

T Ü R K İ Y E
MÜHENDİSLİK
H A B E R L E R İ

YIL : 60 / 2015 - 4

SAYI : 487



Yapı Malzemeleri



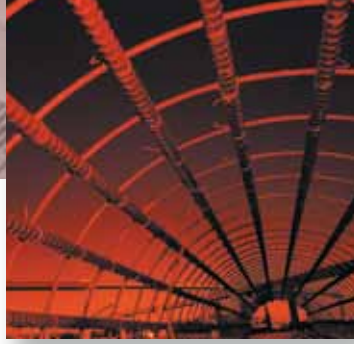
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

Unutmayacağız!
10 Ekim 2015



ideCAD Çelik 8

Çelik, betonarme ve karma yapıların aynı program içinde birlikte modellenebildiği, genel amaçlı analiz, tasarım ve çizim programı olan ideCAD® Çelik ile katları olan veya olmayan, katlarda rijit diyaframlı, kısmen rijit diyaframlı veya tamamen rijit diyaframsız yapıların hesabı yapılabilir. Çok katlı yapılar, endüstriyel yapılar ve bina türü olmayan gelişigüzel yapılar, deprem yönetmeliğinde belirtilen koşullara uyarak modellenebilir. Çubuklar ile birlikte, aynı sistem içine entegre edilmiş kabuk elemanlar kullanılabilir. Entegrasyon sayesinde döşemeler, perdeler, temeller ve çubuk elemanlar aynı sistem içerisinde analiz edilerek tasarımları yapılabilir.



ideCAD Betonarme 8

Betonarme yapı sistemleri için genel amaçlı analiz, tasarım ve çizim programı olan ideCAD® Betonarme ile katları olan veya olmayan, katlarda rijit diyaframlı, kısmen rijit diyaframlı veya tamamen rijit diyaframsız yapıların hesabı yapılabilir. Çok katlı betonarme yapılar, endüstriyel betonarme yapılar, tünel kalıp sistemler, nervürlü ve kaset sistemler ile A2 ve A3 düzensizliği olan yapılar, deprem yönetmeliğinde belirtilen koşullara uyularak modellenebilir.



ideCAD Mimari 8

Her boyutta proje tasarımına yönelik olarak geliştirilen ideCAD® Mimari, hem mimari çizimlere hem de render ve animasyonlara olanak veren yapısı ile tüm mimari gereksinimleri karşılayacak güçlü bir yazılım. ideCAD® Mimari, üstün iki boyutlu çizim özellikleri ile mimari detay paftalarının kolaylıkla hazırlanmasına da olanak veriyor. İnşaat mühendisleriyle de ortak çalışma platformu sağlayan ürün, bilgi iletişimi ve paylaşımı sayesinde tasarım sürecini kısaltıyor ve verimliliği artırıyor.

Yapınızda oturmalar mı var? Çatlaklar mı ortaya çıktı?



URETEK DEEP INJECTIONS

Yapı temelinin oturmasını
önlemek ve oturmaları
geri almak için
ileri bir teknoloji

Yukarı hareket

Güçlendirme

Sıkıştırma

- Benzersiz URETEK teknolojisi ile enjekte edilen URETEK malzemesi zemindeki boşluklara dolar; genişleyerek zemini sıkıştırır, güçlendirir ve yapıyı kaldırıbilir
- Her türlü zemin ve temel tipinde kullanılabilir.
- Birkaç gün gibi kısa bir sürede uygulanır.
- Lazerle kontrol edilen, güvenilir ve hassas bir teknolojidir.
- Yapıya zarar vermeden, mevcut aktiviteyi engellemeden uygulanır.
- Malzeme 10 yıl garantilidir.
- Uluslararası güvencede ücretsiz ekspertiz.

Injection Lifting Worldwide.

URETEK Çağrı Merkezi

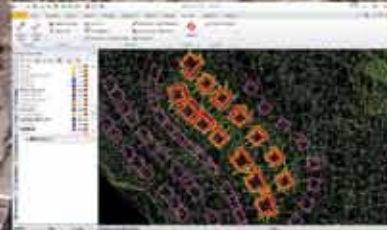
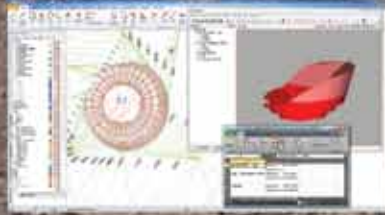
444 0 793



www.uretek.com.tr
info@uretek.com.tr

Her türlü yapım işinde kazı/dolgu tasarımı için ExcaNET var!

- Hazır şev kütüphanesi,
- Akıllı kesit oluşturucu ve otomatik kesit çizimleri,
- Mevzuatlarla uyumlu otomatik kazı planları oluşturma,
- Çoklu taban kotlarına göre çok sayıda yapı için tek seferde proje çözümü,
- Tam otomatik kazı/dolgu modeli oluşturma,
- Alternatif hacim hesaplamaları ve raporlamalar



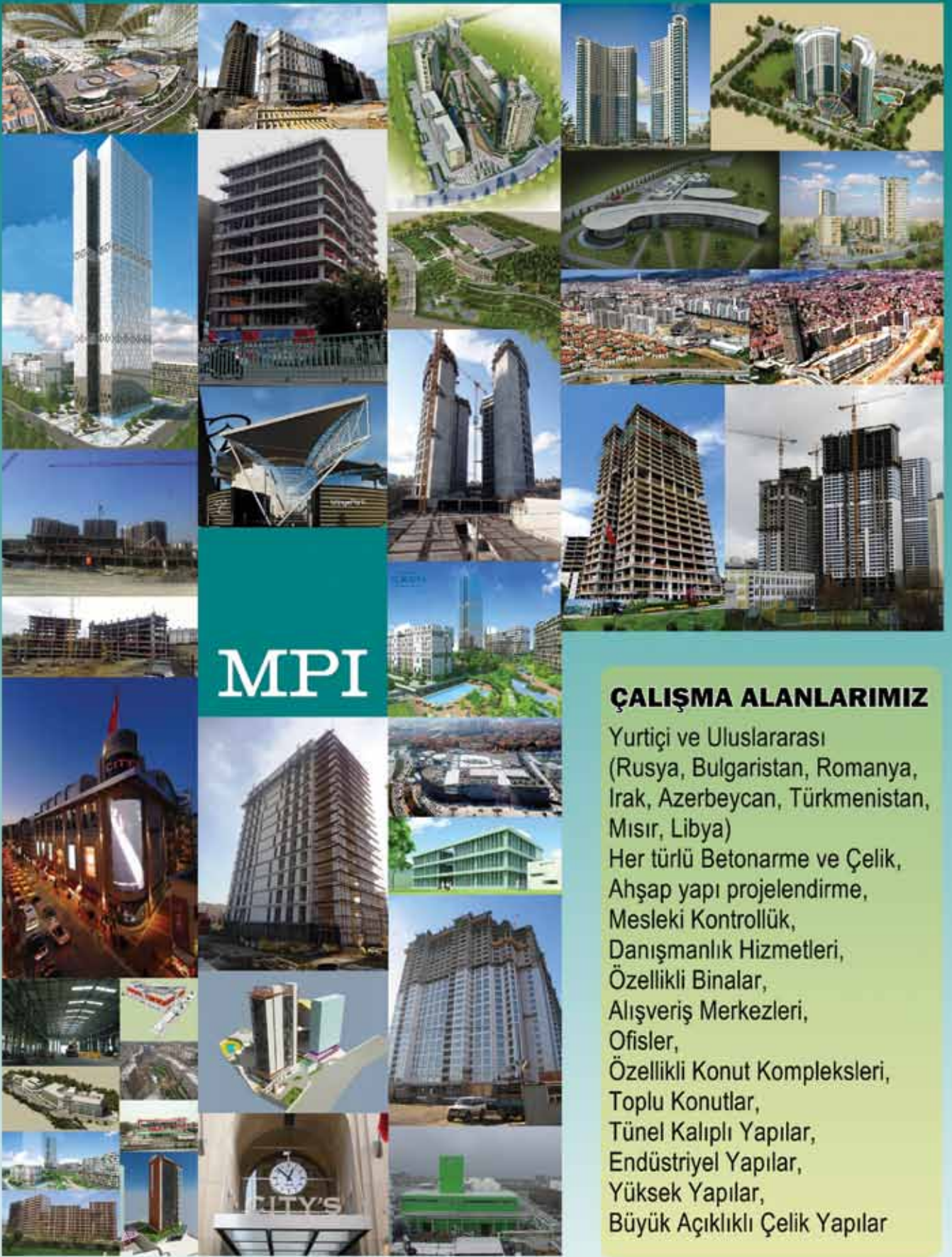
www.netcad.com.tr
portal.netcad.com.tr

Ankara Merkez

Cyber Plaza B Blok No: 409 Cyberpark
06800 Bilkent / ANKARA
T: (0.312) 265 05 10 pbx
F: (0.312) 265 05 20

Marmara Bölge Müdürlüğü

Aydınevler Mah. Sanayi Cad.
Demirtaş Plaza No: 13 Kat: 4 D: 9
34854 Maltepe / İSTANBUL
T: (0.216) 417 62 10 pbx
F: (0.216) 417 62 11



MPI

ÇALIŞMA ALANLARIMIZ

Yurtiçi ve Uluslararası
(Rusya, Bulgaristan, Romanya,
Irak, Azerbeycan, Türkmenistan,
Mısır, Libya)
Her türlü Betonarme ve Çelik,
Ahşap yapı projelendirme,
Mesleki Kontrollük,
Danışmanlık Hizmetleri,
Özellikli Binalar,
Alışveriş Merkezleri,
Ofisler,
Özellikli Konut Kompleksleri,
Toplu Konutlar,
Tünel Kalıplı Yapılar,
Endüstriyel Yapılar,
Yüksek Yapılar,
Büyük Açıklıklı Çelik Yapılar

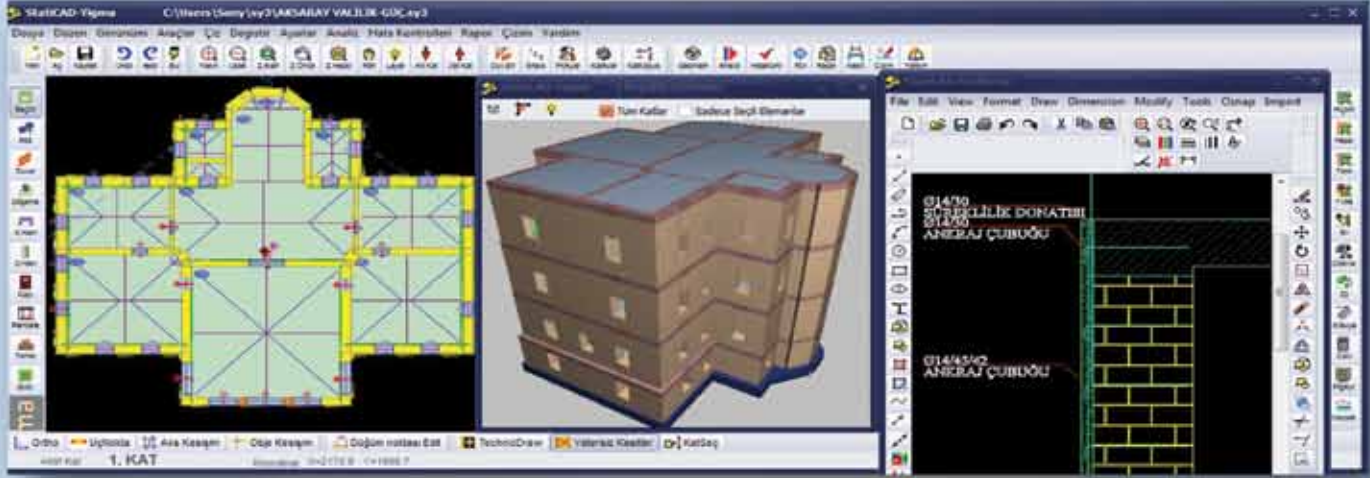
MPI

MPI Mühendislik Proje İnşaat Taahhüt San. ve Tic. Ltd. Şti
Çilekli Cad. Sedir Sk. No:8 3.Levent / 34330 Beşiktaş - İSTANBUL
Tel : (+90 212) 282 72 07(pbx) Faks: (+90 212) 283 59 29
E-posta : mpi@mpi.com.tr web adresi : www.mpi.com.tr

StatiCAD-YigmaV3

Yığma Yapıların Analiz ve Dizaynı

WEB: www.staticad-yigma.com



Kullanım Alanları

- ◆ Kentsel Dönüşüm Mevcut Bina İncelemesi
- ◆ Mevcut Yığma Bina Güçlendirmesi
- ◆ Yeni Yapılacak Yığma Bina
- ◆ Tarihi Yığma Binalar

StatiCAD -Yigma, yığma binaların deprem yönetmeliği esasları uyarınca statik analizinin ve proje çizimlerinin yapılması işlevini gören bilgisayar programıdır.

**KENTSEL DÖNÜŞÜMDE,
GÜÇLENDİRMEDE VE YENİ TASARIMDA
EN BÜYÜK YARDIMCINIZ**

500 Dönüşüm Kaydı



- ◆ Hızlı ve Kolay Veri Girişi
- ◆ Tam ve Detaylı Yapı Analizi
- ◆ Eksiksiz Hesap Raporları
- ◆ Tek tıklamayla tüm proje paftaları ve daha fazlası...

Deprem Performans Değerlendirmeye Önerilen: Bina Performansı: Sağlamayan
Tipleri Vü/Cör. Sınıfları ile İlgisizdir

Deprem Performansı Değerlendirmesi İçin
Kullanılacak Seçim: RİSBE 2013

Bina Deprem Performansı Derecesi: **!!!!!!!RİSKLİ BİNA!!!!!!!**

PERFORMANS RAPORU

Kat No	Deprem Yansı	Q1 (m)	e (m)	M0 (kN)	Q01 (kN)	Q02 (kN)	X Y1 (m)	X Y2 (m)	Yansız p/y (kN)	Yansız X/Y (m)	X Y3 (m)	Yansız X/Y (m)	X Y4 (m)	Yansız X/Y (m)	Yansız X/Y (m)	Yansız X/Y (m)	Yansız X/Y (m)	Yansız X/Y (m)
BİRİNCİ KAT	X-X	1316.04	3.04	5060.0	1064.70	1050.1	1064.70	107.00	1253.44	80.03	02	26	80.1					
	Y-Y	1316.04	0.09	116.32	1323.91	1308.3	1323.91	133.7	376.08	71.03	24	4	28.4					
İKİNCİ KAT	X-X	1038.18	0.38	399.67	1048.41	1017.26	1048.41	107.26	1048.45	26.83	77	77	100					
	Y-Y	1038.18	0.03	28.82	1039.91	715.43	1039.91	647.85	1039.91	36.07	54	46	100					
3. KAT	X-X	623.72	1	624.86	638.02	755.18	638.02	310.18	638.02	18.34	77	77	100					
	Y-Y	623.72	0.02	14.05	624.7	418.15	624.7	367.21	622.4	24.73	11	34	99.7					

Kullanılan Semboller ve Açıklamaları:
Q1: Kana F1000m Deprem Kuvveti (İzlenimden Önce)
e: Kat İstikrarı Sınırlama İçin Riskli Malzeme Anamorfik Malzeme İzlenim Öncesi
M0: Kat Süzme Momenti
Q01: Kana F1000m Deprem Kuvveti (İzlenimden Önce)
Q02: Kana F1000m Deprem Kuvveti (İzlenimden Önce)
X Y1: Katın Dönme Noktası (İzlenimden Önce)



Kepeci Mh. 1203 Sk. No:33/7 İSPARTA
Tel: 0246 232 27 98 GSM: 0541 941 12 11
Fax: 0246 500 25 85

WEB: www.staticad-yigma.com

e-mail: bilgi@staticad-yigma.com destek@staticad-yigma.com satis@staticad-yigma.com

DAHA VERİMLİ DAHA EKONOMİK VE TAMAMEN YASAL!

COMOSYS AYLIK KİRALAMA MODELİ İLE YÜKSEK EKONOMİK KAZANIM SAĞLAR VE SİZİ ADLİ BASKIDAN UZAK TUTARAK YASAL KILAR.

DAHA HIZLI İŞ AKIŞI VE SONUÇ!

