilir [12-15,18,35,36]. Bu kumaşlar dokuma, dokuma olmayan veya örme olabilir. İplik boyutları, filamentlerin dağılımı, matrisin lifler boyunca penetrasyonu ve ara yüzeydeki bağ kompozitin kırılma davranışını etkiler [7,37,38]. Matrisler çimento, kireç veya geopolimer esaslı olabilir [39,40]. Üretimde kullanılan ham maddelerin özelliklerine ve kompoziti oluşturan bileşenlerin özelliklerine göre

kompozit özellikleri değişmektedir. Kaplanmamış kumaş kullanıldığında yeterli bağın sağlanabilmesi için uygun elyaf tipi kullanılarak penetrasyonun gerçekleşmesi ve çimento partiküllerinin kumaşı oluşturan filamentlerin içinden tatmin edici bir şekilde geçmesi gerekmektedir [24,25,41]. Kumaş ile matrisin uyumu ve kumaş matris ara yüzeyinde kullanılan kaplamaların özellikleri kompozitin performansı üzerinde önemli rol oynamaktadır [18]. Elyaf lar polimer bazlı kaplamalarla kaplandığında, bağ karakteri bu kaplamalarla matris uyumluluğuna ve bu kaplamanın özelliklerine bağlıdır [42,43]. Kumaş formundaki elyaf lar üzerindeki kaplamanın yapışmanın da artmasına katkıda bulunur [41].

Düşük, normal ve yüksek mukavemetli matrisler kullanılarak elde edilen kompozitler birçok alanda kullanılmaktadır. Bu kompozitler bazı yapı elemanlarının [34], kalıcı kalıpların, kaplama panellerinin [44,45] ve mevcut yapıların güçlendirme elemanlarının [13,46] üretiminde kullanılmaktadır. FRM'lerin boruların güçlendirilmesinde de kullanıldığı bilinmektedir [47]. Yüksek yapışma ve buna bağlı olarak yüksek kompozit performansı elde etmek için normal dayanımlı matrislerin yanı sıra yüksek dayanımlı matrisler de kullanılmaktadır. Orta ve yüksek dayanımlı çimento esaslı matrislerle üretilen kompozitler genellikle binaların dış cephe kaplamalarında ya da yığma ve betonarme yapıların güçlendirilmesinde kullanılmaktadır [13,34,44-46,48]. FRM kullanılarak üretilen sandviç paneller, kendisinden beklenen yüksek mekanik performansı karşılayabilmektedir. Bu tip sandviç paneller için çeşitli çekirdek malzemeler kullanılmış, mekanik davranışı tahmin etmek için analitik modeller geliştirilmiştir [2,49,50]. FRM kompozitler, betonarme elemanların [42,52,53] ve duvarların [54-56] mekanik özelliklerini önemli ölçüde artırmaktadır. FRM'nin yüksek sıcaklık dayanımı en önemli avantajlarından biridir [57]. Yüksek dayanımlı betonlardan sonra pratikte FRM üretiminde ultra yüksek performanslı matrisler de kullanılmaktadır. Ultra yüksek performanslı betonlarda, betonlarda yüksek süneklik ve tokluk seviyeleri elde etmek için genellikle ayrı lifler kullanılır [58]. UHPC'nin geleneksel donatı ile bağ performansı ile uyumluluğu iyi bilinmektedir [59-61]. Ancak, UHPC ile kumaş uyumu birkaç araştırmacının dikkatini çekmiş ve bu konu üzerinde çalışmaya başlamışlardır [62]. Ultra yüksek performanslı beton (UHPC), ACI239-R18'e göre geleneksel ve hatta yüksek performanslı betonla karşılaştırıldığında daha yüksek mukavemet, çekme sünekliği ve dayanıklılık özelliklerine sahip gelişmiş bir çimentolu malzeme sınıfıdır [19]. Ultra yüksek performanslı harçların gelişmiş özellikleri, tasarımlarının geleneksel betondan farklı olmasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Burada, çok ince bağlayıcılar, tamamlayıcı

çimentolu malzemeler ve dolgu malzemeleri önemli bir etkiye sahiptir. [63-65]. Kumaş takviyeli çimento esaslı matrisler genellikle çekme ve eğilme test sonuçları ile karakterize edilir. Genellikle dış cephe kaplamalarında kullanılan kompozitler için eğilme deneyleri yeterli olsa da güçlendirme sistemi olarak kullanılan kompozitlerde çekme deneylerinin yapılması tavsiye edilmektedir. Çekme deneyleri genellikle iki dokümana göre yapılmaktadır. Bu dokümanlardan biri RILEM 232 [65], diğeri ise ACI 549.4R-20'de [3] atıfta bulunulan ICC-ES AC434 [67] dokümanıdır.

Çimentolu kompozitlerin yapıda kullanımında sağladığı avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Beton altyapı ile kimyasal, fiziksel ve mekanik uyumluluk,
- Sıva yapar gibi uygulama kolaylığı,
- Boşluklu matris yapısı nedeniyle hava ve nem geçirimsizliği,
- Yüksek sıcaklıklarda, plastik esaslı kompozitlere göre yüksek performans,
- Kolay sökülebilirlik.

Yukarıda sıralananlardan beton altyapı ile kimyasal fiziksel ve mekanik uyumluluk, bir yapıya sonradan uygulanan yeni malzemelerden beklenen bir özelliktir. Özellikle güçlendirme uygulamalarında kullanılan kompozitlerin, mevcut yapıyla uyumlu mekanik özellikler göstermesi beklenmektedir. Benzer kimyasal fiziksel özellikler göstermesi de, uygulamada eski yapıyla en fazla uyumu ve birleşmeyi sağlamaktadır. Uygulama kolaylığı da bu kompozitlerin yapıda tercih edilmesinde en önemli etkenlerden birisidir. Sıva yapar gibi matrisin alt elemana uygulanabiliyor olması, yerinde kompozit imalatının tercih edilmesinde çok etkilidir. Alt tabaka matris, mevcut yapı elemanına uygulanır. Bunun üzerine genellikle boşluklu grid formundaki kumaş hâline getirilmiş fiberler uygulanır. En üst tabaka matris uygulanması ile kompozit imalatı tamamlanmış olur. Bu tip uygulamalarda genellikle, SBR veya epoksi ile kaplanmış fiberlerin kullanılması tercih edilmektedir. Bu sayede fiberlerin yönlendirilmeleri istendiği gibi yapılabilmekte, kontrol dışındaki yönelmelerin önüne geçilmektedir. Çimentolu kompozitlerin yapıya uygulanmasında etkili etkenlerden bir tanesi de boşluklu matris yapısı nedeniyle hava ve nem geçirimsizliğidir. Çimento esaslı matrisin geçirimsizliği, uygulanan betonarme veya yığma altyapıya benzer özellikler taşıdığından, hava ve özellikle nem geçişi sırasında, tabakalar arasında nem birikmesi sorunu olmamaktadır. Bu da uygulanan kompozit tabakasının yüzeyden ayrılmasını önlemektedir. Yapıya uygulanan kompozitler yüksek sıcaklıklara da dayanıklı olmalıdır. Çimento esaslı kompozitler, plastik matrisli kompozitlere göre yüksek sıcaklıklara daha dayanıklıdır. Yapıda oluşması muhtemel bir yangında daha yüksek

sıcaklıklara kadar bütünlüğünü muhafaza edebilmektedirler. Bununla birlikte, belirli sıcaklıklara kadar yeniden uygulama gerektirmeden kendini koruyabilmektedirler. Kolay sökülebilirlik ise daha çok miras yapılarda kullanılan bir kavramdır. Uluslararası koruma tüzüklerine göre miras yapılara uygulanan her malzeme ve sistem, sökülmesi gerektiğinde, yapıya zarar vermeksizin sökülebilmelidir. Özellikle hidrolik kireç matrisli kompozitler, miras yapılardan kolaylıkla sökülebilmektedir. Bu matrislerden yapıya herhangi bir kalıcı tuz vs. geçişi olmamaktadır. Yapısal eleman olarak kullanılan kompozitlere örnekler Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Yapısal kullanılan çimentolu kompozitlere örnekler

Yapısal olmayan çimentolu kompozitler genellikle dış cephe kaplaması fonksiyonuyla kullanılmaktadır. Dış cephe kaplaması olarak kullanılan çimentolu kompozitlere iki örnek Şekil 2'de gösterilmektedir.



(a)

(b)

Şekil 2. Yapısal olmayan çimentolu kompozitlere örnekler

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

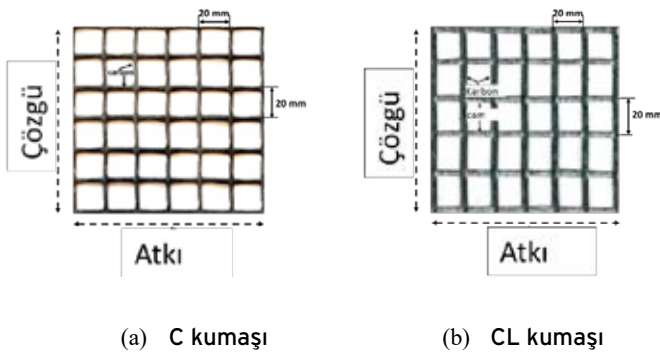
Bu deneysel çalışmada, karbon elyafların iki farklı yönde farklı oranlarda kullanılmasıyla üretilen karbon kumaş, yüksek dayanımlı matrislerde kullanılmıştır. Bu kumaşlar iki farklı tipte yüksek dayanımlı çimentolu matrislerde kullanılarak kumaş takviyeli çimentolu matris (FRCM) kompozitler üretilmiştir. Üretilen FRCM kompozitlerin özellikleri incelenmiştir. İki farklı matris ve iki farklı karbon kumaş ile üretilen kompozitler üzerinde çekme ve eğilme testleri gerçekleştirilmiştir. Karbon elyafların üretiminde enerji kullanılmaktadır. Gereksiz kullanımdan kaçınmak için bu elyafların akıllı bir tasarımla kullanılması sürdürülebilir çevrenin korunmasına yardımcı olacağı gibi yüksek maliyetlerin de önüne geçecektir. FRCM'lerin kullanıldığı iki uygulama alanından biri olan giydirme panellerde, panelin uzun açıklığındaki momentler önemli ölçüde yüksek olduğundan, uzun açıklığa dik yönde takviye ihtiyacı uzun açıklık yönü ile kıyaslanamayacak şekildedir. Gerilmeler uzun açıklık yönünde başarılı bir şekilde taşındığında, kısa açıklık yönünde takviyeye gerek kalmayacaktır. FRCM kompozitler genellikle çekme gerilmesinin yüksek olduğu kısımlarda bu gerilmelere karşı güçlendirme amacıyla kullanılır. FRCM'lerin çekme gerilmesine karşılık gelen yöndeki donatılar aktif olarak çalışırken, diğer yöndeki donatılar ikinci plandadır. Kompozitin hiç yüke maruz kalmadığı veya çok düşük yüklere maruz kaldığı yönlerde karbon elyaf kullanmak yerine montaj için konulan e-glass cam elyafların kullanılması gereksiz karbon elyaf kullanımının önüne geçecektir. Bu sayede daha az miktarda karbon elyaf kullanılarak benzer performans elde edilmesi veya aynı miktarda karbon elyaf kullanılarak daha üstün performans elde edilmesi hedeflenmektedir. Yüksek mukavemetli matrislerde birincil yönde karbon, ikincil yönde e-cam kullanılarak üretilen (CL, faydalı yönde yüksek karbon elyaf miktarı) kumaş takviyeli kompozitler ile sadece karbon (C, her iki yönde eşit karbon elyaf) kullanılarak üretilen kompozitlerin performansları deneysel olarak karşılaştırılmıştır.

3. MALZEMELER VE DENEY YÖNTEMLERİ

Deneysel çalışmada iki farklı hazır kuru karışım yüksek mukavemetli harç ve iki farklı karbon kumaş kullanılmıştır. Kullanılan hazır karışımlar 60 MPa (M60) ve 120 MPa (M120) karakteristik dayanıma sahip kuru karışımlardır. M60 harcı düşey yüzeylerde uygulanabilen tiksotropik bir harçtır, ancak M120 harcı kendiliğinden yayılan bir harçtır. Her iki harç üretilirken CEM1 52.5 çimentosu, kuru polikarboksilat esaslı süperakışkanlaştırıcı, kuvars esaslı agreg ve mineral katkıları kullanılmıştır. Kullanılan kuvars esaslı agreganın maksimum tane

boyutu 1 mm'dir. M60 harcı üretiminde mineral katkı maddesi olarak F sınıfı uçucu kül kullanılırken, M120 harcı üretiminde mineral katkı maddesi olarak silis dumanı kullanılmıştır. Harçlar, üretici tarafından belirtilen su miktarı kullanılarak laboratuvarında karıştırılmıştır. Karışımlar için 600 rpm'lik bir mikser kullanılmıştır. Hazırlanan harçlar 40 mm x 40 mm x 160 mm'lik kalıplara dökülmüş ve 28 gün sonra basınç dayanımları elde edilmiştir.

Karbon kumaşlar tasarlanırken, karbon elyaf miktarının FRCM kompozitlerin faydalı özellikleri üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bir karbon elyafın çekme dayanımı üretici beyanına göre 3600 MPa'dır. Hedeflenen çalışma için iki farklı karbon kumaş tasarlanmıştır. Bunlardan ilkinde, çözgü ve atkı yönlerinde 44 mm²/m karbon elyaf alanına sahip kumaşlar tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu kumaşlar makalenin bundan sonraki kısmında (C) olarak kısaltılacaktır. İkinci tip karbon kumaşa, ilkinden farklı olarak, tüm karbon lifleri tek bir yönde, çözgü yönünde atanmıştır. Atkı yönünde, karbon liflerinin birleştirilmesi için e-cam cam lifleri kullanılmıştır. Bu kumaşa çözgü yönündeki karbon elyaf miktarı 110 mm²/m'dir. Çalışmanın başlangıcında CL kumaşlarda çözgü doğrultusunda C kumaşa iki katı elyaf kullanılması planlanmıştır. Ancak üretim hatlarındaki üretim tekniğinin bu oranı kullanmaya izin vermemesi nedeniyle C kumaşının çözgü yönünde tam iki katı karbon elyaf miktarı kullanılamamıştır. Bu miktar C kumaşının çözgü yönündeki karbon elyafının iki katının %20 fazlası olarak kabul edilmiş ve deneysel çalışmalara devam edilmiştir. Bu kumaşlar yazının bundan sonraki kısmında (CL) olarak kısaltılmıştır. Her iki kumaş da kullanım ve uygulama kolaylığı için SBR (Styrene Butadiene Rubber) ile kaplanmıştır. Kompozit üretiminde kullanılan her iki kumaş da Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. Kompozitlerde kullanılan kumaşlar

Kompozit numunelerin üretimi için numune boyutlarına göre plywood kalıplar hazırlanmıştır. Numune boyutları çekme testi numuneleri için 600 mm x 130 mm x 20 mm, eğilme

testi numuneleri için ise 300 mm x 100 mm x 20 mm olarak seçilmiştir. M120 matrisi kendiliğinden yayılma özelliğine sahip olduğu için takviyeler kalıp kenarlarından zımbalanarak sabitlenmiştir. Daha sonra kendiliğinden yayılan M120 harcı kalıba dökülerek kompozitin üretimi tamamlanmıştır. M120 matris ile üretilen kompozitlerin üretim aşamaları Şekil 4'te gösterilmiştir. Ancak M60 matrisi tiksotropik bir yapıya sahip olduğu için M60 harcı kullanılan kompozitlerde takviye sabitlemesi yapılmamıştır. Bu kompozitlerde ilk kat harç kalıp içerisine dökülmüştür. Daha sonra donatılar harcın üzerine yerleştirilmiştir. Son olarak ikinci kat harç dökülmüş ve kompozitin üretimi tamamlanmıştır. M60 matrisi kullanılarak üretilen kompozitlerin üretim aşamaları Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 4. M120 matrisi ile kompozitlerin üretim aşamaları



Şekil 5. M60 matrisi ile kompozitlerin üretim aşamaları

Örnek kodlar oluşturulurken matris ve karbon kumaş kodları kullanılmıştır. Örnek kodundaki ilk gösterim matrisi gösterirken, ikinci gösterim karbon kumaşı temsil etmektedir. Örneğin M120CL; 120 MPa karakteristik dayanıma sahip harç ile üretilen ve tek yönde karbonun (CL) kullanıldığı kumaşı içeren kompoziti ifade etmektedir.

Her bir deney serisi için beş adet numune üretilmiştir. Üretilen kompozitler, üretimden sonraki gün kalıplardan çıkarılarak dış ortamdan izole edilmiştir. Polietilen streç film daha sonra deney gününe kadar 26 gün boyunca katmanlar hâlinde

sarılmıştır. Deney gününden iki gün önce numune üzerindeki polietilen tabakalar kaldırılmıştır. Çekme ve eğilme testi için hazırlanan numuneler daha sonra deney gününe kadar laboratuvarda saklanmıştır. Çekme deneyi için çelik aparatlar ICC- ES C434 dokümanında tarif edildiği şekilde numunelere yapıştırılmıştır. Çelik aparatların çekme numunelerine uygulanması Şekil 6'da gösterilmiştir. Eğilme testleri için numune üzerinde herhangi bir hazırlık yapılmamıştır.