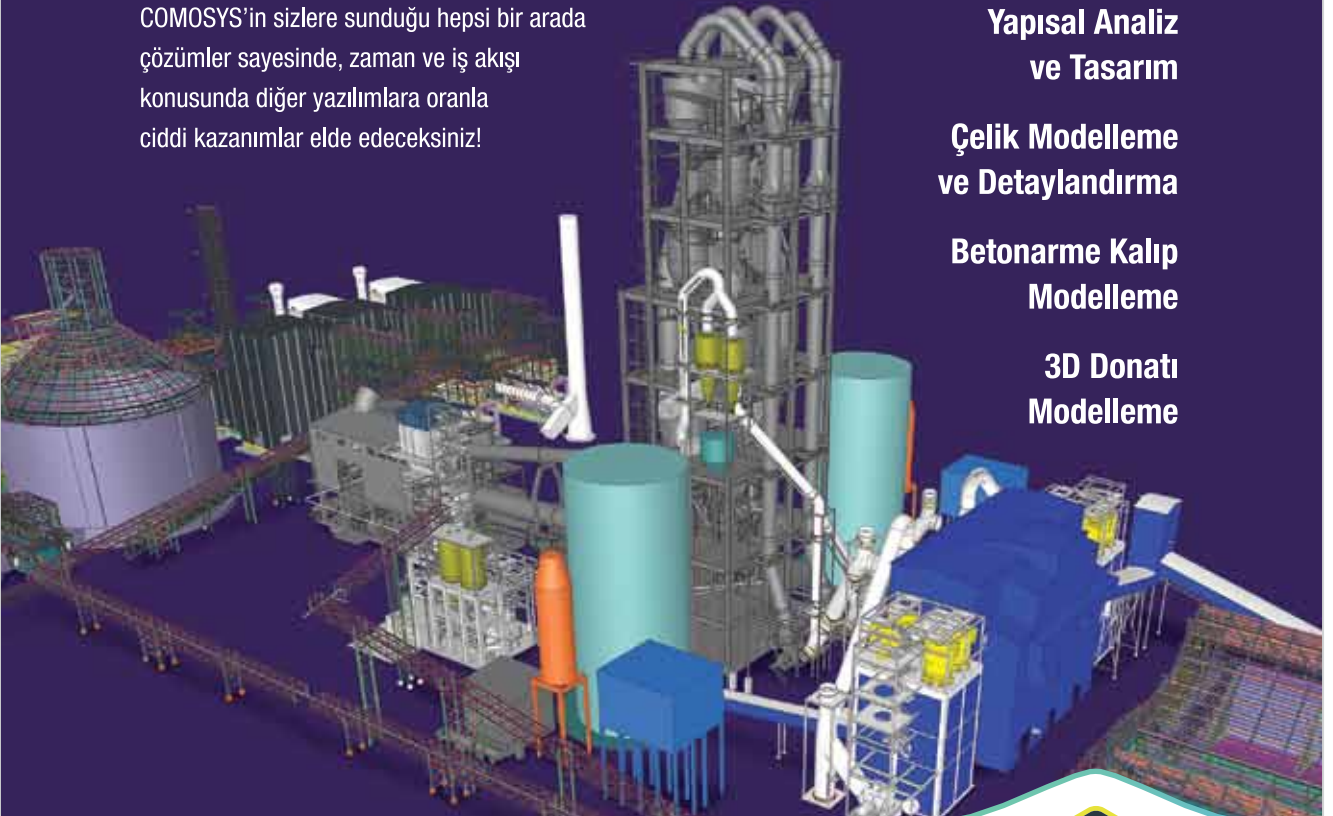
COMOSYS'in sizlere sunduğu hepsi bir arada çözümler sayesinde, zaman ve iş akışı konusunda diğer yazılımlara oranla ciddi kazanımlar elde edeceksiniz!

Yapısal Analiz
ve Tasarım

Çelik Modelleme
ve Detaylandırma

Betonarme Kalıp
Modelleme

3D Donatı
Modelleme



Yeni nesil yapı modelleme
çözümleri

www.comosys.com

comosys
construction modelling
systems





TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

5. İŞÇİ SAĞLIĞI ve İŞ GÜVENLİĞİ SEMPOZYUMU

5-6 Kasım 2015 - İZMİR



DÜZENLEYEN: İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI İZMİR ŞUBESİ

Tel: 0 232 462 56 55 - e-posta: 5isigs@imo.org.tr web: <http://5isigs.imo.org.tr>



"Proje ve İnşaat'ta güven..."

beyza mühendislik;

İnşaat Proje Yönetimi

Betonarme ve Çelik Yapı Uygulamaları

Profesyonel Çözümler Mutlu Yaşamlar...



Beyza Mühendislik Mimarlık İnşaat San. Tic. Ltd. Şti

Orta Mah. Yalnız Selvi Cad. Ethem Efendi Sk No:31 Kat:16 Daire:133
İZ Tower Kartal-Soğanlık / İSTANBUL

E-Posta : info@beyzamuhandislik.com
Tel : (0.216) 577 20 03 • Faks : (0.216) 577 20 04



**TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİLERİ ODASI
TRABZON ŞUBESİ**

7. KENTSEL

ALTYAPI

SEMPOZYUMU

**13-14 KASIM 2015
TRABZON**

**KTÜ PROF. DR. OSMAN TURAN
KÜLTÜR VE KONGRE MERKEZİ
www.kas.imotrabzon.org**



Güvenli
yapılar,
sağlıklı
çevre...



EGEZEMİN

İNŞAAT MÜHENDİSLİK TİC. A.Ş.

Adalet Mah. Manas Bulvarı No: 39
Folkart Towers B Kule K: 30 Bayraklı / İZMİR
Tel: +90.232. 461 56 66 • Faks: +90.232.461 56 09
www.egezemin.com • bilgi@egezemin.com





TMMOB

İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

4. 
SU YAPILARI
SEMPOZYUMU
19-20 KASIM 2015 ANTALYA

OYMAPINAR BARAJI



SEMPOZYUM
SEKRETERYASI

TMMOB
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI
ANTALYA ŞUBESİ

Meltem Mahallesi 3808 Sok.
No: 10 07030 Muratpaşa - ANTALYA
Tel: (0242) 237 57 27-3 hat
Faks: (0242) 237 57 31
Gsm: (0533) 658 97 69

<http://suyapilari.imo.org.tr>
su@imo.org.tr

Birlikte Çalışma

Autodesk BIM çözümleri şantiyede

Autodesk® BIM Yazılım ve hizmetleri ile daha öngörülebilir ve daha az riskli projeler teslim edebilirsiniz. Sanal inşa yazılımları ile tasarımlarınızın gerçekleştirilebilirliğini değerlendirin ve şantiye yönetimi araçları ile proje teslim sürelerini kısaltın. Projelerde, inşadan önce ve uygulama aşamalarında çok daha verimli planlama, koordinasyon ve kontrol sağlayın.

23 Ekim 2015'e kadar, Autodesk yazılımlarınızı Maintenance Subscription* ile birlikte veya Desktop Subscription** ile "kullandığın kadar öde" avantajıyla satın alın, %15 indirim kazanın.



*3 yıllık Maintenance Subscription ile birlikte satın alınan AutoCAD ürünlerinin, tek başına kullanılan seçili Autodesk ürünlerinin ve Autodesk Design & Creation Suite'lerinin yeni kalıcı lisanslarında, önerilen perakende satış fiyatı (SRP) üzerinden %15'e varan indirim.

**3 yıllık Desktop Subscription alımında %15'e varan indirim. Desktop Subscription teklifi, AutoCAD LT ürünleri de dahil olmak üzere, AutoCAD ürünleri, tek başına kullanılan seçili Autodesk ürünleri ve Autodesk Design & Creation Suite'lerinin 2005-2015 sürümlerini kapsayan kalıcı lisanslara sahip müşteriler için geçerlidir. Önceki sürüme ait kalıcı lisans aktif kalır, Desktop Subscription ayrıca satın alınır.

Tüm ürün listeleri, koşullar ve kısıtlamalar için www.autodesk.com.tr/promoofferconditions. Her iki teklif de 7 Ağustos 2015 - 23 Ekim 2015 tarihleri arasında Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz (MED) satış bölgesinde geçerlidir.

Bu fırsatlar, Autodesk tarafından sunulan diğer indirimler, kampanyalar veya teşviklerle birleştirilemez. Teklifler, Autodesk Yetkili İş Ortakları'nın katılımına bağlıdır. Autodesk Yetkili İş Ortakları bağımsız davranabilir ve kendi fiyatlarını belirleyebilir. Autodesk Yetkili İş Ortakları'nın fiyatlarında farklılıklar olabilir. Autodesk, bu kampanyayı herhangi bir zamanda önceden haber vermeksizin kısmen veya tamamen iptal etme, askıya alma veya değiştirme hakkını saklı tutar. Autodesk yazılımlarının fiyatlarında değişiklik yapılabilir ve fiyatlar ülkeden ülkeye göre değişebilir.

Autodesk and the Autodesk logo are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product offerings, and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document. © 2015 Autodesk, Inc. All rights reserved.



6. Geoteknik SEMPOZYUMU



TMMOB
İNŞAAT
MÜHENDİSLERİ
ODASI
ADANA ŞUBESİ



İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ



ZEMİN MEKANIĞI
VE GEOTEKNİK
MÜHENDİSLİĞİ
DERNEĞİ



26-27 Kasım 2015
Çukurova Üniversitesi - ADANA

PLATİN SPONSORLAR



ALTIN SPONSORLAR



GÜMÜŞ SPONSORLAR



YAZIŞMA ADRESİ

TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI ADANA ŞUBESİ
Reşatbey Mahallesi 62006 Sokak No:7 Seyhan /ADANA
Tel :+90 322 459 84 00 (4 Hat) Belgegeçer : +90 322 458 90 12
web: adana.imo.org.tr - geoteknik.imo.org.tr - e-posta:geoteknik.adana@gmail.com

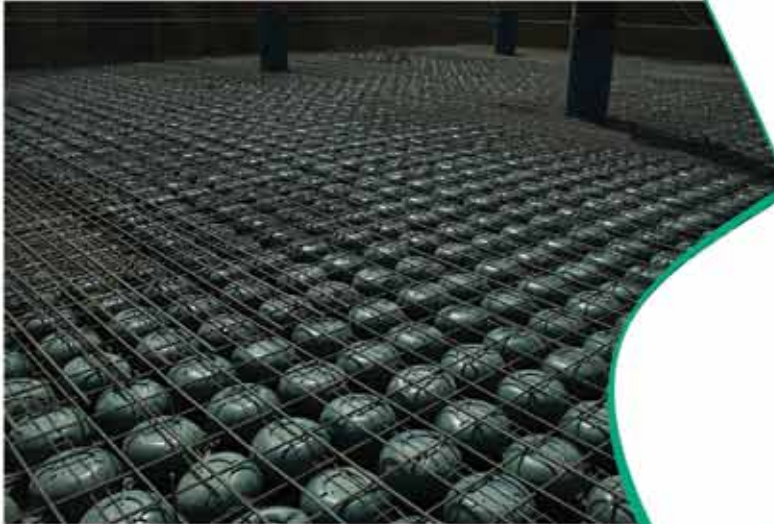


cobiax® Turkey

İki yönlü çalışan döşeme
Beton tasarrufu ve daha hafif
Deformasyonlarda azalma
Daha az kolon, Geniş açıklıklar, uzun konsollar
Kirişlerin ortadan kaldırılması

Almanya Devlet Teknik Enstitüsü İnşaat Teknikleri Kurumu (DİBT)
tarafından onaylanmış
2010 yılında İsviçre'de yeşil teknoloji ödülünde birincilik almıştır
Almanya'da doğal kaynakların korunması ödülü almıştır

Merkezefendi mah.,Mevlana
cad.No;102/1,B Blok,Daire 5
Zeytinburnu, İstanbul, Turkey
Tel : +90 212 510 10 68
info@cobiaturkey.com
www.cobiaturkey.com
www.palcotek.de



Deprem sizi de 'zorunlu misafir' yapabilir...

Depremde evi hasar gören pek çok insan, yakınlarına uzun süre misafir olmak zorunda kaldı.



Zorunlu Deprem Sigortanızı yaptırın,
zorunlu misafirlikten kurtulun.

www.dask.gov.tr



facebook.com/dask





20 YILDIR

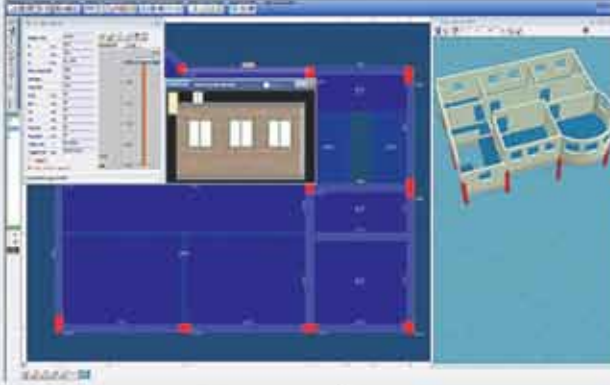
SEKTÖRÜN BİR **SİSTEM**İ VAR



STA4-CAD

Versiyon 13.1

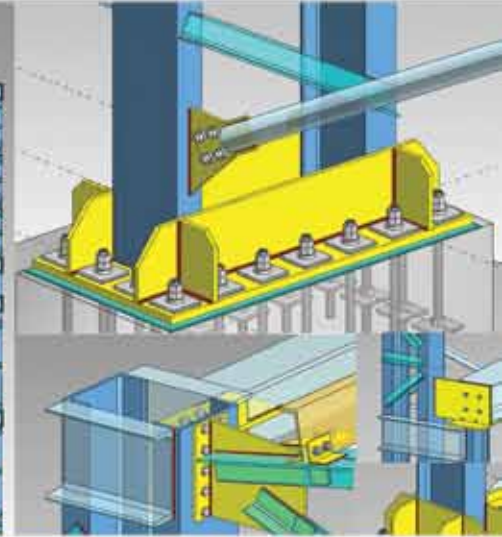
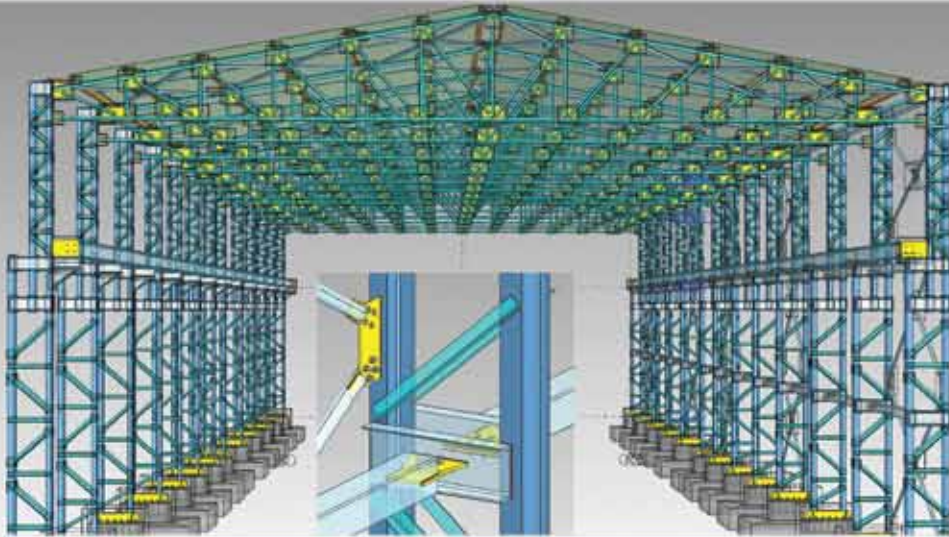
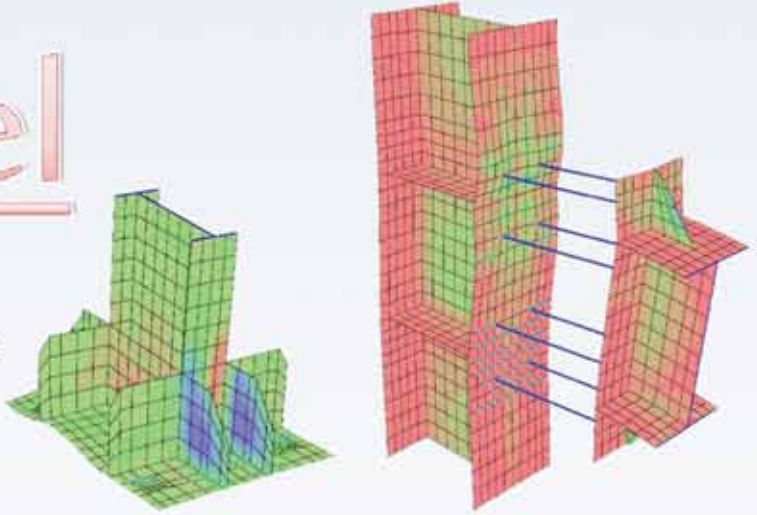
BETONARME YAPILARIN 3 BOYUTLU ANALİZİ ve TASARIMI



2007 DEPREM YÖNETMELİĞİNE TAM UYUMLU-
LUK ,PERFORMANS ANALİZLE, GÜÇLENDİRME
PROJELERİNDE ANALİZ ve ÇİZİM DESTEĞİ,
RİSKLİ YAPI TESPİTİ

STA-Steel

ENDÜSTRİYEL VE ÇELİK KARKAS
YAPILARIN 3 BOYUTLU ANALİZİ VE
TASARIMI



sta
STA BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİK
MÜŞAVİRLİK LTD. ŞTİ.

STA BİLGİSAYAR MÜH.
MÜŞ. SAN. ve LTD. ŞTİ.

Muhittin Üstündağ Cd. No:45 Koşuyolu
Kadıköy/İSTANBUL,PK:34718
Tel: (0216) 326 57 57 (pbx) Fax: (0216) 325 74 84
www.sta.com.tr sta@sta.com.tr

ANKARA Köge Yapı Ltd. Şti. Tel:0312 473 35 15
DENİZLİ Muharrem ERTUNA Tel:0532 417 42 47
MERSİN Safır Müh. Ltd. Şti. Tel:0532 613 68 16
K.K.T.C. Mustafa Tunar Tel:0533 862 09 29

İçindekiler

18 Başyazı

44 Silindire Sıkıştırılmış Beton Yollar
Prof. Dr. İsmail Özgür Yaman,
Doç. Dr. Halil Ceylan

19 Beton Sipariş Ederken Dikkat Edilmesi
Gerekenler
İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu

62 Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım
Malzemeleri
İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu

26 Sıcak Havada ve Soğuk Havada Beton
Dökümü
Doç. Dr. Özkan Şengül

76 Odadan Haberler
- genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampı
tamamlandı

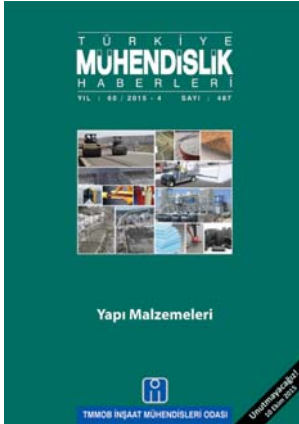
30 Yapı Denetiminde Betonun Yeri
Seray Kaya, Hüseyin Kaya,
Prof. Dr. İsmail Özgür Yaman

- '5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi
ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi
Sempozyumu' tamamlandı

40 Mevcut Yapılardaki Beton Basınç
Dayanımlarının Karotlarla Belirlenmesi
İMO Yapı Malzemeleri Komisyonu

80 Vefatlar

 TMMOB
İnşaat Mühendisleri
Odası



Yıl: 60 / 2015 - 4 Sayı: 487
İki ayda bir yayınlanır, yerel süreli yayındır.
ISSN: 1300-3445

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
tarafından iki ayda bir yayınlanır.

Kurucusu
Orhan Yavuz

Sahibi
Nevzat Ersan

Genel Yayın Yönetmeni
Bülent Tatlı

Yazı İşleri Müdürü
Bülent Tatlı

Yayın Kurulu
Züher Akgöl, Hasan Yaşar Akyar,
İdris Bedirhanoğlu, Mahmut Küçük,
Yusuf Hatay Önen, Taner Yüzgeç

Yönetim Yeri
TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
Necatibey Cad. No:57 06640 Kızılay-Ankara
Tel: (0.312) 294 30 00 - Faks: 294 30 88
www.imo.org.tr - E-posta: tmh@imo.org.tr

Yazışmalar için yukarıdaki adres
kullanılacaktır. TMH dergisi, aidatını
ödememiş İMO üyelerine ücretsiz gönderilir.

Yayın Koşulları

Yazılar hem elektronik ortamda hem de kağıt çıktı olarak gönderilmelidir. Görsel malzeme, teknik işlere uygun fotoğraf, dia ya da elektronik ortamda yüksek çözünürlüklü olmalıdır. Yayın kurulu gönderilen yazılarda dil, anlatım ve yazım tekniği yönünden gerekli düzeltme ve kısaltmaları yapabilir. Yazılardaki görüşler yazarlarına ait olup hiç bir şekilde İMO'nun aynı konudaki görüşlerini yansıtmaz. Gönderilen yazılar geri verilmez. Ancak yazıların basılıp basılmayacağı yazı sahiplerine mutlaka bildirilir. TMH'da yayınlanan yazılar kaynak gösterilmeden kullanılamaz.

Baskı

Patika Ajans Matbaacılık Ltd. Şti.
Tel: 0.312.431 22 11

Baskı Tarihi

22 Ekim 2015

Merhaba,

TMH'nın 487. sayısını "Yapı Malzemeleri" konusuna ayırdık. Tematik sayıların meslektaşlarımızdan gördüğü ilgi yayını-mızı mesleğimizin alt disiplinlerinde de bu tür çalışmalar yapmaya teşvik ediyor.

Türkiye 1 Kasım'da yeniden seçime gidiyor. Bunu bir erken seçim değil de, "tekrar seçim" olarak değerlendirmek ge-rekiyor. 7 Haziran seçimlerinden ne bir partiyi tek başına iktidara taşıyacak bir sonuç çıktı ne de koalisyon kurulabildi. Seçimden sonra başlayan hükümet oluşturma sürecinde bütün demokratik teamüller yok sayılarak ülke yeniden se-çime götürüldü.

Parlamentar demokrasinin bir gereği olarak belli periyotlarda gerçekleştirilen seçimlerin, başta ekonomi olmak üzere hemen her alanı gözle görülür bir durağanlığa ve kilitlenmeye ittiği, siyasetteki krizin ise ekonomide telafisi zor sonuç-lara yol açtığı bilinmektedir.

Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik ve siyasi kriz, Kürt sorunu odaklı çatışma ortamının yeniden alevlenmesi, Suri-ye'deki son gelişmeler, Suriye savaşına dahil olan Rusya ile Türkiye arasında ortaya çıkan gerginlik, 1 Kasım seçimlerinin önemini bir kat daha artırmaktadır. Çünkü ülkemizin önünde çözülmesi gereken dağ gibi sorunlar bulunmaktadır.

Mevcut iktidarın 13 yılda demokratik toplumsal yaşamda yarattığı tahribatı iyileştirmek köklü ve uzun zamana yayılan bir programla mümkün olabilir. Ancak Türkiye'yi Ortadoğu batağından çekip almak, Rusya ve İran başta olmak üzere tüm komşu ülkelerle yeniden dostane ilişki kurmak, Kürt sorunu merkezli çatışmaları sonlandırıp barışı tesis etmek ivedilikle gerçekleştirilmelidir.

Çözüm yolu konusunda farklı görüş ve yaklaşımlar bulunsa da, Kürt sorununun varlığı bir gerçektir ve barışçı, demok-ratik ve eşit yurttaşlık temelinde çözülmeyi beklemektedir. Savaşın yol açtığı yıkımın taşıdığı anlamı bizzat yaşayarak tanıdığı olmak, barış tesis edilmesinde bütün toplumsal kesimlere sorumluluk yüklemektedir.

"TMH yayına hazırlandığı günlerde TMMOB, DİSK, KESK ve TTB'nin düzenlediği barış mitingine dönük çalışmalar da tamamlanmak üzereydi. Barış mitingi, barış yanlılarının gücünü gösterecek, insan hayatına değer verenlerin ve de-mokratik bir düzenden yana olanların, savaş çığırtkanlığını galebe çalmasına vesile olacaktır. İnanıyoruz ki üyelerimiz, meslektaşlarımız TMMOB saflarındaki yerini alacak, barış isteğini yüksek sesle dile getirecektir."

487. TMH için kaleme alınan başyazıda 10 Ekim'de gerçekleştirilecek barış mitingine dair bu satırlar yer alıyordu. Barış yanlıları miting alanında yerini almıştı gerçekten de. Ancak miting alanında birileri daha bulunuyordu. IŞİD'ci olduğu açıklanan iki canlı bomba üzerlerindeki bombaları patlatarak 97 insanımızın canına kıydı, yüzlercesi yaralandı. Türkiye tarihinin gördüğü en büyük katliam barış mitingini başlamadan bitirdi ancak sonrasında açığa çıkan tepki, insanların barış konusunda ne kadar kararlı olduğunu gösterdi.

Ülkemizin mevcut iktidarın ideolojik-politik yönelimleri nedeniyle Ortadoğu batağına çekildiğine dair iddia bu acı-masız saldırıyla dayanaklı hale geçti. İktidar hırsının bedelini ülkeyi ölüme ve acıya teslim ederek ödetenlerin, tarihin şaşmaz yargısından kurtulamayacağını biliyoruz.

Ülkemiz sonbaharı seçim telaşıyla karşılarken, Odamız bilimsel-mesleki etkinliklerle sonbahara "merhaba" dedi. 44. çalışma dönemi programında yer alan sempozyumlardan pek çoğunun sonbahar aylarına denk gelmesi Odamızın yo-ğun ülke gündeminin yanı sıra mesleki faaliyetlere ağırlık vermesine yol açtı. TMH yayına hazırlanırken 5. Tarihi Eserler Sempozyumu tamamlanmıştı. 10 Ekim katliamı nedeniyle Ekim ayı içerisinde yapılacak etkinlikler Birliğimizin aldığı karar uyarınca ileri bir tarihe ertelendi. Bu nedenle 6. Çelik Yapılar ve 3. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumları belirlenen tarihlerde gerçekleştirilemeyecek.

Kasım ayı programında bulunan 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği, 7. Kentsel Altyapı, 4. Su Yapıları, 6. Geoteknik Sempo-zyumları ile Aralık başında toplanacak olan 4. Yapı Denetim Sempozyumu belirlenen tarihlerde gerçekleştirilecek.

Meslek Odalarının ikili sorumluluğu bulunmaktadır. İlki ülke sorunları, ikincisi ise mesleki sorunlar. İki sorunun iç içe geçtiği, birbirini etkileyip tetiklediği, özellikle siyasi iktidarların ekonomik-politik tercihlerinin mesleki alanları doğru-dan etkilediğine dair gerçeklik, Meslek Odalarının bir yandan ülkenin temel sorunlarına karşı duyarlılık göstermesini zorunlu kılarken, diğer yandan da mesleki etkinliklerin hayata geçirilmesi doğrultusunda çabaların yoğunlaştırılması- nı, mesleki sorumlulukların ihmal edilmemesini gerektirmektedir.

Umuyoruz ki 1 Kasım seçimleri, ülkemizin ve mesleğimizin sorunlarının çözülmesi doğrultusunda atılan ilk adım ye-rine geçecek, demokratik ve barışçı bir Türkiye, itibarlı ve üretken bir meslek rehberliğinde yürüyüş devam edecektir.

Barışın umudunu diri tutarak yeni sayılarda buluşmak üzere.

İnşaat Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu

Beton Sipariş Ederken Dikkat Edilmesi Gerekenler

Giriş

İnşaatın en önemli yapı malzemelerinden biri olan hazır betonun, dikkat edilmesi gereken inceliklerinden biride nasıl sipariş edileceğidir. Bu konuda sorumluluk öncelikle alıcıya düşmektedir. Hazır beton üreticisine doğru bilgileri vermemelidir. Alıcının doğru siparişi verebilmesi için proje üzerindeki yapı ile ilgili bilgileri vermesi gerekmektedir. Öncelikle dikkat edilmesi gerekenler; yapının nerede olduğu (alt yapı ve/veya üst yapı), betonun sınıf özellikleri, projenin bildiği zemin yapısı, bina yüksekliği, temel tipi, kullandığı teçhizatın sıklığı vb. özelliklerdir. Bu bilgiler proje üzerinde yazmalıdır ki alıcı beton sipariş ederken bilinçli olmalı ve hazır betoncu doğru şekilde yönlendirmelidir.

Ayrıca uygulamacı yerinde (zeminde) çıkan suyun zararlı etkilerini ve zemin cinsinin varsa etkilerinin göz önünde bulundurarak sipariş etmelidir. Zemin etüt raporu, betonun cinsini ve özelliklerini belirlemede önem teşkil etmektedir. Bu sayede hazır beton üretimi de vereceğiniz bilgiler doğrultusunda yapılacaktır. İnşaatın alt yapı yada üst yapı olmasına ve zemin yapısına bağlı olarak TS EN 206 ve TS EN 13515'e göre belirtilen çevresel etki şartları bulunmaktadır. [2,3] Bu şartlar dikkate alınarak su/çimento oranı, çimento çeşiti (CEM I, CEM II, CEM III...vb. çimento standartlarına uygun) belirtilmektedir. [4,5] Hazır betoncu verilen bilgilere göre durabilitesi ve dayanıklılığı uygun olan betonu üretebilmektedir. Aksi halde üreticiden istenilen özelliklerde hazır beton alınamamış olacaktır.

Bu tip karışıklıkların önlenmesi için öncelikle alıcı ile hazır betoncu arasında fiyat teklifi istenilen özellikler dikkate alınarak hesaplanmalı ve karşılıklı yanlışlıklar baştan önlenmelidir. Daha sonrasında satış sözleşmesi hazırlanarak, istenilen betonla ilgili detaylı özellikler belirtilerek, karşılıklı olarak imzalanmalıdır. Siparişler alınırken TS EN 206 ve TS EN 13515 sayılı standartlarda istenilen özellikte, detaylandırılmış sipariş formu kullanılarak; en ufak bir yanlışlık olmaması sağlanmalıdır. Ek 3'te örnek bir sipariş formu bulunmaktadır.

Hazır Beton Teklifi ve Siparişi

Proje için gerekli tüm özellikler belirlenerek istenilen beton tanımlandıktan sonra, bunu bir teknik şartnameye dönüştürmek, işin devamı süresince beton kalitesinin sürekliliğini güvence altına almak için gereklidir. Bu şekilde betonu sağlayan hazır betoncuların performansını değerlendirip yeterliklerini belirlemek, tekliflerini objektif kriterlere göre karşılaştırabilmek daha kolay olacaktır.

* Özgür Yaman, Özkan Şengül, Haluk Selçuk, Osman Çalılık, İlkay Kara, Şükrü Erdem, Demet Özgür

Alıcılar için özelliğine göre "Teklif Alma Şartnamesi" hazırlayarak kendilerini ve hazır betoncuyu güvence altına almalıdırlar. [1] Hazır betoncuyla alıcı arasında öncelikle istenilen betonun bütün özellikleri konuşulmalıdır. Beton sadece beton sınıfları ile ayırt edilmemektedir. Önemli olan bu kompozit malzemenin nerede, ne için ve ne şartlarda kullanılacağıdır. Hafif beton mu, ağır beton mu yada normal standartlarda kullanılacak bir beton mu? Bu durumda betoncu kullanacağı kimyasal katkıları (süper akışkanlaştırıcı, hiper akışkanlaştırıcı, hava sürükleyici...vb) ve agrega tipleri (kalker, granit, bims..vs) değişiklik göstermektedir. TS EN 206 ve TS EN 13515 standartlarının yönlendirdiği dozajlarda, minimum beton sınıfı, su/çimento oranı ve çimento özellikleriyle üretim yapılmalıdır.

Satış sözleşmesi içerisinde öncelikle işin ne olacağı belirtilmelidir. Böylece betonun nerede nasıl şartlarda kullanılacağı belli olacaktır. Daha sonra betonun cinsi ve kaç metre küp olacağı yazılmalıdır. Beton türü bu noktada çok önemlidir. Betonun özelliklerine göre de tasarlanan betonun fiyatı ve ödeme koşulları belirtilmeli ve siparişe teslimatın şekli mutlaka eklenmelidir. Maksimum teslimat saat aralığı (istenilen saat +1 saat ...vb.), ilgili standartlara göre irsaliyede olması istenilen özellikler, teslimat sırasındaki kıvam aralığı, hazır betoncu redozlama yöntemini kullanıyorsa gerektiğinde şantiyede istenilen kıvam aralığına nasıl getirileceği, alıcının istediği betonun özelliğine göre şantiye de ilave edilecek olan yapı malzemelerinin dozajları ve kaç dakika karıştırıldıktan sonra kalıba dökülmesi gerektiği (su geçirimsizlik katkıları, mikro fiber lifler, çelik lifler...vb.), hazır betonun istenilen şartlarda olmaması halinde rededebileceği, karşılıklı olarak yükümlülükler detaylandırılarak belirtilmelidir. Daha sonrasında karşılıklı onay verilerek satış gerçekleşmelidir.

Taze betonun tesliminde de alıcıya istediği özelliklerde hazır beton gönderildiğini ispat etmek için irsaliye ve kantar fişi gönderilmelidir. İrsaliyenin üzerinde TS EN 206 ve TS EN 13515 standartlarının gereği olan hazır betonla ilgili bilgiler mutlaka yer almalıdır. Böylece alıcı doğru ürünü aldığından emin olmalı ve hazır betoncu doğru ürün ürettiğini kanıtlamaktadır. Ek 1'de satın alma sözleşmesi, ek 2'de satın alma şartnamesi ve ek 3'te sipariş formu görülmektedir.

TS EN 206'ya göre taze beton şartnamesi

TS EN 206 madde 6'da taze beton şartnamesi ile ilgili detaylar verilmektedir. Beton şartname hazırlayıcısı, imalâtçıya verilen şartnamede beton özellikleriyle ilgili bütün şartların bulunduğunu garanti etmelidir. Şartname hazırlayıcısı aynı zamanda teslimden sonraki taşıma, yerleştirme, sıkıştırma, kür veya daha sonraki herhangi işlem için beton özellikleriyle ilgili ihtiyaç duyulan şartları dabelirlemelidir. Şartname, gerek duyuluyorsa bazı özel şartları da (mimari görünüm sağlayıcı betonüzevi gibi) içermelidir.