Şekil 6. Çekme deneyi için çelik aparatların yapıştırılma aşaması

Eğilme ve çekme testleri için MTS Criterion C43 504E universal deformasyon kontrollü servo test sistemi kullanılmıştır. Test sisteminin kapasitesi 50 kN'dur. Testler sırasında laboratuvar sıcaklığı 18 ± 2 °C olarak ölçülmüştür. Eğilme testleri dört nokta eğilme testi olarak gerçekleştirilmiştir. Eğilme testlerinde mesnet açıklık uzunluğu 300 mm olarak seçilmiştir. Eğilme testleri sırasında şekil değiştirme hızı 0,6 mm/s olarak seçilmiştir. Çekme testlerinde metal plakalar numuneler üzerine yapıştırıldıktan sonra, metal plakalar her iki uçtan her iki yönde hareket edebilen çelik konektörlere tutturulmuştur. Bu çelik konektörlerin uygulanmasındaki amaç, çekme testi sırasında herhangi bir eksantriklik yaratmamaktır. Daha sonra deformasyonların ölçüldüğü çerçevenin uzunluğu 120 mm'dir. Deformasyonlar, numunenin orta ekseninde ön ve arka olmak üzere iki noktadan LVDT'ler kullanılarak elde edilmiştir. Her iki LVDT'den elde edilen uzamaların ortalaması numunenin uzaması olarak alınmıştır. Çekme testleri deformasyon kontrolü ile gerçekleştirilmiştir. Uzamalar çapraz kafa hareketinden kontrol edilmiştir. Çekme deneyleri sırasında çapraz kafa hızı 0,8 N/s olarak programlanmıştır. Çekme ve eğilme deneylerinde kullanılan test sistemi sırasıyla Şekil 7 (a) ve (b)'de verilmiştir.



(a) Çekme deneyi



(b) Eğilme deneyi

Şekil 7. Çekme ve eğilme deney sistemleri

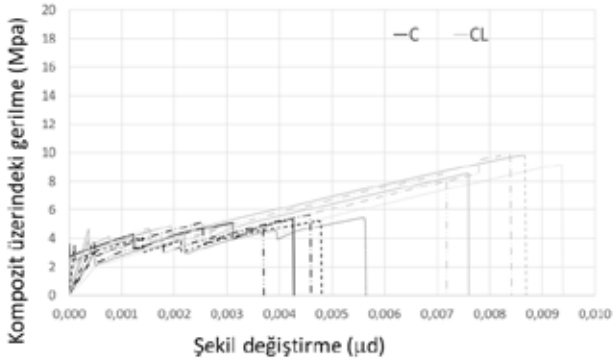
4. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Harçlardan alınan numuneler kirece doygun su içerisinde 23 ± 2 °C'de 28 gün kür edildikten sonra basınç dayanımı testleri uygulanmıştır. Basınç dayanımı testleri sonucunda M60 ve M120 harçlarından alınan numunelerin ortalama dayanımı sırasıyla 76 MPa ve 132 MPa olarak elde edilmiştir.

M60 matrisi ile iki farklı tipte kompozit üretilmiştir. Üretilen kompozitlerden ilki, M60 matrisi ve her iki yönde karbon elyaf kullanılan C kumaşı kullanılarak elde edilmiştir. Bu kumaşa hem çözgü yönünde hem de atkı yönünde $44 \text{ mm}^2/\text{m}$ karbon elyaf kullanılmıştır. M60 matris ile üretilen ikinci tip kompozit olan M60CL kompoziti ise çözgü yönünde $105 \text{ mm}^2/\text{m}$ karbon elyaf ve atkı yönünde e-cam elyaf içeren kumaşı (CL) içermektedir. Çekme testleri verilerinden elde edilen grafikler Şekil 8 ve Şekil 9'da gösterilmiştir. Çekme deneylerinin sonuçları işlenerek iki farklı grafik elde edilmiştir. Bu grafiklerin her ikisinde de yatay eksen gerilme değerini göstermektedir. Ancak dikey eksenlerdeki gerilmeler farklıdır. Şekil 8'de gösterilen grafikte düşey eksen kompozit üzerindeki gerilmeyi temsil etmektedir. Kompozit üzerindeki gerilme, çekme testinde elde edilen yüklerin kompozitin kesit alanına bölünmesi ile elde edilir.

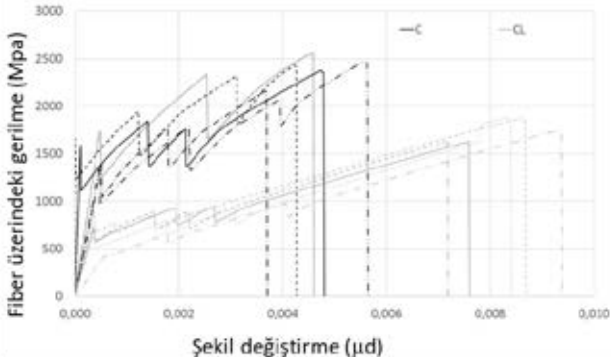
Bu değer dış cephe kaplama uygulamalarındaki tasarımlarda kullanılmaktadır. Ancak Şekil 9'da gösterilen grafikte düşey eksen de deney sırasında elde edilen yükün yük yönünde fiber alanına bölünmesi ile elde edilen gerilme değeri sunulmuştur. Güçlendirme uygulamalarında kesit çatlamlarından sonra lifin yük taşıma kapasitesi dikkate alınır. Bu aşamada elyaf üzerindeki gerilmeler dikkate alınarak tasarım yapılır. Kompozit çatladıktan sonra lifler baskın hâle gelir ve lifler üzerindeki gerilmeler etkili olur. Bunun için iki yaklaşımda da gerilmeler farklı hesaplanmaktadır.

Şekil 8'e göre, elde edilen ilişkinin belirli bir eğilme noktasına kadar doğrusal olduğu açıktır. Bu bükülme noktasının ötesinde yine doğrusal olmaya devam etmekte ancak yük ile uzama arasındaki doğrusal ilişkinin eğimi daha düşük olmaktadır. İlişkinin ilk kısmında matris kompozitin davranışına hâkimdir, ilk çatlak eğilme noktasında meydana gelir, ikinci kısımda ise elyaf davranışa hâkimdir. C ve CL kumaşlarla üretilen kompozitlerin çekme davranışları incelendiğinde, CL kumaş kompozit için şekil değiştirme sertleşmesi kısmı daha uzundur, bu da daha yüksek yük taşıma kapasitesi ve daha yüksek şekil değiştirme oranını gösterir.



Şekil 8. M60 kompozit için kompozit üzerinde gerilme şekil değiştirme ilişkisi

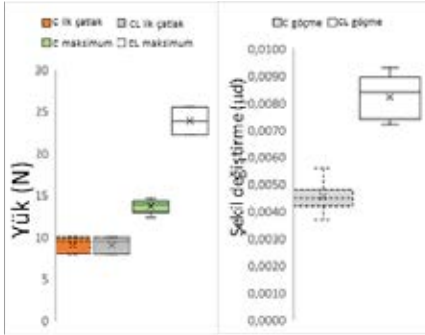
Hem Şekil 8 hem de 9'da kompozitlerin birinci bölgedeki gerilme şekil değiştirme eğrilerinde her bir seride bazı farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Örneğin, çift yönlü C karbon ile üretilen kompozitin birinci bölgedeki eğimleri incelenecek olursa, beş deneyden üçü uyuşmakta ve ikisi daha dik eğimler göstermektedir. Ancak tek yönlü CL kumaş ile üretilen kompozitlerden biri daha düşük eğim göstermektedir. Bu farklılıklar ultra yüksek mukavemetli matris kompozitlerinde görülmemektedir. Ultra yüksek mukavemetli matrisin kendiliğinden yayılan bir harç olduğu düşünüldüğünde, M60 harcı ile üretilen kompozitlerdeki bu farklılıkların olası yerleştirme sorunlarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 9. M60 kompozit için fiber üzerinde gerilme şekil değiştirme ilişkisi