Şartname hazırlayıcısı şu hususları dikkate almalıdır: taze ve sertleşmiş betonun yapımı ile ilgili işlemler, kür şartları, yapı boyutları (ısı gelişimi için), yapının maruz kalacağı çevresel etkiler, tasarım hizmet ömrü, görünür agregalı veya perdahlanmış beton yüzeyi ile ilgili şartlar, belirli Dupper (betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agrega tane sınıflarından en iri olana ait en büyük D değeri) ve Dlower (betonda kullanım için beton şartnamesinde izin verilen agrega tane sınıflarından en iri olana ait en küçük D değeri), üzerinde etkisi olan tüm şartlar, çevresel etki sınıflarından kaynaklanan şartlar gibi, belirlenmiş uygunlukta bileşenlerin kullanımı ile ilgili kısıtlamalar belirtilmelidir. [2]



Tarif edilmiş beton için şartname hazırlayıcı, beton özelliklerinin bu standartta verilen genel şartlara uygun olması ve belirlenmiş beton bileşim oranlarının, betonun taze ve sertleşmiş durumda iken tasarlanan performansını sağlamaya yeterli olduğunu temin etmekten sorumludur. Şartname hazırlayıcı, plânlanan performansı tarif eden belgeleri muhafaza etmeli ve güncelleştirmelidir. Betonun standarda göre tarif edilmiş olması halinde dahi olumsuzluklar var ise sorumluluk milli standard teşkilatına aittir. Tarif edilmiş beton için uygunluk değerlendirmesinde sadece belirlenmiş bileşim oranlarının temini esas alınır. Bu değerlendirmede şartname hazırlayıcının planladığı performans dikkate alınmaz. Kullanıcı, bazı konularda imalâtçıyla mutabakat sağlamalıdır. Bunlar teslim tarihi, zamanı ve birim sürede verilecek beton miktarıdır. Ayrıca şantiyede özel taşıma yöntemi, taze betonun özel yerleştirilme yöntemleri, teslim araçlarının tipi (karıştırmalı/karıştırmaz ekipman), büyüklük, yükseklik veya brüt ağırlık gibi özelliklerinin belirtilmesi gerekmektedir. [2]

İmalâtçı, kullanıcının talep etmesi üzerine, tasarlanmış beton için teslimden önce aşağıdaki bilgileri vermelidir. Çimentonun tipi ve dayanım sınıfı ve agregaların tipi, varsa kimyasal katkıların ve mineral katkıların tipi EN 14889-1 veya EN 14889-2'ye uygun liflerin tarifi ve belirtilmişse miktarı, lifle güçlendirilmiş betonun performans sınıfı belirtildiyse, liflerin EN 14889-1 veya EN 14889-2'ye göre tarifi belirtilmelidir. Hedef su/çimento oranı, imalât veya uygunluk kontrolü veya başlangıç deneylerinden elde edilenler gibi beton için daha önce yapılan ilgili deney sonuçları, dayanım gelişimi, bileşen malzemelerin kaynakları, D_{max} (betonda gerçekte kullanılan agrega tane sınıflarından en iri olanının beyan edilen D değeri) agrega boyutu detaylı şekilde bildirilmelidir. [2]

Dayanım gelişmesinin göstergesi olan dayanım oranı, 2 günlük ortalama basınç dayanımının ($f_{cm, 2}$) 28 günlük ortalama basınç dayanımına ($f_{cm, 28}$) oranıdır. Bu dayanımlar başlangıç deneyleriyle veya benzer malzemeler ve karışım oranlarına sahip betonlardan elde edilen sonuçlar esas alınarak belirlenebilir. [2,6.] Başlangıç deneyleriyle dayanım tayininde kullanılacak numuneler için taze beton numunesinin alınması, beton numune hazırlanması, bakımı ve basınç dayanımı tayini deneylerinde sırasıyla, TS EN 12350-1, TS EN 12390-1, TS EN 12390-2 ve TS EN 12390-3'e uyulmalıdır. [8,9] Ayrıca imalâtçı, kullanıcıyı taze betonun taşıma ve yerleştirilmesi esnasında, sağlıklı ilgili olarak meydana gelme ihtimali olan tehlikeler hakkında betonun kullanılacağı yerde geçerli şartnamelerde öngörülen şekilde bilgilendirmelidir. [2-3]

Hazır Betonun Teslimi

Hazır beton tesliminde sadece sipariş şartlarının yerine getirilmesi yeterli değildir. Aynı şekilde teslim şartlarının da yerine getirilmesi şarttır. İmalâtçı, her beton yükü (transmikser) tesliminde kullanıcıya bilgisayar çıktısı, matbu belge veya elle yazılmış sevk ve teslim belgesi vermelidir. Üzerinde hazır beton tesisinin ismi, sevk ve teslim belgesinin seri numarası, yükleme tarihi-saati (çimento ve suyun ilk temas ettiği zaman), transmikserin plakası, müşterinin ismi, şantiyenin ismi ve yeri, şartnamelerle ilgili ayrıntılar veya atıf (kod no, sipariş no. gibi), beton hacmi, m^3 olarak, şartnamelere ve TS EN 206'ya ve TS EN 13515'e uygunluğunun beyanı, belgelendirme kuruluşunun ismi ve işareti, betonun şantiyeye ulaştığı zaman (saat: dakika), boşaltmanın başladığı zaman (saat: dakika), boşaltmanın tamamlandığı zaman (saat: dakika) belirtilerek müşteriye teslim edilmelidir. [2-3]

Tasarlanmış beton için gerekli olan ek özellikler; dayanım sınıfı, çevresel etki sınıfları, klorür içeriği sınıfı, kıvam sınıfı veya hedef değer, belirtilmişse beton karışım oranlarıyla ilgili sınır değerler, belirtilmişse çimento tipi ve dayanım sınıfı, belirtilmişse kimyasal katkı ve mineral katkı tipi, belirtilmişse liflerin tipi ve miktarı veya liflerle güçlendirilmiş betonun performans sınıfı, gerekliyse özel nitelikler, D_{max} (betonda gerçekte kullanılan agrega tane sınıflarından en iri olanının beyan edilen D değeri) ve hafif veya ağır beton için, birim hacim kütle sınıfı veya hedef birim hacim kütle değerleri belirtilmelidir. [2-3]

Sonuç

Hazır beton siparişi sadece istenilen miktarı ve beton dayanım sınıfını belirtip; daha sonrasında fiyatın uygunluğunun araştırılması değildir. Yukarıda detaylandırarak belirtildiği gibi, alıcı ve üretici arasında karşılıklı bilgi alış verişini gerçekleştirmelidir. İstenilenin tam olarak ne olduğu bilinir ise, hazır betoncunun geri dönüşü olmayan büyük hatalar yapılması önlenmiş olacaktır. Öncelikle bilinçli alıcı beton şartnamesi ile gelmelidir. Daha sonrasında hazır betoncu üretilebilirliğine bak-

malıdır. Yönetmeliklerin ve standartların gereği almış olduğu G uygunluk belgesinde ki kapsamını dikkate alarak üretimini gerçekleştirmelidir. Beton satış teklifinde fiyatını şartnameye göre vermeli ve sözleşmede araç parkını dikkate alarak sevkiyatını nasıl gerçekleştirebileceğini ön görerek hazırlamalıdır. Siparişin verilmesi ise üretimin son aşaması olmakla beraber en önemli aşamasını da oluşturmaktadır. Sipariş bilinçli kişiler tarafından verilmelidir. Hazır betoncu yanlış yönlendirilmemelidir. Her aşama bütünlük ve karşılıklı teyitlerle gerçekleştirilmelidir.

Kaynaklar

- [1] E. ÖZTEKİN, 2003, "Hazır beton kullanımında bir teknik şartname ve sözleşme örneği", Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426 - 2003/4
- [2] TS EN 206, 2014, "Beton- özellik, performans, imalat ve uygunluk", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 88 s
- [3] TS EN 13515, 2014, "TS EN 206'nın uygulamasına yönelik tamamlayıcı Standard", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 60 s.
- [4] TS EN 197-1, 2012, "Çimento- Bölüm 1: Genel çimentolar- Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 40 s.
- [5] TS EN 197-2, 2014, "Çimento - Bölüm 2: Uygunluk değerlendirmesi" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 27 s.
- [6] TS EN 12390-2, 2010, "Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2: Dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerinin hazırlanması ve küre tabi tutulması" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 7 s.
- [7] TS EN 12390-3, 2010, "Beton - Sertleşmiş beton deneyleri -Bölüm 3:Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 21 s.
- [8] TS EN 12350-1, 2010, "Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 1: Numune alma" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 6 s.
- [9] TS EN 12350-2, 2010, "Beton - Taze beton deneyleri - Bölüm 2: Çökme (slump) deneyi" Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 9 s.



EK 1 - HAZIR BETON SATIN ALMA SÖZLEŞMESİ

SATICI	ALICI
Adı:	Adı:
Adresi:	Adresi:
Telefon/Fax:	Telefon/Fax:
V. Dairesi/ V. No:	V. Dairesi/ V. No:

SÖZLEŞME KONUSU

Beton Sınıfı	Beton Miktarı (M ³)	Beton Fiyatı (TL/M ³)
C.../....
C.../....
Gro (.....)
Şap (.....)

ÖDEME ŞARTLARI

.....
.....

FİYAT FARKLARI

Çimento Fiyatı:

Çimento Fiyat Farkı:

Akaryakıt Fiyatı:

Akaryakıt Fiyat Farkı

DİĞER ŞARTLAR

.....betonda CEM I 42.5 R Çimento, granülometrik kırma taş, akışkanlaştırıcı beton katkıları kullanılmayacağı ve haftanın 7 günü 24 saat kesintisiz beton vermeyi taahhüt eder. İş programı yapılmak kaydı ile döküm tarihinde değişiklik yapma hakkını saklı tutar. BETON A.Ş.'nin sorumluluğu, kendi şantiyesinde betonun üretim, sevk ve yerine teslimi ile başlayıp; irsaliyeyi alıcıya imzalatması ile hukuki olarak son bulur. İrsaliye betonun döküldüğü yerde betonun teslim alan şahsa imzalatılır. Alıcı, inşaat mahalinde imza karşılığı mal teslim alan şahsın kendini teslim yetkisi olduğunu kabul eder. Siparişe ve ilgili standartlara (TS EN 206 ve TS EN 13515) uygun teslim edilen beton, tüm özellikleri ile satıcının garantisine altındadır. Alıcının beton kalitesine herhangi bir müdahalesi bu garantiyi kaldırır. Satıcının bilgisi dahilinde veya dışında alıcı tarafından beton yerine dökülürken; kalıbın sağlam olmamasından oluşacak hasarlar, ilave su ile beton dayanımını düşürme, döküm anı ve sonrası kalıpta şişme, vibrasyon eksikliği ile boşluk oluşması, betonun dökümü, bakımı, koruması, erken kalıp alma, projenin yanlış tatbiki v.b. olaylardan doğacak her türlü zarar, can ve mal kaybından doğabilecek maddi ve manevi sorumlulukların tamamı alıcıya veya yüklenici firmaya aittir. Betondan numune alınması durumunda ilgili standart olan TS EN 206 ve TS EN 13515 başta olmak üzere, diğer standartlar (numune alımı, numunenin bakımı, koruması ve dayanım tespiti ile ilgili standartlar) dikkate alınır. Bu konu alıcının belirlediği ve görevlendirdiği yapı denetim firması ile bağımsız laboratuvar yekllileri arasındadır.

TARAFLARIN ONAYI

SATICI

ALICI

.....BETON A.Ş.

EK 2 - SATIN ALMA ŞARTNAMESİ [1]

1- KISALTMALAR

-“Alıcı”
- Teklif istenen hazır beton firması “Satıcı”
-’te iş merkezi inşaatı “Şantiye”olarak adlandırılmıştır.

2- İŞİN KONUSU

.....(Alıcı)..... tarafından’te yapılacak ...katlı yapıya hazır beton temin edilmesidir. Hazır betonsatıcının beton santralında üretilecek, satıcının transmikserleriyle şantiyeye taşınacak, satıcının mobilveya sabit pompası ile kalıbına teslim edilecektir.

3- BETON CİNSİ VE MİKTARI

Teslim edilecek hazır beton ekli teknik şartnamede özellikleri ve koşulları belirtilen C ... betonudur, miktarıyaklaşıkm³ olup, toplam süre.....iş günüdür.

4- TEKLİFİN İÇERİĞİ

Satıcı teklifinde

- 1) Birim fiyatı, zaman içinde değişme biçimini (eskalasyon formülü, döviz, İTO endeksi, ...), esas aldığıbaz fiyatları;
- 2) Ödeme vadesi ve koşullarını;
- 3) Fiyat farkı gerektirecek unsurları;
- 4) Gecikme, aksatma, bilinçli veya bilinçsiz kusur, kalitesizlik, teknik şartnameye uygunsuzluk hallerinde kabul edeceği yaptırımları; belirtecek ve teklifine aşağıdaki bilgi ve belgeleri ekleyecektir:
 - a) Beton bileşimleri ve karışım agrega granülometrisi;
 - b) Bunlara ilişkin deneme üretimlerinin sonuçları ve varsa seri üretimdeki son yıl sonuçları ve istatistikanalizi; yoksa en çok sattığı C..... betonunun bileşimi ve son yıl sonuçları(mukavemet, kıvam, birimağırılık)
 - c) Son yıl için sattığı C.... ve üstü beton miktarları ve projeleri;
 - d) Aşağıdaki nitelikleri
 - Çimento cinsi ve kaynağı,
 - Kimyasal katkıların cinsleri, markaları, kaynakları,
 - Karma suyunun kaynağı ve son analiz raporu
 - Agregaların cinsleri, kaynakları, varsa komple analiz raporları;
 - e) Sahip olduğu TSE, ISO 9000, Hazır Beton Birliği Kalite Güvence Sistemi veya benzeri nitelikte belgeleri;
 - f) Malzeme miktarları basılı bilgisayar çıktısı irsaliye örneğini;
 - g) Ekli şartnameye harfiyen uymayı taahhüt ettiğini belirtir yazıyı.

5- TEKLİFİN SÜRESİ

Teklifler alıcının merkez ofisine en geç saat’ye kadar ulaştırılacaktır.

6- DİĞER HUSUSLAR

-metrekübe kadar siparişler sipariştin önceki gün saat.....’ye kadar,metrekübü aşan siparişler.... saat önce, teslim saati de belirtilerek verilecektir. Teslim saati + 2 saat toleransla tutulacaktır.
- Teslim hızı talebe uygun olacak biçimde satıcı tarafından organize edilecek, iki transmikserarası ...dakikayı aşan bekleme süreleri veya şantiyeye kamyonların topluca gönderilmeleri kabul edilmeyecektir.
- İş süresince satıcı etkin haberleşmeyi sağlamak üzere önlem alacaktır.

EK 3 - HAZIR BETON SİPARİŞ FORMU

SİPARİŞ FORMU						
MÜŞTERİ ADI			ŞANTİYE ADRESİ			
Teslim Tarihi:/...../.....			FATURA ADRESİ			
Teslim Saati:						
Beton Teslim Şekli						
<input type="checkbox"/> Pompalı	<input type="checkbox"/> Mikserli	<input type="checkbox"/> Santral				
Betunun Fiyatı	.....+KDV		Vergi Dairesi:			
			Vergi Sicil No:			
TS EN 206 STANDARTINA UYGUN ÜRÜNLER			STANDART DIŞI ÜRÜNLER			
Talep Edilen	Beton Sınıfı	Talep Beton Miktarı	Çevre Etki Sınıfı	Talep Edilen	GROBETON	m ³
<input type="checkbox"/>	C14/16	..... m ³	X0	<input type="checkbox"/>	GRO 150	.....
<input type="checkbox"/>	C16/20	..... m ³	X0	<input type="checkbox"/>	GRO 200	.....
<input type="checkbox"/>	C20/25	..... m ³	X0	<input type="checkbox"/>	GRO 250	.....
<input type="checkbox"/>	C25/30	..... m ³	XC1		ŞAP	m ³
<input type="checkbox"/>	C30/37	..... m ³	XC3	<input type="checkbox"/>	ŞAP 400	.....
<input type="checkbox"/>	C35/45	..... m ³	XC3	<input type="checkbox"/>	ŞAP 350	.....
<input type="checkbox"/>	C40/50	..... m ³	XC4	<input type="checkbox"/>	ŞAP C25	.....
Katkı Türü	Katkısız <input type="checkbox"/>	Süper Akışkan <input type="checkbox"/>	Hiper Akışkan <input type="checkbox"/>	Sızdırmaz <input type="checkbox"/>	Antifiriz <input type="checkbox"/>	Özel <input type="checkbox"/>

Yukarıdaki listede verilen beton özellikleri; Klorür içeriği Cl:.....

Dmax (agrega tane boyutu) 22 mm. Kıvam (Çökme) S3=(10-15) cm içindir.

S3 kıvam ve Dmax dışında taze beton özelliği ya da farklı bir çevre etüd sınıfı tanımlanacaksa aşağıdaki forum doldurulacaktır.

Kıvamı (çökme)	..... cm (Hedef Kıvam Değeri)
Dmax	..... mm (İstenilen en büyük agrega çapı)
Çevresel Etki Sınıfı	(İklim şartları, su ile teması vb.)
Ek Özellikler	(Su geçirimsizlik, minimum-maksimum sıcaklık, hava)

Siparişi Veren:

Adı Soyadı:

Görevi:

Tel:

GSM:

Siparişi Alan:

Adı Soyadı:

Görevi:

İmza

Sıcak Havada ve Soğuk Havada Beton Dökümü

Özet

Sıcak havalarda veya soğuk havalarda betonun üretimi, yerleştirilmesi ve küründe ortaya çıkabilen çeşitli sorunlar betonun dayanımını ve dürabilitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Sunulan bu yazıda, sıcak havalarda ve soğuk havalardaki beton dökümlerinde dikkat edilmesi gereken çeşitli hususlar ve alınabilecek bazı önlemler özetlenmektedir.

1. Giriş

Dört mevsimin yaşandığı ülkemizde hava sıcaklığı bölgelere göre büyük değişkenlik gösterebilmektedir. Örneğin; kış aylarında İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesindeki ortalama sıcaklıklar sıfırın altında seyrederken gece ile gündüz arasında da önemli sıcaklık değişimleri yaşanabilmektedir. Akdeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise kış ayları nispeten ılık geçerken yaz aylarında sıcaklıklar çok yüksek değerlere ulaşabilmektedir. Hava sıcaklığı beton özelliklerini etkileyebilen önemli bir ortam koşuludur ve hava koşullarına bağlı olarak beton üretiminde, taşınmasında, yerleştirilmesinde ve küründe gerekli önlemler alınmalıdır. Aksi takdirde, meydana gelebilecek aksaklıklar betonun dayanımını ve dürabilitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Sıcak ve soğuk havada beton dökümleriyle ilgili bazı öneriler aşağıda sunulmaktadır.