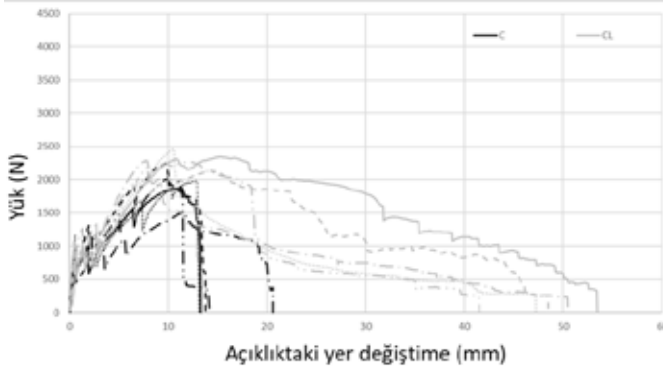
Şekil 9'da C kumaşı ile üretilen kompozit için ikinci kısımda özellikle elyafların etkili olduğu yerlerde CL kumaşı üzerindeki gerilmelere kıyasla daha yüksek gerilmeler elde edilmiştir. Daha az elyaf ve matris ile daha büyük arayüzey alanı kullanıldığında, elyaflara daha yüksek gerilmeler aktarılabilir. Karbon elyaf yüzeyine birim başına düşen arayüzey tabakası miktarı arttıkça karbon elyaftan elde edilen performans da artmaktadır. Bu şekilde arayüzey olan kaplama tabakasının yüzey alanı arttıkça, tabakanın elyaflara veya matrise yapışma mukavemetinin sabit olduğu düşünülürse, arayüzey tabakasının elyaflara aktarabileceği kuvvetler artmaktadır. Şekil 9'daki davranışta, C kumaş takviyeli kompozit için yükleme yönünde daha az elyaf ve daha yüksek elyaf SBR arayüzü ve SBR kaplama-çimento harcı arayüzü olduğu açıktır. Daha yüksek kaplama ara yüzey alanı sayesinde ara yüzey üzerine gelen kuvvetlere karşı daha düşük gerilmelerle karşılaşmakta ve kapasitesine daha geç ulaşmaktadır. Buna bağlı olarak C kumaşında yükleme yönündeki karbon daha yüksek çekme gerilmeleri taşıyabilmektedir. Her iki kumaşta da aynı kaynaktan elde edilen karbon elyaflar kullanıldığından arayüz performansının etkisi açıktır, daha yüksek miktarda arayüz olması yükleme yönünde daha fazla yük taşınmasına yardımcı olmaktadır.

Şekil 10'da C ve CL kumaş ile üretilen M60 kompozitlerinin ilk çatlak, maksimum yük ve şekil değiştirme değerleri gösterilmektedir. Burada çekme testinde elde edilen yük değerleri doğrudan kullanılmıştır. Şekilde, ortalama değerler beş numuneden elde edilen sonuçların dağılımı ile birlikte verilmiştir. Çarpı işaretler her serinin ortalama değerini göstermektedir. Şekil 10'da ilk çatlak yükleri her iki kompozit için de maksimum yüklere kıyasla daha düşük değerler göstermektedir. Matrisin baskın olduğu bölgenin sonunda meydana gelen ilk çatlak değerleri hem C hem de CL kompozitler için birbirine çok yakındır. Aynı şekilde değerlerin dağılımı da benzerdir. Maksimum yükler karşılaştırıldığında CL kumaş ile üretilen kompozitin maksimum yükü C ile üretilen kompozitin maksimum yükünün yaklaşık iki katıdır. Maksimum değerdeki bu artış CL'deki yüksek elyaf miktarının etkisi olarak düşünülebilir. Kırılma anındaki şekil değiştirme değerlerine bakıldığında CL kumaş ile üretilen kompozitin C kumaş ile üretilen kompozite göre daha yüksek şekil değiştirme değerleri gösterdiği anlaşılmaktadır. CL kumaş ile üretilen kompozitin şekil değiştirme değerleri C kumaş ile üretilen kompozitin şekil değiştirme değerlerinin yaklaşık iki katıdır.



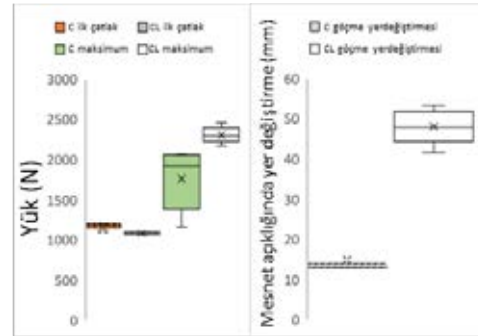
Şekil 10. M60 matis kompozitlerinde çekme deneyinde kritik noktaların değişimi

Şekil 11'de M60 matris ile üretilen kompozitlerin eğilme davranışı incelendiğinde, eğilme noktasına kadar yük ile orta açıklıktaki yer değiştirme arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Bu noktadan sonra ilk çatlak oluşmakta ve eğilme davranışında çoklu çatlak mekanizması dikkat çekmektedir. C ve CL karbon kumaş kompozitlerde, eğilme noktasını takip eden ikinci kısımda çoklu çatlak mekanizması ile şekil değiştirme sertleşmesi davranışı gözlenmektedir. Şekil değiştirme sertleşmesi davranışı sonucunda kompozitler maksimum eğilme kapasitesine ulaşmaktadır. Ancak iki kumaş ile üretilen kompozitlerin eğilme yükleri altındaki davranışları maksimum yük noktasından sonra farklılık göstermektedir. İki yönde karbon elyaf içeren C kumaş ile üretilen kompozitlerde maksimum yüke ulaştıktan sonra yük aniden sıfır noktasına düşmektedir. Bu durum kompozitin enerji absorbe etme kapasitesini sınırlamaktadır. Ancak tek yönde iki kat karbon içeren kumaşların eğilme testi sonuçları incelendiğinde, şekil değiştirme sertleşmesi davranışını takiben şekil değiştirme yumuşaması davranışı ortaya çıkmakta ve numune tamamen başarısız olana kadar yük kademeli olarak azalmaktadır.



Şekil 11. M60 karbon kompozitlerin eğilmede yük-mesnet açıklığı deplasman ilişkileri

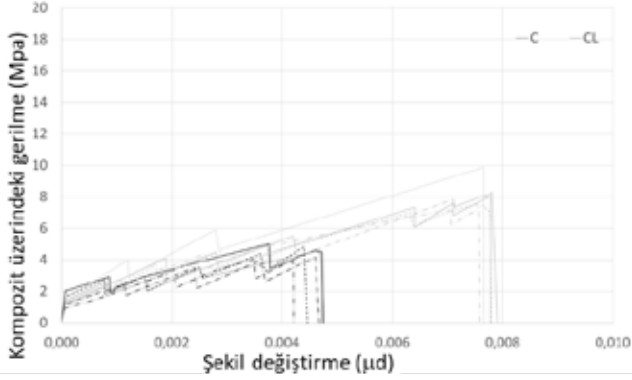
Şekil 12'de M60 harcı ile üretilen kompozitlerin eğilme testleri sonucunda elde edilen grafiklerdeki ilk çatlak, maksimum yükler ve göçme deplasman değerleri gösterilmektedir. Şekil 12'de ayrıca 5 numuneden elde edilen test sonuçlarının dağılımı da gösterilmektedir. C kumaş ile üretilen kompozitin ilk çatlak değerleri CL kumaş ile üretilen kompozitlere göre önemsiz derecede yüksek olmasına rağmen elde edilen yük değerleri aynı seviyede kabul edilebilir. CL kumaşlı kompozitin taşıdığı maksimum yükler C kumaşlı kompozitin taşıdığı yüklerden oldukça yüksektir. Ancak C kumaş ile üretilen kompozitlerin maksimum yük değerlerindeki yüksek dağılım da dikkat çekicidir. Göçme anındaki orta nokta yer değiştirme değerlerine göre CL ile üretilen kompozitin göçme anındaki orta nokta deformasyon miktarları C kompozitin deformasyon miktarlarının üç katına ulaşmaktadır. Eğilme testinde elde edilen bu sonuç, çekme testi sonuçları ile birbirini doğrulamaktadır. CL kumaş ile üretilen kompozitler daha yüksek oranda başarısızlık deformasyonuna neden olmaktadır. Buna göre CL ile üretilen kompozitlerin daha sünek davranış gösterdiği net bir şekilde kabul edilebilir.