2. Sıcak Havada Beton Dökümü

Ülkemizde yürürlükte olan TS 1248 standardına [1] göre; beton dökümü sırasında ortalama sıcaklığın art arda üç gün süre ile 30°C'un üstünde bulunduğu süredeki hava durumu sıcak hava olarak tarif edilmektedir. Amerikan Beton Enstitüsü ACI 305'de [2] ise, sadece sıcak hava değil, bunun yanında beton özelliklerini olumsuz etkileyebilecek yüksek beton sıcaklığı, düşük bağıl nem, yüksek rüzgar hızı ve güneş ışınları da dikkate alınmaktadır. Sıcak havada oluşan problemlerin çoğunluğu, çimentonun hidrasyon hızının artması ve taze beton karışımındaki suyun buharlaşma hızının artması ile ilişkilidir. Oluşan ısı; çimento bileşimi ve inceliğine, beton bileşimine, ortam ve beton sıcaklığına, katkı maddelerinin kullanımına bağlı olarak değişir. Sıcak havaya bağlı olarak taze betonda; çökme kayıp hızının artması, priz süresinin kısalması, plastik rötrenin artma olasılığı gibi problemler ortaya çıkar. Sıcak havada betonun erken kürü daha büyük önem kazanır.

Uygulamacıların sıcak havada beton dökümüne karşı alabileceği bazı önlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir [4];

- En sıcak iklimlerde bile gece gündüzdən daha soğuktur. Çok sıcak ve kuru havalarda beton dökme işleminin akşam veya gece vakitlerinde yapılması yararlı olur.
- Beton dökümünden önce beton kalıbı ve donatı ıslatılmalı, ıslatma suyu buharlaşır buharlaşmaz döküm yapılmalıdır.
- Üretim süresince betonun çökmesi, birim ağırlığı ve hava içeriği gibi özellikler yeterli sıklıkla denetlenmelidir. Gerekli değerlendirmeler için transmikserden çıkan betonun sıcaklığı, beton yerleştirme işlemi sırasındaki hava sıcaklığı, beton koruma süresince ortalama sıcaklıklar ile bu süredeki en düşük ve en yüksek günlük hava sıcaklıkları ölçülüp kaydedilmelidir.
- Şantiyeye ulaşan betonun sıcaklığı kontrol edilmelidir. Olumsuz etkilerinin önlenmesi için herhangi bir tedbir alınmayan durumlarda, taze betonun sıcaklığı 35°C'den düşük olmalıdır [3].
- Betonun yerleştirilmesi ve yüzey düzeltilmesi işlemleri için iyi bir planlama yapılması şarttır. Döküm yerine ulaşan beton bekletilmeden yerleştirilmeli ve vibrasyon kısa sürede tamamlanmalıdır.
- Erken su kaybı betonda plastik rötre çatlaklarına neden olduğundan beton yüzeylerinin ıslak bezlerle örtülmesi gereklidir. Bezlerin kurumasına imkan verilmemeli ve kısa aralıklarla su püskürtülerek ıslatılmalıdır. Böylece, döküm sonrasında betondan rutubet kaybı önlenmiş olur.
- Betonu doğrudan güneş ışığından mümkün olabildiğince korumak gereklidir.
- Beton dökülüp yerine yerleştirildikten sonra hemen ilk masterlama yapılır. Daha sonra bir insan beton üzerine çıktığında birkaç mm derinlikte iz oluşunca ikinci masterlama işlemi yapılabilir.

Kalıba yerleştirilmiş olan ve hidrasyonu devam eden sertleşen betonun sıcaklığı hiçbir durumda 65°C'ü aşmamalıdır [3]. Betonun belirli bir anda yapı elamanının içinde sıcaklığının en yüksek olduğu nokta (kütlelerin merkezi gibi) ile beton örtü tabakası derinliği arasındaki sıcaklık farkı ve yapı elemanı yüzeylerindeki beton örtü tabakası derinliği ve dış yüzey arasındaki sıcaklık farkının hiçbir durumda donatılı betonda 25°C ve donatısız betonda 20°C'ü aşmamalı, bunun için gerekli tedbirler alınmalıdır [3]. Bu koşulları sağlayabilmek için beton bileşiminin uygun tasarımı gereklidir. Şantiyedeki uygulamacıların alacağı önlemlerin yanında, beton üreticisinin alabileceği önlemler de söz konusudur. Taze beton sıcaklığı, bileşimi oluşturan su, çimento ve agreganın sıcaklığına bağlı olduğundan, bu malzemelerdeki sıcaklıkların denetimi gerekli olup, aşağıdaki önlemler alınabilir [4].



- Betonun üretimi ile yerleştirilmesi arasındaki süre en aza indirilmelidir. Beton imalat tesisi ve şantiye arasında iyi bir iletişim sağlanmalıdır. Nakliye şehir trafiğinin yoğun olmadığı süre içerisinde gerçekleştirilmeye çalışılmalıdır. Beton yerleştirme hızı düşük ise transmikserin içindeki beton miktarının azaltılması, priz geciktiricilerin kullanılması değerlendirilebilir.
- Karıştırıcı ve transmikser tamburunun beyaza boyanması ve beton santralinden çıkışta dışının sulanması yararlı olabilir. Aşırı ısınmayı önlemek için betonun karıştırma süresini sınırlandırmak gereklidir.
- Beton üretiminde kullanılan karma suyunun sıcaklığının yüksek olmamasına özen gösterilmelidir. Su beyaza boyanmış tanklarda tutulmalı ve güneş ışınlarının doğrudan etkisinden korunmalıdır.
- Hidratasyon ısısı düşük çimento kullanmak ve çimento dozajını gereksiz yere arttırmamak yarar sağlar.
- Betonda en büyük hacme sahip bileşen olan agreganın sıcaklığı da denetlenmelidir. Agregayı güneş ışınlarının doğrudan etkisinden koruyarak veya su püskürterek sıcaklığının düşürülmesi sağlanabilir.
- Beton suyunun bir bölümünün agrega büyüklüğündeki buz parçalarıyla yer değiştirmesi de bir önlem sayılabilir. Betondaki buzun tümünün erimesi sağlanıncaya kadar karıştırma süresi uzatılmalıdır. Beton karışımına buz ilave etmek başlangıçta beton sıcaklığını azaltsa da, bir süre sonra karışım sıcaklığı çevre sıcaklığına ulaşacaktır.

3. Soğuk Havada Beton Dökümü

Beton dökümü sırasında; ortalama sıcaklığın art arda üç gün süre ile + 5 °C'un altına düşmesi TS 1248 standardında [1] soğuk hava olarak tanımlanmıştır. Birbirini izleyen 3 günden uzun bir süre içinde; günlük ortalama hava sıcaklığı 5oC'den az ise veya 24 saatlik bir sürenin yarısından daha fazla bir sürede sıcaklık 10oC'nin üzerine çıkmıyor ise, bu koşullar da yine soğuk hava koşulları olarak tanımlanmaktadır [5]. Taze betonun döküldüğü ortamın sıcaklığı düşünce priz süresi uzar, hidratasyon yavaşlar ve dayanım kazanma hızı azalır, buna bağlı olarak da kalıp alma süresi de gecikir. Taze betonun ve içindeki suyun donmasıyla birlikte hidratasyon da durur. Don etkisine uğrayan beton çözülünce hidratasyon yeniden başlayabilir, ancak çimento hamuru-agrega ve çimento hamuru-donatı ara yüzeylerinde aderans büyük ölçüde azalır. Bu durum ise beton dayanımında düşüşe yol açar.

Soğuk havada beton dökümüne karşı alabilecek bazı önlemler aşağıdadır;

- Don riski olan hava koşullarında beton dökümünden olabildiğince kaçınılmalıdır.
- Beton dökümü öncesi kalıplar denetlenmelidir. Buzlu kalıp yüzeylerine döküm yapılmamalı, eğer varsa buz parçaları temizlenmelidir.
- Betonun yerleştirme sıcaklığı; eleman kesitleri ve hava sıcaklığına bağlı olarak belirlenen sınır değerden yüksek olmalıdır.
- Çimentonun hidratasyonu sonucu ortaya çıkan ısının beton dışına yayılması önlenmelidir. Bunun için, kalıpların dış yüzeylerine uygun yalıtımlar yapılabilir. Açık beton yüzeyleri ise cam yünü gibi uygun örtüler kullanılarak yalıtılmalıdır. Böyle bir durumda etkin bir yalıtım için gerekli yalıtım malzemesi kalınlığını hesaplanmak da mümkündür [1].
- Soğuk havalarda uzun priz sürelerini önlemek için yapı ısıtılabilir. Döşemelerde, döşeme altında sağlanan ısıtma en az üzerindeki ısıtma kadar önemlidir. Karışımında sıcak su veya sıcak agrega kullanarak betonu doğrudan ısıtmak da mümkündür, ancak bu yöntem yapıyı ısıtmak kadar etkili değildir, çünkü birçok döşeme sıcaklığını koruyacak kadar kalın olmayıp çok incedir.
- Beton belirli bir dayanıma ulaşıncaya dek korunmalıdır. Bu süre; yapı elemanının özellikleri, maruz kalacağı şartlar ve beton özelliklerine göre değişir.
- Beton dayanım kazanma hızı azaldığından kalıp alma süresinin uzatılmalıdır.
- Yüksek hidratasyon ısısına sahip çimento, daha yüksek çimento dozajı ve düşük su / çimento oranı seçilebilir.



- Priz hızlandırıcı ve suyun donma noktasını düşürücü katkıları kullanılabilir. Hava sürükleyici katkı kullanılması da yarar sağlar.
- Betonun ilk sıcaklığının donma derecesine düşmemesi için agrega, çimento ve özellikle su ısıtılabilir. Üretim sırasında bu bileşenlerin sıcaklıklarının özdeş hale getirilmesi yararlı olacaktır.
- Betonun taşınması sırasında da soğuması önlenmelidir.

4. Sonuç

Sıcak veya soğuk havada beton dökümü esnasında çeşitli aksamalara bağlı olarak beton özelliklerinin istenilen şekilde elde edilmesinde sorunlar yaşanabilir. Yukarıda özetlendiği gibi bu koşullarda beton dökümünde en önemli adım döküm öncesi planlama aşamasıdır. Detaylı bir planlama ve beton döküm safhalarının uygun koordinasyonu ile, yaşanabilecek aksamalara karşı önleyici tedbirler önceden alınabilir. Son anda alınan geçici tedbirlerin başarılı olma şansı düşük olduğu unutulmamalıdır.

Kaynaklar

- [1] TS 1248, "Betonun Hazırlanması, Dökümü ve Bakımı Kuralları - Anormal Hava Şartlarında", Türk Standardları Enstitüsü, 2012.
- [2] ACI 305, "Hot Weather Concreting", American Concrete Institute, 1999.
- [3] TS 13515, "TS EN 206'nın Uygulamasına Yönelik Tamamlayıcı Standard", Türk Standardları Enstitüsü, 2014.
- [4] Taşdemir, M.A., Şengül, Ö., Şamhal, E. ve Yerlikaya, M., "Endüstriyel Zemin Betonları", İnşaat Mühendisleri Odası, 2006.
- [5] ACI 306, "Cold Weather Concreting", American Concrete Institute, 1997.

Seray Kaya

ODTÜ, Metalurji ve Malzeme
Mühendisliği Bölümü, Ankara

Hüseyin Kaya

Yapı Denetim Kuruluşları Birliği

Prof. Dr. İsmail Özgür Yaman

ODTÜ, İnşaat Mühendisliği
Bölümü, Ankara

Yapı Denetiminde Betonun Yeri

Özet

Dünyada kişi başı yıllık beton tüketim oranının 0.8 ile 1.0 m³ arasında değiştiği öngörüldüğünde, betonun dünyanın en fazla kullanılan yapay malzemesi olduğunu söylemek doğru olacaktır. Bu durum ülkemizde de dünyaya paralellik göstermekte olup beton tüketim oranları son yıllarda 1.0 m³ üzerine çıktığı bilinmektedir. Yapı stoğunun çoğunun betonarme olduğu ülkemizde, özellikle geçmişte, her deprem sonrasında yıkılan binalarda neredeyse birinci suçlu olarak betonun hedef gösterilmesi gerek idare, gerekse beton üretici ve yapı denetçilerinin beton denetimine önem vermesine yol açmıştır. Günümüzde beton üretimi hazır beton tesislerinde bilgisayar kontrolündeki üretim sistemleri kullanılarak üretilmekte ve kullanıcıya taze halde, yani nihai özelliklerini kazanmadan sunulmaktadır. Bir nevi yarı-mamül olarak adlandırılan bu ürünün nihai özellikleri üretim sonrası süreçlerden etkilenmekte bu da bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu bildiride Türkiye'deki yapı stoğunun en önemli kısmını oluşturan betonarme binalarda, yine yapının taşıyıcı sisteminin en önemli malzemesi olan betonun üretimi ve denetiminin Türkiye'deki standartlar ve yurtdışındaki standartlarda nasıl ele alındığı anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Yapı denetimi, beton, beton denetimi

1. Giriş

TÜİK verilerine göre; Türkiye'de 8 milyon 819 bin 551 bina ve 19 milyon 209 bin 928 konut mevcuttur. 1975 yılından önce üretilen konutlarda yapılan incelemelerde beton dayanımlarının C3 ile C10 arasında değiştiği ve birinci derecede risk taşıdığı belirlenmiştir. Ülkemizdeki konutların yaklaşık %35'i risk altındadır ve yenilenmesi (yaklaşık 6.5 milyon konut) gerekmektedir. Ayrıca; mevcut binaların yüzde 40'ı kaçak ve yüzde 67'si de iskânsızdır. 16/05/2012 tarihinde yasalaşan 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ile "riskli ve sağlıksız olan yapılaşmanın afet riski altındaki alanlar ile bu alanlar dışındaki riskli yapıların bulunduğu arsa ve arazilerde, fen ve sanat norm ve standartlarına uygun, sağlıklı ve güvenli yaşama çevrelerini teşkil etmek" hedeflenmektedir.

Ülkemizin en büyük sorunlarından birisi kuşkusuz "Deprem"dir. Son yüz yılda yaklaşık 110.000 vatandaşımızı depremlerde kaybettik. Can kayıplarının yanı sıra mal kayıplarının da yüksek olması bu sorunu daha da ciddi kılmaktadır. 1999 Marmara Depreminin, büyük can kayıplarının yanı sıra, ülke bütçesinin yaklaşık %12 si kadar maddi zarar görmüştür. Yaşanan bu deprem felaketi, başta İstanbul'dakiler olmak üzere bölgedeki binaların çok büyük bir bölümünü etkilemiş, ciddi hasarlar

oluşturarak yapıların dayanıklılığını önemli ölçüde azaltmıştır. Bölgedeki deprem riskinin hala devam ediyor olması, buna karşılık hasarlı binaların çoğunun kullanılıyor olması, burada yaşayan insanların can güvenliği açısından çok büyük risk oluşturmaktadır. İstanbul'da deprem riski altındaki binaların %70'i imara aykırıdır. "Sağlıksız ve niteliksiz" olduğu tespit edilen bina sayısı ise 1,6 milyon civarındadır. Bu nedenlerden dolayı; Kamunun, Yapı Denetim Sektörünün ve İnşaat Sektörünün temel görevi "Depremlerde yıkılmayacak sağlam ve sağlıklı yapılar üretmek" olmalıdır. Bu noktada taşıyıcı sistemin ana unsuru olan "BETON" devreye girmektedir. Özellikle, yapı denetim kanunu kapsamında denetlenen ve standartlara uygun üretilip şantiyede yerine yerleştirilen beton ile yapılmış binalar depremlere dayanıklı birer yapı olarak vatandaşın kullanımına açılmıştır. 2000 yılından itibaren sürekli gelişen çimento ve beton sektörü büyük oranda standartları yakalamıştır.