Şekil 12. M60 matis kompozitlerinde eğilme deneyinde kritik noktaların değişimi

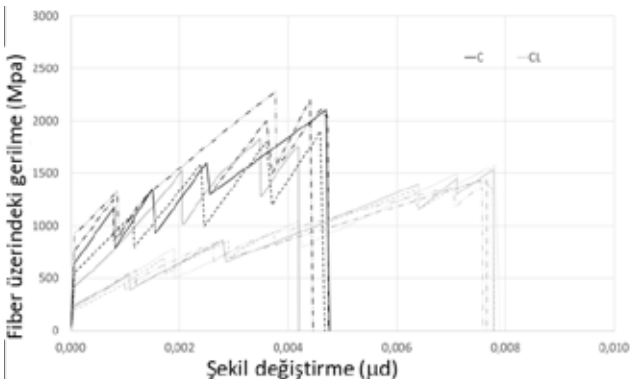
M120 harcı ile üretilen FRCM kompozitlerin çekme testi sonuçları Şekil 13 ve Şekil 14'te sunulmuştur. Grafikler ultra yüksek mukavemetli harç, C ve CL kumaşlar kullanılarak elde edilen FRCM kompozitlerin grafiklerini sunmaktadır. M120 harcı ile üretilen kompozitlerin çekme testi sonuçları kullanılarak iki farklı çekme testi sonucu grafiği elde edilmiştir. Şekil 13'te kompozit üzerindeki gerilmeler ve şekil değiştirmeler arasındaki ilişkiler gösterilmektedir. Her iki kumaş ile üretilen kompozitlerde ilk çatlaklar oluşana kadar kompozit üzerindeki gerilmeler birbirine çok yakındır. Bu kısımda her iki kumaş ile üretilen kompozitlerde gerilme ve şekil değiştirme arasındaki eğim birbirine çok yakındır. Bu kısımda matris baskın olduğu için elyafın çizginin eğimine etkisi görülmemektedir. İlk çatlak oluşuktan sonra gerilme-şekil değiştirme ilişkisi daha düşük bir eğimle doğrusal bir şekilde devam etmektedir. Her iki kumaş ile üretilen kompo-

zitte şekil değiştirme sertleşmesi davranışı maksimum gerilme değerine kadar devam etmektedir. Maksimum yükten sonra ise sıfıra doğru bir düşüş elde edilmektedir. İkinci bölümde ise her iki kompozitte de maksimum noktaya ulaşana kadar çoklu çatlak davranışı gözlemlenmektedir. Çatlaklar grafiklere anlık gerilme düşüşleri olarak yansımaktadır.



Şekil 13. M120 kompozit için kompozit üzerinde gerilme şekil değiştirme ilişkisi

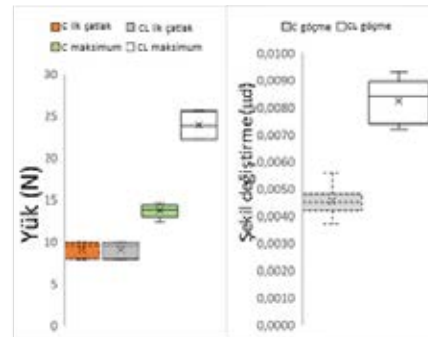
Şekil 14'te elyaf üzerindeki gerilme ile şekil değiştirme arasındaki ilişki verilmiştir. Şekil 14'te verilen grafiğe göre hem M120C hem de M120CL kompozitleri başlangıçta yüksek bir eğimle elde edilmiştir. Grafiğin başlangıç kısmı bittiğinde numuneler üzerinde ilk çatlaklar gözlemlenmiştir. Daha sonra her iki tip numune de göçme meydana gelene kadar oluşan mikro çatlakların sayısı artmış, mikro çatlakların oluşmasını takiben çatlaklar genişlemiş ve deney sonunda oluşan çoklu çatlaklardan birinin büyümesi ve karbon fiberlerin göçmesi ile deney sona ermiştir. İlk kısımdaki eğim her iki kompozit için de birbirine çok yakındır. Bu da kompozitin bu ilk bölgedeki davranışının matris tarafından yönetildiği düşüncesini desteklemektedir. Ancak ilk çatlak oluşuktan sonra her iki kompozitin gerilme eğrilerinin gösterdiği eğimler birbirinden farklılaşmaktadır. Çatlaklar, ikinci aşamada gerilmeye anlık düşüşler olarak grafiklere yansımaktadır.



Şekil 14. M120 kompozit için fiber üzerindeki gerilme şekil değiştirme ilişkisi

Ultra yüksek mukavemetli M120 harcı ile üretilen kompozitlerde, çekme testi sonuçlarındaki kritik noktalar Şekil 15'te gösterilmiştir. C ve CL kompozitlerde ilk çatlak yükleri karşılaştırıldığında ortalama değerler arasında bir fark elde edilemediği açıktır. M120C ve M120 CL kompozitlerinin ilk çatlak yükleri arasındaki fark, test numunelerinden elde edilen sonuçların dağılımından kaynaklanmaktadır. C kompozitinin çekme testinden elde edilen sonuçlar arasındaki dağılım daha az iken CL numunesi ile üretilen kompozit numunelerin dağılımı daha fazladır. Kompozitlerin maksimum yüklerinin karşılaştırılmasına göre CL kumaş ile üretilen kompozitin maksimum yük değeri C kumaş ile üretilen kompozitin maksimum yük değerinden daha yüksektir. Ancak CL kumaş ile üretilen kompozitin maksimum yükü aynı kumaşa sahip M60 matris ile üretilen kompozitlerin iki katına ulaşmamıştır. Eğrinin ikinci kısmında elyaflar daha etkili olmasına rağmen kompozit üzerindeki gerilmenin iki kat mertebesinin altında kalması yine ara yüzeydeki kaplamanın performansına bağlanabilir. CL kumaşı toplamda daha düşük bir kaplama alanına sahiptir.

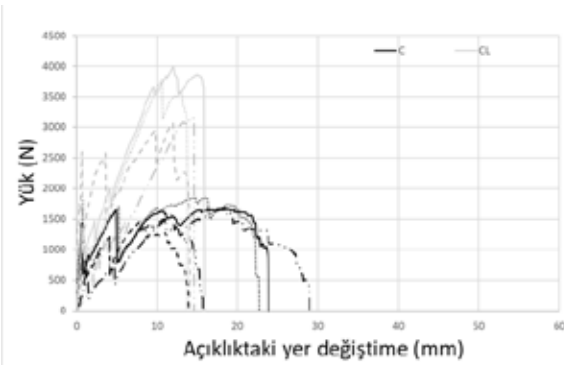
Kaplamanın düşük yüzey alanı, kaplama üzerinde daha yüksek gerilmelere ve kaplamanın başarısız olmasına neden olur. Bu da iki katından fazla elyaf kullanılmasına rağmen çekme performansının iki katına ulaşamamasının sonucudur. C ve CL kumaş ile üretilen kompozitlerin maksimum şekil değiştirme değerleri karşılaştırılırsa, CL kumaş ile üretilen kompozitlerin göçmesi anındaki şekil değiştirme değerlerinin C kumaş ile üretilen kompozitten daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Bu yüksek deformasyon kapasitesi CL kumaş ile üretilen kompozitin yüksek yük taşıma kapasitesi ile ilişkilidir.



Şekil 15. M120 matis kompozitlerinde çekme deneyinde kritik noktaların değişimi

Şekil 16 eğilme testindeki yük-orta açıklık yer değiştirmelerini göstermektedir. CL takviyesi ile üretilen kompozit numuneler, C takviyesi ile üretilen kompozit numunelere göre

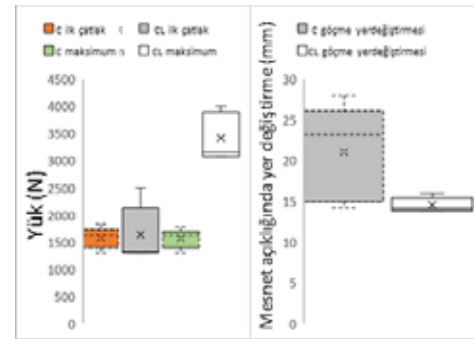
yaklaşık 2 kat daha yüksek eğilme performansına sahiptir. Eğilme etkisi altında yük taşıma kapasitesi elyaf miktarından daha fazla artmıştır. Elyaf oranındaki artış sırasına göre meydana gelen bu performans artışının nedeni, yüksek performanslı harç ile elyaf-matris ara yüzündeki SBR kaplamanın yüksek yapışma performansına bağlanabilir. Bu sayede karbon elyaflar çekme yüklerine karşı amaçlandığı gibi kullanılabilir. M60 matrisinin aksine, kompozitlerin eğilme yükleri altında gösterdiği yer değiştirme miktarları önemli ölçüde farklılık göstermemektedir. C kumaşı ile üretilen kompozitler, şekil değiştirme sertleşmesi sonrasında ulaşılan maksimum yükü takiben ani bir yük düşüşü göstermektedir. CL kumaşı ile üretilen kompozitlerde, M60 harcı ile üretilen kompozit performansına benzer şekilde ve maksimum yük sonrası şekil değiştirme sertleşmesi davranışını takiben şekil değiştirme yumuşaması davranışı elde edilmektedir. Ancak yüksek mukavemetli matris ile üretilen kompozitlerde fark, CL kumaş kullanıldığında şekil değiştirme yumuşaması kısmının M60 matris ile üretilen kompozite göre daha kısa olması, yani bu kısımdaki deformasyonun daha düşük olmasıdır. Daha düşük deformasyon, yüksek performanslı harç matrisi ile karbon yüzey kaplaması SBR arasındaki yüksek yapışma performansına bağlanabilir.