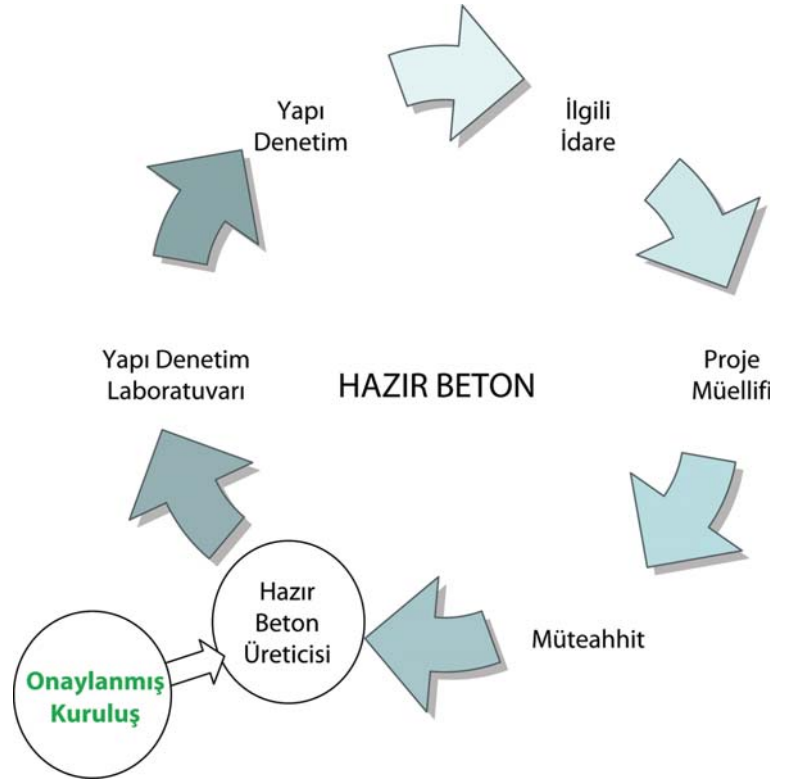
Kentsel dönüşüm kapsamında yenilenecek riskli binalar, kaliteli beton kullanımı ve verilecek etkin yapı denetim hizmeti ile ekonomik ömürleri boyunca depremlere karşı sağlam duracakları söylenebilir. Bu dönüşümde çimento ve beton sektörüne büyük görevler düşmektedir.

Bu bildiriye ülkemizde ve yurtdışında betonun denetimine ilişkin güncel bilgilere yer verilecek ve çeşitli standartlar arasında karşılaştırmalar yapılarak çelişkiler ortaya konacaktır. Verilen bu bilgiler ışığında ülkemizde betonun yapı denetiminden sorumlu mimar mühendisler tarafından nasıl denetlendiği ve sık karşılaşılan sorunlara değinilecektir.

2. Beton Üretimi Ve Denetimine İlişkin Mevcut Standartlar

Günümüzde yapılarda kullanılan beton, "hazır beton" olarak tanımlanmaktadır. Hazır beton, betonu oluşturan bileşenlerin bilgisayar kontrolüyle daha önceden belirlenen oranlarda bir araya getirilip, beton santralinde (yaş karışım) veya transmikserde (kuru karışım) karıştırılmasıyla üretilen ve tüketiciye "taze beton" olarak teslim edilen bir yarı-mamül üründür. Betonun istenen nihai özelliklerine erişebilmesi için bu ilk üretim aşamasından sonra geçirdiği dönem, yapıya yerleştirilmesi, sıkıştırılması ve bakımı (kürü) yani üretim sonrası süreçler de çok önemlidir. Üretim sonrası süreçlerin kontrolü ise hazır beton üreticisinden ziyade yapı müteahhidin sorumluluğundadır.

Bilindiği üzere bina ve diğer inşaat mühendisliği işlerini içermek üzere tüm yapı işlerinde kalıcı olarak kullanılmak amacıyla üretilen bütün malzemeler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği" gereği "CE" işareti taşımak zorundadır. Hazır beton ise CE kapsamı dışındaki ürünlerin piyasaya arz koşulları ve yapıda kullanım koşullarının belirtildiği "Yapı Malzemelerinin Tabi Olacağı Kriterler Hakkında Yönetmelik" tarafından belirlenmiş olan "G" işaretini taşımak durumundadır. Dolayısıyla, Şekil 1'de verilen "Hazır Beton ve Yapı Denetimi ile ilişkili Kişi ve Kurumlar" listesine "G" belgesi vermek üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından onaylanmış kuruluşlar da eklenmelidir. Bu belge kapsamında hazır beton firmaları yılda bir kez yapılan ve bütün üretim süreçlerinin gözden geçirildiği bir "sistem denetimi"ne tabi tutulmakta ayrıca, yılda üç kez habersiz olarak hazır beton ürünlerinden numunelerin alındığı bir "ürün denetimi"nden geçirilmektedir. Bütün bu denetimlere ilave olarak beton bir



Şekil 1 - Hazır Beton ve Yapı Denetimi ile ilişkili Kişi ve Kurumlar

de "Piyasa Gözetimi ve Denetimi" kanunu kapsamında ilgili idarelerce tesislerde habersiz olarak denetlenmektedir.

Yine bilineceği üzere beton -en yalın haliyle- çimento, kum, çakıl, su ve ilave katkı malzemelerinin belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Betonda en yaygın aranan niteliklerden birisinin basınç dayanımı olmasına rağmen, günümüzde betonun dayanımdan ziyade dayanıklılık özellikleri ön plana çıkmaktadır. Ancak, ülkemizde halen basınç dayanımının ötesindeki özelliklerine çok fazla önem maalesef verilmemektedir. Betonun dayanım özelliklerinin belirlenmesi ise hazır beton mikserinden alınan "standard numuneler" olarak tabir edilen numuneler yardımıyla belirlenmektedir. Buradan elde edilen dayanım sonuçları yapıdaki betonun "gerçek dayanımından" ziyade "muhtemel dayanımını" vermektedir. Öte yandan aynı beton karışımından alınan ve benzer şekilde saklanan ve test edilen bu standard numunelerin dayanım sonuçları arasında da dahi farklılıklar çıkmaktadır. Bu farklılıkların aşağıda gösterildiği üzere iki temel sebebi olabilir (Tablo 1):

- Beton harmanları arasında; beton bileşenlerinin oranları veya özelliklerinin değişmesi ve üretim sonrası süreçler (taşımaya, yerleştirme, sıkıştırma, hava sıcaklığı vb.)
- Aynı harmandaki test numuneleri arasında; numune alma, hazırlama kür ve test süreçlerindeki farklılıklar

Tablo 1 - Beton dayanım farklılıklarının temel nedenleri

Farklı Beton Harmanları Arasında: Betonun Özelliklerinden Kaynaklı Farklılıklar	Aynı Beton Harmanında: Test Yöntemlerinden Kaynaklı Farklılıklar
<ul style="list-style-type: none">• S/Ç oranındaki değişimlere neden olan<ul style="list-style-type: none">- Suyun yetersiz kontrolü- Agregadaki nemin aşırı değişkenliği ya da agregaların değişken nem ölçümleri- Kıvam iyileştirme• Su ihtiyacında değişimlere neden olanlar<ul style="list-style-type: none">- Agregada gradasyonu, su emmesi, ve şekil özelliklerindeki değişiklikler- Bağlayıcı malzemelerdeki değişiklikler- Hava muhtevastaki değişiklikler- Taşıma zamanı ve sıcaklığındaki değişiklikler• Bileşenlerin özellikleri ve miktarlarındaki değişiklikler<ul style="list-style-type: none">- Agregalar- Bağlayıcı malzemeler- Kimyasal katkıları• Karıştırma, taşıma, yerleştirme ve sıkıştırmadaki değişiklikler• Beton sıcaklığı ve kür sıcaklığındaki değişiklikler	<ul style="list-style-type: none">• Düzgün olmayan numune alma prosedürleri• Üretim tekniklerinden kaynaklı değişiklikler<ul style="list-style-type: none">- Yeni hazırlanan numunelerin bakımı, saklanması ve kürü- Kalitesiz, bozulmuş ve zarar görmüş numune kalıpları• Kürdeki değişiklikler<ul style="list-style-type: none">- Sıcaklık değişkenliği- Değişken nem kontrolü- Numunelerin laboratuvara taşınmasındaki gecikmeler- Standart küre başlamadaki gecikmeler• Yetersiz test prosedürleri<ul style="list-style-type: none">- Numune hazırlanması- Test prosedürü- Kalibre edilmemiş test cihazları kullanımı

Dolayısıyla, herhangi bir betonun basınç dayanımını tek bir numune üzerinden vermek beton gibi kompozit ve heterojen bir malzeme açısından son derece yanıltıcıdır. Herhangi bir beton karışımının basınç dayanımı ancak birden fazla numune üzerinden istatistiksel bazı yaklaşımlar kullanılarak belirlenebilir. Öte yandan, belirli bir karışım için betonun basınç dayanımını etkileyen en önemli faktör karışım içerisindeki su miktarıdır. Beton içerisinde bulunan su miktarının birkaç kaynağı olabilir. Kum ve çakılın nem durumu, transmikserin nem durumu gibi parametrelerin belirlenmesi maalesef mümkün değildir. Öte yandan, transmikserden sonradan katılan su ise gerektiğinde kayıt altına alınabilir. Dolayısıyla, herhangi bir beton karışımındaki basınç dayanımı farklılıklarının belirlenmesi doğrudan karışıma giren bütün malzemelerin; beton üretim ve taşıma süreçlerinin;

ve numune alma, hazırlama, bakım ve test süreçlerinin tümünün çok sıkı bir denetimi ile olabilir. Dolayısıyla, hazır betonda "G" belgesi kapsamında uygulanan "sistem denetimi" ve "ürün denetimi" süreçlerinin önemi burada ön plana çıkmaktadır.

2.1. Beton Üretim Denetimi

Ülkemizde hazır beton EN harmonize standartlarından biri olan TS EN 206-1 standardına göre üretilmektedir. Bu standartta, şartname hazırlayıcı, imalâtçı ve kullanıcının üzerine düşen görevler tarif edilmiştir. Şartname hazırlayıcının Madde 6'da belirtilen beton özelliklerinden, imalâtçı'nın Madde 8 ve 9'da belirtilen uygunluk ve imalât kontrolünden, kullanıcının ise betonun yapıya yerleştirilmesinden sorumlu olduğu belirtilmiştir. Beton özelliklerinin belirtildiği Madde 4'te betonun dayanım sınıflarının yanısıra, dayanıklılık (çevresel etki) sınıfları, yoğunluk sınıfları ve taze özelliklerine ilişkin (kıvam ve agrega tane büyüklüğü) sınıflar verilmiştir.

Beton numunelerinin nasıl alınacağı, testte kullanılacak numune kalıplarının ve diğer cihazların özellikleri ile bu numuneler üzerinde nasıl deney yapılacağı gibi bilgiler ise TS EN 12350 ve TS EN 12390 serisi standartlarında belirtilmiştir. Şantiyede hazır beton transmikserinin olduğundan, ya da beton hazır beton firmasının pompası ile iletiliyor ise, pompa ucundan örnek alınabilir. Alınan örneğin transmikserin ilk ve son dökümünden olmamasına özen gösterilmelidir [TS EN 12350-1]. Alınacak beton örneğinin, deneyler için gereken miktarın en az 1.5 katı olması gereklidir [TS EN 12350-1]. Alınan örnekte ayrışma olmamalı ve gerekir ise karıştırılmalıdır. Alınan beton örneği, önceden iç yüzeylerine bir kalıp yağı uygulanmış ve standartlarına uygun olan kalıplara en az 2 tabaka halinde yerleştirilmeli ve her tabaka 16 mm çaplı ve 600 mm uzunlukta (veya 25x25 mm kare kesitli ve 380 mm uzunlukta) çelik bir çubuk ile 25 kezden az olmamak üzere sislenerek sıkıştırılmalıdır. Burada temel kural tam sıkışmanın sağlanması ve hapsolmuş havanın atılmasıdır. Bu amaçla sıkıştırma işleminden sonra kalıp dış yüzeyine uygun bir tokmak ile vurularak havanın çıkması sağlanabilir [TS EN 12390-2, TS 3351]. Sıkıştırma işlemi titreşim masası veya iç vibratör ile de yapılabilir. Bu şekilde kalıplara doldurulan ve yüzeyi düzeltilen beton, üzeri işaretlendikten sonra şantiye binasında kapalı bir hacme alınarak 20 ± 2 °C sıcaklıkta ve nem kaybı olmayacak şekilde üzeri örtülerek (cam, plastik, branda gibi örtüler ile) sertleşinceye kadar en az 16 saat ve en çok 3 gün [TS EN 12390-2] şantiyede saklanır.

Bu aşamada ortam sıcaklığının standard değerinin üzerine çıkmamasına ya da altına inmemesine, doğrudan güneş ışınları almamasına, nem kaybı olmamasına ve numunenin örselenmemesine özen gösterilmelidir. Beton yeterli sertliğe ulaştıktan sonra kalıbından çıkarılarak ve nem kaybı olmamasına ve örselenmemesine özen gösterilerek (örneğin ıslak kum veya talaş içinde veya köpük ile kaplanmış kalıplar içinde) deney gününe kadar saklanacağı laboratuvara iletilir. Bu laboratuvar şantiyede olabileceği gibi, tarafların anlaşması durumunda hazır beton tesisi ya da deneylerin yaptırılacağı bir başka kurum laboratuvarı da olabilir. Burada önemli olan beton numunelerin 20 ± 2 °C sıcaklıkta, kirece doymuş ve sıcaklığı kontrol edilen termostatlı bir havuz içinde saklanmasıdır [TS EN 12390-2].

Deney yapılacak zamandan 2-3 saat önce havuzdan çıkarılan numunelere güncel kalibrasyonlu bir basınç aletinde yükleme hızı kontrolü yapılarak basınç deneyi uygulanır ve basınç dayanımları belirlenir.

Basınç dayanımı uygunluk değerlendirilmesinde kullanılması gereken ve bir "onaylanmış kuruluş" tarafından kontrol edilmesi gereken imalat kontrol sürecine göre aşağıdaki tabloda belirtilen iki kriter değerlendirilmektedir. Buna ilave olarak sürekli üretimde "standard sapma"nın kontrolü de istenmektedir.

Tablo 2 - TS EN 206-1'e göre betonun uygunluk değerlendirme kriterleri

İmalat	Grupta elde edilen basınç dayanımı deney sonucu adedi "n"	1. Kriter	2. Kriter
		"n" adet deney sonucunun ortalaması (f_{cm}) N/mm ²	Herhangi tek deney sonucu (f_{ci}) N/mm ²
Başlangıç	3	$\geq f_{ck} + 4$	$\geq f_{ck} - 4$
Sürekli	15	$\geq f_{ck} + 1,48\sigma$	$\geq f_{ck} - 4$

Şubat 2000'de yürürlüğe giren "TS 500: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları standardına" göre yapılacak bir basınç dayanımı uygunluk değerlendirmesine göre bir işte en az 3 grup (9 numune) alınması istenmektedir. Alınan 3'er numunelik gruplar G1, G2, G3... olarak isimlendirilmektedir. Birbiri ardına gelen 3'er grupluk partiler (9 numune) P1, P2, P3 olarak isimlendirilmektedir. TS 500, betonun aşağıdaki tablodaki her iki koşulu birden sağlaması halinde kabul edilebileceğini belirtmektedir:

Tablo 3 - TS 500'e göre betonun uygunluk değerlendirme kriterleri

Kriterler	Sağlanması gereken eşitlik
Her Parti Ortalaması (9 numune ortalaması)	$f_{cm} \geq f_{ck} + 1 \text{ MPa}$
Her Partide en küçük grup ortalaması (3 numune ortalaması)	$f_{cmin} \geq f_{ck} - 3 \text{ MPa}$

Yukarıda belirtilen betonun nitelik denetiminin anlatıldığı TS 500'ün "3.4 maddesi" 26 Ekim 2002 tarihinde Resmi Gazete'de yayınlanan bir değişiklikle tadil edilerek betonda nitelik denetimi için uygulanacak koşullar ve kriterler konusunda TS EN 206-1'deki kriterlerin esas alınması belirtilmiştir. Ancak, daha sonra, 4 Haziran 2004'de yayınlanan Resmi Gazete ise, 21/7/2002 tarihli ve 24822 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Mecburi Standard Tebliği" ile mecburi uygulamaya konulan TS 500 "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları" standardı, tadil metninin, yürürlükten kaldırıldığını belirtilerek, tekrar TS 500/2000 "Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları" standardının ilk haline dönmüştür. Halen TSE'nin web-sitesinde bu tadil metninin yürürlükte görünmesi ise karışıklığa yol açmaktadır.

2.2. Betonun Yapıdaki Dayanımının Belirlenmesi

Betonun, yapıdaki dayanımının belirlenmesinde tahribatlı bir deney yöntemi olan karot numunesi alınması ve tahribatsız deney yöntemlerinden olan yüzey sertliği metodu veya ultrases hızı, yaygın olarak ayrı ayrı veya birlikte kullanılmaktadır.

Kompozit bir malzeme olan betonun dayanımını etkileyen parametreler daha önce tartışılmıştı. Bunlara ilave olarak, imalatı bitmiş bir yapıdan elde edilen karot numunelerinin alınması ve dayanımının bu numunelerden belirlenmesi de ilave dağılım parametreleri getirir. Karot numunesinin çapı, boyu, boyun çapa oranı, nem durumu, donatı ihtiva etmesi, karot alma işlemi sırasında verilen hasar gibi parametreler bu ilave dağılımı oluşturan başlıca nedenler olarak gösterilebilir [3-8].

Ülkemizde, sertleşmiş betondan numune alınması ve beton kalitesinin ölçülmesi TS EN 13791 ve TS EN 12504-1 standartlarına göre yapılmaktadır [9, 10]. TS EN 13791, sertleşmiş beton dayanımının belirlenmesinde tahribatlı deney (karot alınarak) veya tahribatsız dolaylı deney (yüzey sertliği veya ultrases geçiş hızı) yöntemlerinin birlikte kullanılabilceğini, TS EN 12504-1 ise tahribatlı deney (karot alınarak) yöntemini önermektedir. ABD'de ise mevcut yapıdan beton karot numunesi alınması ve değerlendirilmesi ASTM C42 ve ACI 214.4 standartları kullanılarak yapılmaktadır [11, 12]. Mevcut yapıların deprem güvenliğinin belirlenmesinde ise ülkemizde mülga Bayındırlık ve İskan Bakanlığı'nca hazırlanan "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik", ABD'de ise Federal Acil Durum Yönetim Kurumunca yayımlanan FEMA-273 no'lu kılavuz doküman kullanılmaktadır [13, 14].