Şekil 16. M120 karbon kompozitlerin eğilmede yük-mesnet açıklığı deplasman ilişkileri

Şekil 17'de ultra yüksek mukavemetli M120 matrisi ve her iki tip karbon kumaş kullanılarak elde edilen kompozitlerin eğilme testlerinden elde edilen kritik noktalar gösterilmektedir. İlk çatlak yüklerine göre C ve CL kumaş ile üretilen kompozitlerin ilk çatlak ortalama yüklerinin birbirine çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Ancak M120CL kompozitinin test edilen beş numunesinin dağılımı, M120C kompozitinin numunelerinin eğilme testi sonuçlarının dağılımından daha yüksektir. Eğilme testinde C kumaşı ile üretilen kompozitin maksimum yükünün ilk çatlak yükü ile aynı sırada olduğu açıkça elde edilmektedir. CL kumaş ile üretilen kompozitin maksimum yükü,

C ile üretilen kompozitin maksimum yükünün iki katından daha fazladır. M120C kompozitler test sonuçlarında büyük bir dağılım sergilemektedir. C kumaşı ile üretilen kompozitlerin ortalama başarısızlık deformasyon değeri, M120CL kompozitinin başarısızlık anındaki ortalama deformasyon değerinden daha yüksektir. Bu davranış, yüksek kayma oranlarına ve daha yüksek arayüzey miktarının neden olduğu yüksek deformasyona bağlanabilir.



Şekil 17. M120 matis kompozitlerinde eğilme deneyinde kritik noktaların değişimi

5. GENEL SONUÇLAR

Deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlara göre, kullanılan malzemelerin sınırları dahilinde aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir;

- Kompozit üzerinde yapılan deneylerde yükleme yönündeki elyaf miktarına bakılmaksızın grafiklerin ilk çatlağın oluşmasına kadar olan kısımları matris özelliklerine bağlıdır ve matris tarafından yönetilmektedir. İlk çatlak oluşuktan sonra çekme ve eğilme testlerinde tüm numunelerde çoklu çatlama mekanizması devreye girmiş ve şekil değiştirme sertleşmesi davranışı gözlenmiştir. Çekme testlerinde, numunelerin tamamında maksimum yüke ulaşıldıktan sonra yük aniden sifıra düşmüş ve ardından başarısızlık meydana gelmiştir. Eğilme testlerinde ise M60 kompozitlerde CL kumaş ile üretilenler şekil değiştirme yumuşaması davranışı gösterirken, M120 harcı ile üretilen kompozitler C kumaş ile kullanıldığında benzer şekil değiştirme yumuşaması davranışı göstermiştir. Şekil değiştirme yumuşaması davranışı eğilme testlerinde numunenin sünekliği üzerinde etkilidir. Karbon elyafların faydalı yönde kullanılması durumunda, maksimum yüke ulaşıldıktan sonraki aşamada absorbe edilen mekanik enerji daha yüksek olmuştur.

- Eğilme ve çekme testleri için farklı kumaşlar kullanıldığında ilk çatlak yükleri önemli bir farklılık göstermez. CL kumaş

kullanıldığında maksimum yükler artmaktadır. Yük yönünde elyaf alanının artmasıyla, bu yönde taşınan yük sırası artar. Ancak bu artış yük yönünde kullanılan elyaf alanı ile orantılı olmak zorunda değildir. Matris özelliklerinin 60 MPa mertebesinde üzerinde iyileştirilmesinin kompozit mekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkisi yoktur.

- Yüksek mukavemetli çimento esaslı harç ve karbon fiber kompozitlerin performansında, kaplamaların karbon fiber veya çimento esaslı matris ile arayüzü performansı etkiler. Kompozitin en iyi performansı göstermesi için elyaflar, elyaf matris arayüzü, kaplama malzemesi ve matris özellikleri optimize edilmelidir. Optimizasyon, kaplamanın elyaflar üzerindeki soyulma mukavemetlerini modelleyerek yapılabilir. Ara yüzeydeki kusurların ve homojenliği bozan unsurların kompozit performansını önemli ölçüde etkilediği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Portal N. W., Flansbjer M., Zandi K., Wlasak L., Malaga K., Bending behaviour of novel textile reinforced concrete-foamed concrete (TRC-FC) sandwich elements, *Composite Structure (Compos. Struct.)* 177 104-118, 2017
2. Dey V., Zani G., Colombo M., Di Prisco M., Mobasher B., Flexural impact response of textile-reinforced aerated concrete sandwich panels, *Materials and Design (Mater. Des.)* 86, 187-197, 2015.
3. ACI 549.4-R20: Guide to Design and Construction of Externally Bonded Fabric-Reinforced Cementitious Matrix and Steel-Reinforced Grout Systems for Repair and Strengthening of Concrete Structures, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA, 2020.
4. Colombo I.G., Colombo M., Di Prisco M., Bending behaviour of textile reinforced concrete sandwich beams, *Construction and Building Materials (Constr. Build. Mater.)* 95, 675-685, 2015.
5. Ersoy, H. Y., Kompozit Mazleme, Literatür Yayınları: 66, İstanbul, Türkiye, 2001.
6. Gibson, F., Ronald, "Principles of Composite Material Mechanics", McGraw Hills Inc., New York, USA, 1994.
7. Peled A., Bentur A., Fabric structure and its reinforcing efficiency in textile reinforced cement composites, *Composites, Part A Applied Science and Manufacturing (Composites: Part A)*, 34 (2), 107-118, 2003.
8. Çelik R., Farklı türde kumaş donatılı çimento esaslı kompozitlerin eğilme performanslarının karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
9. Kurt G., Lif içeriği ve su/çimento oranının fibrobetonun mekanik davranışına etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
10. Betterman L.R., Quyang C., and Shah S.P., Fiber-matrix interaction in microfiber-reinforced mortar, *Advanced Cement Based Materials (Adv. Cem. Bas. Mater)*, 2, 53-61, 1995.
11. Özyurt N., Ultra yüksek dayanımlı çimento esaslı kompozitlerin mekanik davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000.
12. Tetta Z.C., Triantafillou T.C., Bournas D.A., On the design of shear-strengthened RC members through the use of textile reinforced mortar overlays, *Composites Part B: Engineering, (Composites, Part B)*, 147, 178-196, 2018.
13. Trapko T., Confined concrete elements with PBO-FRCM composites, *Construction and Building Materials (Constr. Build. Mater.)* 73, 332-338, 2014.
14. D'Ambrisi A., Feo L., Focacci F., Experimental analysis on bond between PBO-FRCM strengthening materials and concrete, *Composites Part B: Engineering (Composites, Part B)*, 44, (1), 524-532, 201.
15. Lignolaa G.P., Caggegi C., Ceroni F., De Santis S., Krajewski P., Lourenço P.B., Morganti M., Papanicolaou C., Pellegrino C., Prota A., Zuccarino L., Performance assessment of basalt FRCM for retrofit applications on masonry, *Composites Part B: Engineering (Composites, Part B)*, 128 (1), 1-18, 2017.
16. Donnini J., Corinaldesi V., Mechanical characterization of different FRCM systems for structural reinforcement, *Construction and Building Materials, (Constr. Build. Mater)*, 145 (1), 565-575, 2017.
17. Younis A., Ebead U., A Study on The Bond Behavior of Different FRCM Systems, *International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting*, Cape Town, South Africa, 2018
18. Donnini J., Corinaldesi V., Nanni A., Mechanical properties of FRCM using carbon fabrics with different coating treatments, *Composites Part B Engineering (Composites, Part B)* 88, 220-228, 2016.
19. ACI 239-R18, Ultra-High-Performance Concrete: An Emerging Technology Report, American Concrete Institute, Country Club Drive Farmington Hills, MI 48331, 2018.
20. Frybort S., Mauritz R., Teischinger A., Müller U., Cement bonded composites - a mechanical review, *Bio Resources*, 3 (2) 602-626, 2008.
21. Ajayi B., The Dimensional Stability and Strength Properties of Inorganic Bonded Particleboards Made From Eupatorium

- Odorata Particle, 62nd Forest Products Society Conference, St Louis, Missouri, USA, 27-35, 2008.
22. Wolfe R., Gjinolli A., Cement-bonded Wood Composites as an Engineering Material, in The Use of Recycled Wood and Paper in Building Applications, USDA Forest Service and Forest Products Society Proceedings No. 7286, 84-91, 1997.
 23. Hegger J., Voss S., Investigations on the bearing behaviour and application potential of textile reinforced concrete, Engineering Structures (Eng. Struct.), 30, 2050-2056, 2008.
 24. Peled A., Cohen Z., Pasder Y., Roye A., Gries T., Influences of textile characteristics on the tensile properties of warp knitted cement based composites, Cement and Concrete Composites (Cem. Concr. Compos), 30, 174-183, 2008.
 25. Peled A., Bentur A., Yankelevsky D., Effects of woven fabric geometry on the bonding performance of cementitious composites, Advanced Cement Based Materials (Advn. Cem. Bas. Mat.), 7, 20-27, 1998.
 26. Peled A., Sueki S., Mobasher B., Bonding in fabric -cement systems: effects of fabrication methods, Cement and Concrete Research (Cem. Concr. Res.), 36 (9), 1661-1671, 2006.
 27. Bentur, A.; Mindess, S. Fibre Reinforced Cementitious Composites; Elsevier Applied Science: London, England, 1990;
 28. Balaguru, P.N.; Shah, S.P. Fiber-Reinforced Cement Composites; McGraw-Hill: New York, USA 1992; ISBN 978-0-07-056400-8.
 29. Wang, Y. Utilization of Recycled Carpet Waste Fibers for Reinforcement of Concrete Soil. Polym Plast Technol Eng 1999, 38, 533-546, doi:10.1080/03602559909351598.
 30. Horikoshi, T.; Ogawa, A.; Saito, T.; Hoshiro, H. Properties of Polyvinylalcohol Fiber as Reinforcing Materials for Cementitious Composites, International RILEM Workshop on High Performance Fiber Reinforced Cementitious, RILEM Publications SARL, 2006; pp. 145-153.
 31. Mobasher, B.; Peled, A.; Pahilajani, J. Distributed Cracking and Stiffness Degradation in Fabric-Cement Composites. Mater Struct 2007, 39, 317-331, doi:10.1007/s11527-005-9005-8.
 32. Peled, A. Pre-Tensioning of Fabrics in Cement-Based Composites. Cem Concr Res 2007, 37, 805-813, doi:10.1016/j.cemconres.2007.02.010.
 33. Peled, A.; Sueki, S.; Mobasher, B. Bonding in Fabric-Cement Systems: Effects of Fabrication Methods. Cem Concr Res 2006, 36, 1661-1671, doi:10.1016/j.cemconres.2006.05.009.
 34. Hegger, J.; Voss, S. Investigations on the Bearing Behaviour and Application Potential of Textile Reinforced Concrete. Eng Struct 2008, 30, 2050-2056, doi:10.1016/j.engstruct.2008.01.006.
 35. Cevallos, O.A.; Olivito, R.S. Effects of Fabric Parameters on the Tensile Behaviour of Sustainable Cementitious Composites. Compos Part B-Eng 2015, 69, 256-266, doi:10.1016/j.compositesb.2014.10.004.
 36. Younis, A.; Ebead, U. A Study on the Bond Behavior of Different FRCM systems. MATEC Web Conf. 2018, 199, 09003, doi:10.1051/mateconf/201819909003.
 37. Scheffler, C.; Gao, S.L.; Plonka, R.; Mäder, E.; Hempel, S.; Butler, M.; Mechtcherine, V. Interphase Modification of Alkali-Resistant Glass Fibres and Carbon Fibres for Textile Reinforced Concrete I: Fibre Properties and Durability. Compos Sci Technol 2009, 69, 531-538, doi:10.1016/j.compscitech.2008.11.027.
 38. Pakravan, H.R.; Jamshidi, M.; Latifi, M. Performance of Fibers Embedded in a Cementitious Matrix. J Appl Polym Sci 2009, NA-NA, doi:10.1002/app.31524.
 39. Tuncel E.Y.; Polat Pekmezci, I.; Pekmezci B.Y. Behavior of Textile Reinforced Lime Composites Under Flexural Loads. 9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions (SAHC2014) Mexico City, Mexico, 14-17 Oct 2014.
 40. Tuncel E.Y.; Polat Pekmezci I.; Pekmezci, B.Y.; Karagüzel Kayaoğlu B. Properties of Lime Based Textile Reinforced Composites. 5th International Istanbul Textile Congress, Istanbul, Turkey, 11-12 Sept 2015.
 41. Peled, A.; Bentur, A. Geometrical Characteristics and Efficiency of Textile Fabrics for Reinforcing Cement Composites. Cem Concr Res 2000, 30, 781-790, doi:10.1016/S0008-8846(00)00239-8.
 42. Raoof, S.M.; Koutas, L.N.; Bournas, D.A. Textile-Reinforced Mortar (TRM) versus Fibre-Reinforced Polymers (FRP) in Flexural Strengthening of RC Beams. Constr Build Mater 2017, 151, 279-291, doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.05.023.
 43. Silva, F. de A.; Butler, M.; Hempel, S.; Toledo Filho, R.D.; Mechtcherine, V. Effects of Elevated Temperatures on the Interface Properties of Carbon Textile-Reinforced Concrete. Cem Concr Compos 2014, 48, 26-34, doi:10.1016/j.cemconcomp.2014.01.007.
 44. Hegger, J.; Molter M.; Schneider, H.N.; Schatzke, C. Fassaden aus Textilbewehrtem Beton. Betonwerk Fertigteil Tech 2001, 67, 68-72.
 45. Hegger, J.; Will N.; Voss, S.; Schneider H.N. Extrem Dünne Fassadenelemente aus Textilbewehrtem Beton. Betonwerk Fertigteil Tech 2005, 71, 56-57.
 46. Azam, R.; Soudki, K. FRCM Strengthening of Shear-Critical

- RC Beams. *J. Compos. Constr.* 2014, 18, 04014012, doi:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000464.
47. R Hempel; U Helbig; M Lieboldt; T Engler Innovative Composite Pipes of Plastic and Textile Reinforced Concrete. *Betonwerk Fertigteil Tech* 2006, 72, 86.
48. Novotná, M.; Kostelecká, M.; Hodková, J.; Vokáč, M. Use of Textile Reinforced Concrete - Especially for Facade Panels. *AMR* 2014, 923, 142-145, doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.923.142.
49. Williams Portal, N.; Flansbjer, M.; Zandi, K.; Wlasak, L.; Malaga, K. Bending Behaviour of Novel Textile Reinforced Concrete-Foamed Concrete (TRC-FC) Sandwich Elements. *Compos Struct* 2017, 177, 104-118, doi:10.1016/j.compstruct.2017.06.051.
50. Shams, A.; Hegger, J.; Horstmann, M. An Analytical Model for Sandwich Panels Made of Textile-Reinforced Concrete. *Constr Build Mater* 2014, 64, 451-459, doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.025.
51. Colombo, I.G.; Colombo, M.; di Prisco, M. Bending Behaviour of Textile Reinforced Concrete Sandwich Beams. *Constr Build Mater* 2015, 95, 675-685, doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.07.169.
52. Koutas, L.N.; Bournas, D.A. Flexural Strengthening of Two-Way RC Slabs with Textile-Reinforced Mortar: Experimental Investigation and Design Equations. *J Compos Constr* 2017, 21, 04016065, doi:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000713.
53. Koutas, L.N.; Bournas, D.A. Out-of-Plane Strengthening of Masonry-Infilled RC Frames with Textile-Reinforced Mortar Jackets. *J Compos Constr* 2019, 23, 04018079, doi:10.1061/(ASCE)CC.1943-5614.0000911
54. Shabdin, M.; Zargaran, M.; Attari, N.K.A. Experimental Diagonal Tension (Shear) Test of Un-Reinforced Masonry (URM) Walls Strengthened with Textile Reinforced Mortar (TRM). *Constr Build Mater* 2018, 164, 704-715, doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.12.234.
55. Kariou, F.A.; Triantafyllou, S.P.; Bournas, D.A.; Koutas, L.N. Out-of-plane Response of Masonry Walls Strengthened Using Textile-Mortar System. *Constr Build Mater* 2018, 165, 769-781, doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.01.026.
56. Babaeidarabad, S.; Arboleda, D.; Loreto, G.; Nanni, A. Shear Strengthening of Un-Reinforced Concrete Masonry Walls with Fabric-Reinforced-Cementitious-Matrix. *Constr Build Mater* 2014, 65, 243-253, doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.04.116.
57. Donnini, J.; Spagnuolo, S.; Corinaldesi, V. A Comparison Between the Use of FRP, FRCM and HPM for Concrete Confinement. *Compos Part B-Eng* 2019, 160, 586-594, doi:10.1016/j.compositesb.2018.12.111.
58. Voit, K.; Kirnbauer, J. Tensile Characteristics and Fracture Energy of Fiber Reinforced and Non-Reinforced Ultra High Performance Concrete (UHPC). *Int J Fract* 2014, 188, 147-157, doi:10.1007/s10704-014-9951-7.
59. Alkaysi, M.; El-Tawil, S. Factors Affecting Bond Development Between Ultra High Performance Concrete (UHPC) and Steel Bar Reinforcement. *Constr Build Mater* 2017, 144, 412-422, doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.03.091.
60. Azizinamini, A.; Stark, M.; Roller, J.J.; Ghosh, S.K. Bond Performance of Reinforcing Bars Embedded in High-Strength Concrete. *ACI Struct J* 1993, 90, doi:10.14359/3951.
61. Shih-Ho Chao; Antoine E. Naaman; Gustavo J. Parra-Montesinos Bond Behavior of Reinforcing Bars in Tensile Strain-Hardening Fiber-Reinforced Cement Composites. *ACI Struct J* 2009, 106, 897.
62. Preinstorfer, P.; Kromoser, B.; Kollegger, J. Flexural Behaviour of Filigree Slab Elements Made of Carbon Reinforced UHPC. *Constr Build Mater* 2019, 199, 416-423, doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.12.027.
63. Arora, A.; Aguayo, M.; Hansen, H.; Castro, C.; Federspiel, E.; Mobasher, B.; Neithalath, N. Microstructural Packing- and Rheology-Based Binder Selection and Characterization for Ultra-High Performance Concrete (UHPC). *Cem Concr Res* 2018, 103, 179-190, doi:10.1016/j.cemconres.2017.10.013.
64. Arora, A.; Almujaiddi, A.; Kianmofrad, F.; Mobasher, B.; Neithalath, N. Material Design of Economical Ultra-High Performance Concrete (UHPC) and Evaluation of Their Properties. *Cem Concr Res* 2019, 104, 103346, doi:10.1016/j.cemconcomp.2019.103346.
65. Ford, E.; Arora, A.; Mobasher, B.; Hoover, C.G.; Neithalath, N. Elucidating the Nano-Mechanical Behavior of Multi-Component Binders for Ultra-High Performance Concrete. *Constr Build Mater* 2020, 243, 118214, doi:10.1016/j.conbuildmat.2020.118214.
66. 232-TDT: Test Methods and Design of Textile Reinforced Concrete; RILEM Technical Committee, 2014.
67. AC434: Acceptance Criteria for Masonry and Concrete Strengthening Using Fiber-Reinforced Cementitious Matrix (FRCM) Composite Systems; ICC-Evaluation Service: Whittier, CA, USA, 2013.
68. De Santis, S.; de Felice, G. Tensile Behaviour of Mortar-Based Composites for Externally Bonded Reinforcement Systems. *Compos Part B-Eng* 2015, 68, 401-413, doi:10.1016/j.compositesb.2014.09.011.