2.2.1 Türkiye'de Mevcut Durum

Ülkemizde Nisan 2010 yılında yürürlüğe giren TS EN 13791 no'lu standard, daha önce yürürlükte olan TS 10465 standardının yerini almıştır. Bu standarda göre yapıdan alınacak karotlar, TS EN 12504-1'e göre alınmalı, incelenmeli ve hazırlandıktan sonra TS EN 12390-3'e göre deneye tabi tutulmalıdır. Standard alınan herhangi bir karot için beton dayanımını etkileyen faktörleri, beton karakteristikleri ile ilgili faktörler ve deney değişkenleri olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Beton karakteristikleri ile ilgili faktörleri, rutubet içeriği, boşluk oranı, döküm yönüne göre doğrultusu

ve kusurlar olarak sıralamış ve bunların basınç dayanımını yaklaşık ne kadar etkileyeceğine (azaltacağına veya artıracığına) dair birtakım düzeltme katsayıları vermiştir. İkinci grup olarak deney değişkenleri arasında karot çapı, boy/çap oranı, uç yüzeylerinin düzgünlüğü, delme (hasar) etkisi ve donatı olarak sıralamış ve bu parametrelerin basınç dayanımını artırıcı veya azaltıcı bir yönde etkisi olabileceğini söyleyerek herhangi bir düzeltme katsayısı belirtmemiştir. Karot basınç dayanımının değerlendirme aşamasında ise sadece karot çapı ve boy/çap oranı ile ilgili olarak; uzunluğu ve anma çapı birbirine eşit ve 100 mm olan karotların deneye tabi tutulmasıyla bulunan dayanım değerlerinin, aynı şartlarda oluşturulan ve küre tabi tutulan 150 mm'lik küp numune dayanımına eşit olacağını; benzer şekilde anma çapı en az 100 mm ve en fazla 150 mm olan ve uzunluk/çap oranı 2.0'ye eşit olan karotların deneye tabi tutulmasıyla elde edilen dayanım değerlerinin ise, aynı şartlarda oluşturulan ve küre tabi tutulan, çapı 150 mm ve uzunluğu 300 mm'lik silindir numune dayanımına eşit olduğunu belirtmiştir. Alınması gereken karot sayısına ilişkin olarak yapıda, karot alınması sonucunda ortaya çıkan herhangi yapısal olumsuzluğa dikkat gösterilmesini ve bir deney bölgesinden alınacak karot adedini belirlerken, dikkate alınan bölgede kullanılan beton hacmi ve karot deneylerinin amacına dikkat edilmesi gerektiği belirtilerek her bir deney alanından (kolon, giriş, perde vs) bir adet karot alınması gerektiği ifade edilmiştir. Yapıdaki beton basınç dayanımı için istatistiksel ve güvenlik sebebiyle, alınabildiği kadar çok sayıda karot numune kullanılması gerektiği ve yapıdaki beton basınç dayanımının belirli bir deney bölgesinde tayini için (kat, blok, vs), en az üç adet karot sonucunun esas alınması gerektiği ifade edilmiştir. Yukarıdaki cümlelerden de anlaşılacağı üzere karot alımı sadece işçi veya teknisyenlere bırakılmamalı, muhakkak bir inşaat mühendisinin gözetiminde karot alınmalıdır.

Değerlendirme aşamasında ise karotun alınma nedenine göre bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur.

Modifiye edilecek, yeniden tasarım yapılacak veya hasar görmüş "eski" bir yapının değerlendirilmesinde 2007 yılında yayınlanarak yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmeliğin 7. Maddesi'nin kullanılmasını tarif ederek alınacak olan karot sayısına göre iki farklı yöntem belirtmiştir. Bunlardan, en az 15 karotun kullanıldığı, ilkinde beton karakteristik basınç dayanımının denklem (1)'e göre, 3 ila 14 karot kullanılan ikincisine göre ise denklem (2)'ye göre ifade edilebileceğini belirtmiştir.

$$f_{ck} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k_2 s \\ f_{ck,is} = f_{is,min} + 4 \end{array} \right\} \quad (1)$$

$$f_{ck} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{ck,is} = f_{m(n),is} - k \\ f_{ck,is} = f_{is,min} + 4 \end{array} \right\} \quad (2)$$

Burada;

f_{ck} : Standard numune karakteristik basınç dayanımı

$f_{ck,is}$: Yapıdaki karakteristik basınç dayanımı

$f_{m(n),is}$: n adet karot basınç dayanımının ortalaması

$f_{is,min}$: Karot basınç dayanımlarının en düşüğü

k_2 : Çok sayıda deney sonucu ile ilgili bir katsayı, genellikle 1.48 olarak alınır

s : Karot basınç dayanımlarının standard sapması

k : Az sayıda deney sonucu ile ilgili bir katsayı

TS EN 13791 standardı, yapı denetim şirketlerinin daha çok muhattap olduğu "yeni" bir betonarme yapıdaki, beton kalitesinin (uygun olmayan veya kusurlu işçilik hakkında anlaşmazlık oluştuğunda) değerlendirilmesi içinse 9. Madde'nin kullanılmasını tarif ederek yukarıdakine benzer şekilde karot sayısına göre üç farklı yöntem belirtilmiştir.

- Buradaki ilk maddeye göre en az 15 adet karot alınan, çok sayıda beton harmanı kullanılarak imal edilmiş bir deney bölgesi için aşağıdaki denklem (3) ve (4)'te verilen her iki şartın birlikte sağlanması hâlinde, bölgedeki betonun yeterli dayanıma sahip olduğu ve betonun EN 206-1'e uygun olarak kabul edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

$$f_{m(n),is} \geq 0,85(f_{ck} + 1,48 s) \quad (3)$$

$$f_{is,min} \geq 0,85(f_{ck} - 4) \quad (4)$$

- Buna ilave olarak taraflar arasında mutabakat sağlandığı takdirde daha az sayıda karot numunesi alınmasına ve tahribatsız muayene yöntemleri kullanılarak en az 15 yerde dayanımların dolaylı olarak tesbitini ve burada belirlenen en düşük iki yerden karot alınması suretiyle denklem (4)'ün tek başına kullanımına izin vermiştir.
- Son olarak bir veya birkaç beton harmanının kullanıldığı küçük bir bölgede şartname hazırlayıcının deneyimlerine güvenilerek karot alınacak iki bölgenin belirlenebileceğini ve bu iki karot sonucuna göre yine denklem (4)'ün sağlanması halinde bölgedeki betonun yeterli dayanıma sahip olarak değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Standartta beton dayanımının istenenden daha düşük olması hâlinde, tasarım kabullerinin değişmiş olacağı belirtilerek yapının, yapısal yeterlilik bakımından tahkik edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Standard, yapıdaki beton dayanımının düşük çıkmasının çok sayıda sebebi olabileceğini belirterek, **yetersiz sıkışma** veya **şantiyede betona kontrolsüz su ilavesi** gibi ülkemizde sıklıkla karşılaşılan problemleri belirtmiştir.

Öte yandan, "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik"te mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi yedinci bölümde ele alınmıştır. Bu bölümde betonarme binalarda üç farklı bilgi düzeyinde değerlendirme yapılabilmesi öngörülmüştür. Örneğin yönetmelikteki "Orta Bilgi Düzeyi"ne göre, her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılması gerektiği belirtilmiştir. Yine aynı yönetmelikte elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında örneklerden elde edilen "**ortalama-standart sapma**" değerlerinin mevcut beton dayanımı olarak alınması gerektiği belirtilmiştir. Ancak, burada bahsi geçen TS 10465 yürürlükten kaldırılmış olup TSE'ce belirtildiği üzere TS EN 13791 standardı bunun yerini almıştır. TS EN 13791 standardına göre yapılan mevcut basınç dayanımı değerinin belirlenmesi yöntemi ise bu yönetmelikle çelişmektedir ve burada atıf yapılması gereken standardın TS 12504-1 olması gerektiği düşünülmektedir.

2.2.2. Amerika Birleşik Devletleri'nde mevcut durum

2004 yılında revize edilen ASTM C42 no'lu standardda, mevcut binalardan alınacak karot numunelerinin basınç dayanımlarını etkileyen parametreler olarak karot çapı, boyu, boy/çap oranı ve nem durumu gösterilmiştir. Alınacak karot numunelerinin çaplarının en az 94 mm olması gerektiği belirtilerek daha küçük çaplarda alınan karot dayanımlarının daha düşük çıkabileceği ve boy/çap oranına daha fazla bağlı olacağı ifade edilmiştir. Ayrıca, numunelerin boy/çap oranlarının 1.75 ila 2.00 arasında olması gerektiği, 1.75'den az olması durumunda ise bir düzeltme faktörünün uygulanması gerektiği gösterilmiştir. Bu standardda karot numunesinin geometrisi dışında ihtiva ettiği nemin numune içerisinde dağılımının sonuçları etkileyeceği de belirtilmektedir. Öte yandan Amerikan Beton İdaresi'nce 2003 yılında revize edilerek yayımlanan ACI 214.4R-03 no'lu standard doküman, mevcut binalardan karot alınması ve sonuçların irdelenmesiyle ilgili oldukça kapsamlı bilgi ihtiva etmektedir. Bu standardda yine yukarıdaki standartlarda adı geçen parametrelerin basınç dayanımına etkileri ifade edilerek, bu etkiler için istatistiksel olarak bulunmuş sayısal düzeltme faktörleri gösterilmektedir. Bu standardda belirtilen karotun yapıdaki eşdeğer dayanımını hesaplayabilmek için aşağıdaki formül önerilmektedir.

$$f_c = F_{1/d} F_{dia} F_{mc} F_d f_{core} \quad (5)$$

Bu formülde;

f_c : karotun yapıdaki eşdeğer dayanımını,

f_{core} : karot basınç dayanımını,

$F_{1/d}$: karot boy/çap oranını gözönüne alan düzeltme faktörünü,

F_{dia} : karot çapı için önerilen düzeltme faktörünü,

F_{mc} : karotun nem ihtivası halinde kullanılacak düzeltme faktörünü,

F_d : karota verilen hasar durumunu içeren düzeltme faktörünü göstermektedir.

Yukarıda tanımlanan faktörler için ise aşağıda tabloda belirtilen değerlerin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Tablo 4 - ACI 214.4'de Belirtilen Düzeltme Faktörleri

Faktör tanımı	Düzeltilme katsayısı (f_{core} MPa olarak kullanıldığında)
$F_{l/d}$: l/d (Karot boy/çap oranı)	
Olduğu gibi	$1 - (0.130 - 4.3 \times 10^{-4} \times f_{core}) (2 - l/d)^2$
48 saat su içerisinde bekletilmiş	$1 - (0.117 - 4.3 \times 10^{-4} \times f_{core}) (2 - l/d)^2$
Havada kurutulmuş	$1 - (0.144 - 4.3 \times 10^{-4} \times f_{core}) (2 - l/d)^2$
F_{dia} : Karot çapı	
50 mm	1.06
100 mm	1.00
150 mm	0.98
F_{mc} : Karot nem muhtevası	
Olduğu gibi	1.00
48 saat su içerisinde bekletilmiş	1.09
Havada kurutulmuş	0.96
F_d : Karot alma işleminde verilen hasar	1.06

Yukarıdaki dönüştürme formülüne ilave olarak, FEMA-274 no'lu yardımcı kılavuz dokümanda karotun donatı ihtiva etmesi durumunda kullanılacak ilave bir düzeltme faktörü de (F_r) kullanılabilir. Şayet yapıdan alınan karotta donatı bulunmuyorsa bu faktör 1.00, bir adet donatı var ise 1.08, iki adet donatı var ise 1.13 kullanılması önerilmektedir. Sonuç olarak mevcut bir yapıdan alınan karotun basınç dayanımını kullanarak yapıdaki eşdeğer basınç dayanımını hesaplayabilmek için aşağıdaki formül önerilmektedir.

$$f_c = F_{l/d} F_{dia} F_r F_{mc} F_d f_{core} \quad (6)$$

3. Yapı Denetim Mevzuatına Göre Beton Denetimi ve Karşılaşılan Sorunlar

Yürürlükte olan yapı denetim mevzuatının temel kaynağı olan 4708 sayılı "Yapı Denetimi Hakkında Kanun" 29/06/2001 tarihinde, "Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği" de 13/08/2001 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Burada beton işleriyle ilgili olabilecek sorumlu taraflar olarak "Denetçi mimar mühendis", "İlgili idare", Kontrol elemanı, "Yardımcı kontrol elemanı" ve "Laboratuvar" belirlenmiştir. Betonun "uygulama denetçisi inşaat mühendisi" veya "kontrol elemanı inşaat mühendisi veya mimar" veya "yardımcı kontrol elemanı" nezaretinde dökülebileceği belirtilmiştir. Beton numunelerinin ise döküm yerinde yapı denetim elemanlarının huzurunda deneyi yapacak laboratuvarın teknik elemanlarınca "ilgili standartlara" uygun olarak alınacağı belirtilmiştir. Burada açıkça belirtilmeyen ve daha sonra 08 Ekim 2009 tarihli bir genelge ile betonun nitelik denetiminin TS 500 standardına göre yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Aşağıdaki örneklerde ülkemizde yapı denetim firmalarının karşılaştığı beton dayanımının değerlendirilmesi ile ilgili bazı sorunlara değinilecektir.

- Hazır beton üreticisi ile kullanıcı (tüketici) arasında genellikle numunelerin saklama koşulları konusunda anlaşmazlık çıkabilmektedir. Şantiyede betonu kullanacak olan taraf (tüketici), betonun yapıda ideal koşullarda bulunmayacağını ileri sürerek beton numunelerin saklama koşullarının standard olması gereğine önem vermemektedir. Daha önce de belirtildiği üzere betonun alınan numunelerin şantiye koşullarında saklanması durumunda elde edilen dayanım değerleri beton sınıfını belirlemede bir ölçüt olarak kullanılamaz. Bu durumun amacı farklıdır; şantiye koşullarında saklanan (numunelere aynı zamanda şantiye koşullarına uygun

sıkıştırma da uygulanabilir) beton numunelerinin belirli süreler sonunda ulaştığı dayanımın belirlenmesine yönelik olabilir. Burada elde edilen dayanımlar kullanılarak i) Kalıp sökme zamanı, ii) Yapının üzerine yeni kat çıkmak için uygun zaman, veya iii) Bir yapıyı hizmete sokma (örneğin beton yollarda) zamanı belirlenebilir.

- Beton numunelerin mukavemet değerlendirmelerinde de sorunlar yaşanmaktadır. TS 500, mukavemet değerlendirmesinde bulunmak üzere bir işte en az 3 grup (9 numune) alınmasını istemektedir. Alınan 3'er numunelik gruplar G1, G2, G3... olarak isimlendirilmektedir. Birbiri ardına gelen 3'er grupluk partiler (9 numune) P1, P2, P3 olarak isimlendirilmektedir. TS 500, betonun aşağıdaki iki koşulu birden sağlaması halinde kabul edilebileceğini net bir şekilde belirtmektedir:

a) Her Partide en küçük grup ortalaması (3 numune ortalaması),

$$f_{cmin} \geq f_{ck} - 3 \text{ MPa}$$

b) Her Parti Ortalaması (9 numune ortalaması),

$$f_{cm} \geq f_{ck} + 1 \text{ MPa}$$

Uygulamada, 100 m³'e kadar olan beton dökümlerinde, 28 günlük 3 adet numune ortalama mukavemetine bakılmakta, f_{ck} veya bazı durumlarda f_{ck} + 1 değerinin geçilmesi istenmektedir.

TS 500 standardında 3 adet numune mukavemetinin ortalamasının f_{ck} veya f_{ck} + 1 değerini geçmesi gerektiği ile ilgili bir kriter kesinlikle yoktur. Standartta olmamasına rağmen, değişik gerekçelerle (belediyeler böyle istiyor, numune sayısı, bilgi eksikliği, vb.) standardın istemediği bu değerlendirme kullanılmaktadır.