Özel sektör, gayrimenkul yatırımlarını kısıtıyor

Hazır beton sektörü daralıyor

İNŞAAT sektöründeki durgunluk, hazır beton sektörünü olumsuz etkiledi. Hazır beton endeksi, haziran ayında 99.3 seviyesindeyken temmuz ayında 99.2 seviyesine gerileyerek yavaşladı. Endeksin 100'ün altında değer alması sektördeki görünümün olumsuz olduğunu gösteriyor. Türkiye Hazır Beton Birliği Yönetim Kurulu Başkanı Yavuz Işık, "Temmuzda tüm endeksler yıllık bazda gerilerken hazır beton sektöründe daralma baskısı sürdü" dedi. Işık, özel sektörün gayrimenkul yatırımlarını kısıtığını belirtti. (SÖZCÜ)



Yavuz Işık

Yüksek faiz inşaat yatırımlarını frenliyor

TÜRKİYE Hazır Beton Birliği'nin (THBB) temmuz raporu, inşaat sektöründe daralma baskısının sürdüğünü ortaya koydu. Temmuzda Faaliyet Endeksi 99.53'e, Hazır Beton Endeksi 99.2'ye, Beklenti Endeksi 99.1'e gerilerken, Güven Endeksi 98.9'a yükselse de 100 eşik değerinin altında kaldı. Yıllık bazda tüm endeksler gerilerken, en sert düşüş yüzde 1.5 ile Faaliyet Endeksi'nde görüldü. THBB Başkanı Yavuz Işık, yüksek borçlanma maliyetleri ve krediye erişimdeki zorlukların özellikle özel sektörün konut ve ticari gayrimenkul yatırımlarını kısıtladığını belirtti. Işık, kentsel dönüşüm, deprem bölgesindeki konut ve altyapı çalışmaları ile kamu projelerinin sektörü desteklediğini, toparlanmanın ise dezenflasyon süreci, olası faiz indirimleri ve ertelenmiş talebin canlanmasına bağlı olduğunu ifade etti.

Hazır betonda daralma baskısı devam ediyor

Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB), inşaatla bağlantılı imalat ve hizmet sektörlerindeki mevcut durum ve beklentileri gösteren "Hazır Beton Endeksi" 2026 Temmuz raporunu açıkladı. Veriler, temmuzda sektörde sınırlı bir zayıflamaya işaret etti. Yıllık değişimler incelendiğinde ise tüm endekslerin negatif bölgede yer aldığı ve sektör genelinde bir daralma eğiliminin hakim olduğu görüldü. Buna karşılık güven endeksinde bir miktar iyileşme yaşandı. Söz konusu güven endeksi, haziran ayında 98,5 seviyesindeyken temmuzda 98,9 seviyesine yükseldi. Endekste yaşanan 0,4 puanlık artış, sektöre ilişkin güven algısında az da olsa bir iyileşmeye işaret etti. Bununla birlikte, endeksin 100,00 eşik değerinin altında kalmaya devam etmesi, sektörde güvenin henüz güçlü ve kalıcı bir toparlanma göster-



mediğini ortaya koydu. Firmaların ekonomik görünüm ve inşaat sektörüne ilişkin değerlendirmelerinde temkinli yaklaşımın sürdüğü görüldü. Rapor sonuçlarını değerlendiren Türkiye Hazır Beton Birliği (THBB) Başkanı Yavuz Işık, temmuz ayında tüm endeksler yıllık bazda gerilerken, hazır beton sektöründe daralma baskısının sürdüğünü belirterek, "En belirgin düşüş yüzde 1,5 ile faaliyet endeksinde yaşandı. Bu durum sahadaki fi-

li iş hacminde geçen yılın aynı dönemine kıyasla yavaşlama olduğuna işaret etmektedir" dedi.

Finansman maliyetleri faaliyetleri kısıtlıyor

Türk inşaat sektörünün, dezenflasyon sürecinin ve gerileyen yıllık enflasyonun oluşturduğu olumlu beklentilere karşın, yüksek borçlanma maliyetleri ve sıkı parasal koşullarla bir dengeleme süreci yaşadığını söyleyen Işık, şu değerlendirmelerde bulundu: "Krediye erişimde devam eden zorluk ve yüksek finansman maliyetleri, özellikle özel sektörün konut ve ticari gayrimenkul yatırımlarını kısıtlamayı sürdürmektedir. Buna karşılık, kentsel dönüşüm projeleri, deprem bölgesindeki altyapı ile konut yapım faaliyetleri ve kamu odaklı projeler sektörün temel taşıyıcı unsurları olmaya devam ediyor."



KGS 30. yıl

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ

"Bizim Standartlarımız

Sizin Güvenliğiniz. . . "

www.kgsii.com.tr

POLYTEC

Çimento ve Beton Kimyasalları

GÜÇLÜ YAPILAR İÇİN GÜVENİLİR ÇÖZÜMLER

Yapı kimyasında **güvenilir**
hammaddeler ve **sürdürülebilir**
çözümler.



TEKNİK UZMANLIK

Deneyim ve Ar-Ge gücümüzle
uygulamalarınıza değer katarız.



GÜVENİLİR TEDARİK

İstikrarlı kalite ve
kesintisiz tedarik anlayışı.



SÜRDÜRÜLEBİLİR YAKLAŞIM

Çevreye duyarlı ürünler ve
sorumlu üretim anlayışı.



YÜKSEK PERFORMANS

İleri teknoloji çözümlerle
üstün yapı performansı.



+90 (551) 860 33 01



polyteckimya.com



Akkoyunlu Mah. No:9 A
Tire/İzmir



Daha Düşük Karbon, Daha Yüksek Performans

EnviroMx

Betonun karbon ayak izini azaltmak ve kontrol altında tutmak için geliştirilen kapsamlı ürün ve hizmet çözümleri.