- Numune kalıplarının ve preslerinin kalibrasyonları düzgün bir şekilde yapılmamakta ve kontrol edilmemektedir. Özellikle plastik kalıpların yüzey düzgünlükleri çabuk bozulabilmekte ve standard gereklerini sağlayamayabilmektedir.
- Numune alımı; deneyler için gereken miktarın %50 fazlasını el arabasına-leğene dökülüp, karıştırıldıktan sonra kalıplara doldurulması gerekirken, transmikser olduğundan doğrudan kalıplara doldurulmaktadır. Zaman zaman betonun sadece şerbeti alınmakta bazen de mıcırkı kısmı alınmakta ve el arabasında tekrar karıştırılması gerekirken doğruca kalıbın içerisine beton dökülmekte ve homojen bir karışım elde edilmemektedir.
- Numuneler TS EN 12390-2 standardına uygun şekilde sıkıştırılmamaktadır. Zaman zaman nervürlü demir ile sıkıştırıldığı da gözlenmektedir.
- Numuneler uygun şekilde terazisine getirilmemektedir. Sahada mutlaka düzgün yer ayarlanmalı ve numuneler terazisinde tutulmalıdır. Ayrıca numune alımları sırasında kalıbın üzerine 1 cm civarında dahi beton taşması gözlenebilmekte ve bu kısım mala ile düzgünce tesviye edilmeden öylece kendi haline bırakılabilmektedir.
- Numunelerin şantiyede saklama şartları standarda uygun (15°C - 30°C sıcaklıkta ve kendi nemini koruyabilecek şekilde) olamayabilmektedir. Ayrıca, numuneler günlerce şantiyede kalabilmekte ya da zaman yetersizliği, numune kalıbı ve araç yetersizliği nedeniyle organizasyonda sıkıntı yaşanmaktadır. Sabah alınan numuneler aynı günün akşam saatlerinde (hatta sıcak hava koşullarında öğle saatlerinde) kalıptan çıkarıldığından, henüz priz almış numunelerin dayanımı, taşıma esnasında araç içerisindeki sarsıntılara (araçların güzergahı genelde çeşitli şantiyelerdeki bozuk zeminlerdir) karşı direnç gösterecek seviyede olmadığı için, iç yapı bozulmaları ve dayanım düşmeleri yaşanması riski vardır. Ayrıca numunelerin, sabah alınmasına rağmen ertesi gün akşam geç saatlerde toplandığı durumlar da olabilmekte, yaklaşık 30-35 saate varan bekleme süreleri numune dayanımlarını etkilemektedir. Dolayısıyla numunelerin şantiyede beklemesiyle ilgili standarda uyulması yönünde düzenlemeler/ikazlar yapılmalıdır.
- Karot numuneleri standard beton numuneleri ile aynı preste kırılmaktadır. Ancak, karot numunelerin alanlarının küçüklüğü sebebiyle taşıyabilecekleri maksimum yük preslerin kalibrasyon alt sınırının altında kalabilmektedir.
- Karot numunelerinin yüzey düzgünlükleri çok sıkı bir şekilde kontrol edilmeli başlıklama yapılarak düzgünlük sağlanması yöntemine gidilmemelidir. Başlıklama sadece yüzey pürüzlülüğünü azaltmaya yöneliktir.

4. Sonuç

Bu bildiri de dünyanın en fazla tüketilen yapı malzemesi olan betonun üretim ve denetimi konularına değinilmiş ve beton denetiminde karşılaşılan sorunlar gerek mevzuatımız gerekse yurtdışı standartlar ışığında tartışılmıştır. Kısaca özetlenecek olursa günümüzde beton üretimi hazır beton tesislerinde bilgisayar kontrolündeki üretim sistemleri kullanılarak üretilmekte ve kullanıcıya taze halde, yani nihai özelliklerini kazanmadan sunulmaktadır. Bir nevi yarı-mamül olarak adlandırılan bu ürünün nihai özellikleri üretim sonrası süreçlerden etkilenmekte bu da bazı sorunları beraberinde getirmektedir. Bu sorunların aşılması için idareden, beton üreticisine, müteahhitten, laboratuvarlara kadar bütün bileşenlerin betonun kendisinden kaynaklanan zorlukların farkında olarak kendi üzerine düşen sorumluluğa önem vermeleri gerektiği düşünülmektedir. Bu yüzden öncelikle idarelerin ve kanun koyucuların standartlar arasındaki çelişkileri ortadan kaldıracak düzenlemeler yapmaları sistemi olumlu ölçüde etkileyecektir. Üreticinin kaliteden ödün vermemesi için gerekli tedbirleri almalarının yanı sıra tüketicinin de bilinçli olması ve aldığı taze betonu şantiye ortamında standartlara uygun yerleştirmesi ve bakımını yapması yararlı olacaktır. Diğer taraftan, yıkıcı depremlerde bile ayakta duracak yapıların üretilmesi için; yapı denetiminden sorumlu mühendis ve mimarların ve laboratuvar görevlilerinin betonu tanımaları, talep edilen beton ile şantiye getirilen betonun karşılaştırmaları, iyi denetlemeleri ve "Şantiyede Beton Deney Numunelerinin Hazırlanması ve Bakımı Standardı"na azami önem göstermeleri gerekmektedir.

Sonuç olarak; güncelleştirilmiş doğru ve uygulanabilir bir mevzuat ile beraber güvenli malzeme kullanımı, kaliteli ve doğru işçilik kullanımı, üretimin ve uygulamanın her aşamasında yeterli kalite kontrolü hizmeti verilmesi ile istenen dayanım ve dayanıklılıkta, sağlam ve sağlıklı betonarme yapılar üretmek mümkündür.

Kaynaklar

- [1] Neville, A.M., (2000). "Properties of Concrete", Prentice-Hall, England, 844 pp.
- [2] Popovics, S. (1998). "Strength and Related Properties of Concrete: A Quantitative Approach", John Wiley and Sons, Inc., USA, 535 pp.
- [3] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1994a). "Cores from High Performance Concrete Beams," ACI Materials Journal, V. 91, No. 6, Nov.-Dec., pp. 567-576.
- [4] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1994b). "Effect of Core Length-to-Diameter Ratio on Concrete Core Strengths," ACI Materials Journal, V. 91, No. 4, July-Aug., pp. 339-348.
- [5] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1994c). "Effect of Moisture Condition on Concrete Core Strengths," ACI Materials Journal, V. 91, No. 3, May-June, pp. 227-236.
- [6] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1994d). "Effect of Core Diameter on Concrete Core Strengths," ACI Materials Journal, V. 91, No. 5, Sept.-Oct., pp. 460-470.
- [7] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1995). "Equivalent Specified Concrete Strength from Core Test Data," Concrete International, V. 17, No. 3, Mar., pp. 52-58.
- [8] Bartlett, F. M., and MacGregor, J. G., (1996b). "Statistical Analysis of the Compressive Strength of Concrete in Structures," ACI Materials Journal, V. 93, No. 2, Mar.-Apr., pp. 158-168.
- [9] TS EN 13791, (2010). "Basınç Dayanımının Yapılar ve Öndökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 25 pp.
- [10] TS EN 12504-1-1 (2002). "Yapıda Beton Deneyleri, Bölüm 1: Karot Numuneler-Karot Alma, Muayene ve Basınç Dayanımının Tayini", Türk Standardları Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 7 pp.
- [11] ASTM C42/C 42M (2002). "Standard Test Method of Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete", Annual Book of ASTM Standards, Vol. 04.02, USA.
- [12] ACI Committee 214, (2003). "Guide for Obtaining Cores and Interpreting Compressive Strength Results", ACI 214.4R-03, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, USA, 16 pp.
- [13] Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (2007). "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik", Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 160 pp.
- [14] ATC-33, (1997). "NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA Publication 273)", Building Seismic Safety Council, Washington D.C., USA.
- [15] ATC-33, (1997). "NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings (FEMA Publication 274)", Building Seismic Safety Council, Washington D.C., USA, 427 pp.
- [16] Malhotra, V.M. and Carino, N.J., (2004). "Handbook on Nondestructive Testing of Concrete", CRC Press, USA, 305 pp.

Mevcut Yapılardaki Beton Basınç Dayanımlarının Karotlarla Belirlenmesi

Özet

Mevcut yapılardaki beton basınç dayanımlarının belirlenmesindeki temel yöntem yapıdan beton karot numunelerinin alınmasıdır. Karot alınması hasarlı bir yöntem olup karotun alınması ve deneylerin yapılması aşamasında çeşitli faktörler elde edilen sonuçları etkilemektedir. Bu yazıda karot basınç dayanımını etkileyen faktörler üzerinde durulmaktadır.

1. Giriş

Türkiye’de yürürlükte bulunan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmeliğine (2007) göre topraklarımızın %66’sı, nüfusumuzun %71’i ve toplam belediyelerin de %68’i 1. ve 2. derece deprem belgeleri içinde yer almaktadır. 3. ve 4. derece deprem bölgelerini de dikkate aldığımızda topraklarımızın yaklaşık %92’si deprem tehlikesi altında bulunmaktadır [1]. Depremselliğin bu kadar yüksek olduğu ülkemizde meydana gelen depremlerde büyük can ve mal kayıpları yaşanmaktadır. 1999 yılında Marmara Bölgesinde meydana gelen depremde 17000’den fazla insan yaşamını yitirmiş, binlerce bina hasar görmüştür. Kayıpların bu kadar yüksek olmasının temel nedeni binalarımızın yapısal bakımdan yetersiz olmasıdır. Yapıların projesiz ve ruhsatsız olarak, herhangi bir mühendislik hizmeti alınmadan yapılması, varsa projesine uygun inşa edilmemesi, yetersiz malzeme kullanımı, kalite kontrolün sağlanamaması gibi nedenlerle yapıların taşıyıcı sistemleri deprem gibi etkiler karşısında yetersiz kalmakta ve yapılar önemli hasarlar görmektedir.

Yapıların mevcut durumlarının değerlendirilmesindeki önemli adımlardan bir tanesi yapıdaki beton basınç dayanımının belirlenmesidir. Beton dayanımını belirlenmek için betondan karot numunelerinin alınır. Karot alma işleminde; su soğutmalı elmas uçlu silindirik bıçakların hızlı devirde döndürülmesi sonucu betondan örnekler kesilerek çıkartılır. Karot alımı yapı elemanına zarar verdiği için, tahribatlı bir yöntem olarak sınıflandırılmaktadır. Ancak, yapıların mevcut dayanımlarının belirlenmesindeki referans yöntem betondan karot numunelerin alınmasıdır. Schmidt çekici, ultrases geçiş hızı gibi çeşitli tahribatsız yöntemlerin beton basınç dayanım tayininde tek başlarına değerlendirilmeleri mümkün değildir. Tahribatsız yöntemler ve karot basınç dayanımları arasındaki bağıntı her bir yapı için özel olarak belirlenerek sonuçlar değerlendirilmelidir. Dolayısıyla, tahribatsız deney sonuçlarının anlamlı olması ve hatalı sonuçlara varmamak için, incelenen yapıdan elde edilen karot basınç dayanımlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

* Özgür Yaman, Özkan Şengül, Haluk Selçuk, Osman Çalıklı, İlkyay Kara, Şükrü Erdem, Demet Özgür

Betondan karot numunesi alınmasının tek amacı depreme karşı yapısal yeterliliğinin değerlendirilmesi için veri elde etmek değildir. Standart küp veya silindir şekilli deney numunelerinden elde edilen basınç dayanımının uygun olmaması durumunda, kusurlu işçilik, yangın veya diğer etkilerle betondaki bozulma sebebiyle yapıdaki basınç dayanımı hakkında şüphe duyulması halinde, mevcut yapının modifiye edileceği veya yeniden tasarılacağı durumlarda, inşaat yapımı esnasında beton dayanımının yapıda değerlendirilmesine ihtiyaç duyulduğu hallerde, gözle görülebilen önemli çatlaklar, donma – çözülme hasarları, dayanım düşüklüğü izlenimi yaratacak boyuttaki yüzey bozuklukları incelemesinde, çatlak derinliklerinin belirlenmesi gibi çeşitli durumlarda da betondan karot alınması yoluna gidilebilir [2]. Yapıdaki betonun dayanımı üzerine, yerleştirme, sıkıştırma ve kür koşullarının da önemli etkisi vardır; bu koşulların yeterliliği yine karot numunelerle belirlenebilir. Alınan karotlar üzerinde basınç dayanımının yanında; elastisite modülü, birim ağırlık, su emme oranı, karbonatlaşma derinliği gibi çeşitli deneyler de yapılarak beton hakkında daha detaylı bilgi edinilebilir.

Mevcut bir yapıdaki betondan karotlar alınması ve deneylerin yapılması aşamasında çeşitli faktörler elde edilen karot basınç dayanımı sonuçlarını etkileyebilmektedir. Karot basınç dayanımını etkileyen ve özen gösterilmesi gerekli çeşitli konular aşağıda irdelenmektedir.

2. Karot Basınç Dayanımını Etkileyen Faktörler

2.1. Karot Alınacak Elemanlar

Kritik derecede gerilmeye maruz elemanlardan karot alınması genel olarak tercih edilmemelidir, karot alınması sonucunda ortaya çıkan herhangi bir yapısal olumsuzluğa dikkat gösterilmelidir. Zira, karot alınması sonucu yapı elemanına hasar veren bir uygulamadır. Karotun alınması sonrasında karotun alındığı yer, yeterli dayanım ve aderans ile rötre yapmama gibi özelliklere sahip uygun onarım malzemeleri kullanılarak tamir edilmelidir.

Karot alımında, inceleme konusunu açıklığa kavuşturacak biçimde yapı elemanlarının seçilmesi gereklidir. Bu amaçla, karot alımı öncesi bir planlama yapılmalı, bilgi ve tecrübeye dayalı mühendislik değerlendirmesine göre karot alınacak elemanlara karar verilmelidir. Eğer yangın hasarı veya işçilik kusuru gibi bir nedenden dolayı karot alınıyorsa, karotların sadece ilgili bölgeden alınması yeterli olabilir. Yapıdaki karakteristik basınç dayanımının belirlenmesi amacıyla betondan karot alındığında ise yapıdaki beton özelliklerinin dağılımını temsil edebilecek, rasgele numune alınmasını sağlayacak şekilde planlama yapılabilir. Karakteristik basınç dayanımı yapının tamamındaki betonların güvenle sağlaması gereken dayanım değeridir ve dayanım değerlerindeki dağılım karakteristik dayanımı etkiler. Karakteristik dayanımın belirlenmesinde sadece belirli bir bölgeden karot alınması sonuçların dağılımını ve dolayısıyla karakteristik dayanımı etkileyeceğinden uygun bir yöntem değildir. Güvenilir bir karakteristik dayanım değeri ve yapının tamamındaki dağılımı elde edebilmek amacıyla yapının sadece belirli bir bölümünden değil, tüm yapıyı temsil edecek biçimde rastgele karotların alınması, sonuçları değerlendirmek bakımından daha doğru bir mühendislik yaklaşımıdır. Karot alımı ve tahribatsız dolaylı yöntemlerin birlikte kullanılmasıyla beton dayanımındaki dağılım ve buna bağlı olarak da karakteristik dayanım daha etkin ve gerçekçi bir biçimde elde edilebilir.

Beton karotlar perde, kolon gibi elemanlardan yatay doğrultuda alınabileceği gibi, döşeme gibi elemanlardan düşey olarak da çıkarılabilir. Karot alım doğrultusunun, beton döküm doğrultusuna göre durumu karot dayanımlarını etkilemektedir. Düşey yönde (yani döküm doğrultusunda) alınan betonların dayanımı, yatay doğrultuya göre %8'e varan oranlarda fazla olabilir. Ancak, TS RN 13791'e göre; karotların kullanıldığı yerde geçerli hükümlerde veya proje şartnamesinde gerekli görülmesi haricindeki normal şartlarda, karot deney sonuçlarında, karot alma yönü dikkate alınarak düzeltme yapılmaz [2]. Dolayısıyla tüm karotların aynı yönde alınması karotların değerlendirilmesinde kolaylık sağlayacaktır.

Aynı bir kolonda veya perdede karot alınmasında bile, karot alınan noktaya göre elde edilen dayanımlarda farklılıklar olması mümkündür. Kolonun alt kısmına yakın bölgelerde betonun daha iyi yerleşme ve sıkışmasına bağlı olarak dayanımların daha yüksek olduğu, kolon üst kısmında yakın bölgelerde ise hem daha yetersiz sıkışma hem de terlemeye bağlı olarak daha düşük beton dayanımların elde edilebilmesi mümkündür. Dolayısıyla, kolonların orta bölgelerinden karot alınması

tercih edilmelidir. Karotların yüzeye dik olarak alınması ve karot makinasının rijit biçimde sabitlenmesi gereklidir.

Karot içinde donatı bulunmamalıdır. Bu nedenle karot alınacak yerlere karar verildikten sonra uygun dedektörler yardımıyla bu elemanlar içindeki donatıların yerleri tespit edilmeli ve karot alınırken donatı kesilmemelidir. Donatı kesilmesi hem yapı elemanına zarar verip elemanın taşıma kapasitesini düşürür, hem de alınan karot içindeki donatı kusur etkisi yaratarak karotun basınç dayanımını azaltır.

2.2. Karot Sayısı

Yukarıda belirtildiği gibi karot sayısı inceleme konusunu açıklığa kavuşturmaya yeterli olmalıdır. Karot basınç dayanım sonuçlarındaki olası dağılıma da karot sayısını etkileyen bir unsurdur. Az sayıda karot alınması hatalı değerlendirmelere yol açabileceği gibi gereğinden fazla sayıda karot alınması ise hem yapıya daha fazla zarar verecek, hem de karot alım maliyeti ile karot yerlerinin onarımı maliyetlerinin artmasına neden olacaktır. Karot sayıları ile ilgili olarak standartlarda ve yönetmeliklerde çeşitli sınırlamalar ve öneriler bulunmaktadır. Sonuçların değerlendirilmesi de tercih edilen standarda ve karot sayısına göre farklılık gösterebilmektedir.

TS EN 13791 [2] standardı Nisan 2010'da ülkemizde yürürlüğe girmiştir. Bu standardda, beton yapılar ve öndökümlü beton bileşenlerde, basınç dayanımının yerinde (yapıda) tayini için uygulanacak teknikler verilmektedir. Karot alımı ve dolaylı yöntemlerle yapıdaki karakteristik basınç dayanımları elde edilmektedir. Bu standarda göre yapıdaki karakteristik basınç dayanımı en az 15 karotun kullanıldığı istatistiksel yöntem ile belirlenebilir. Karot sayısı 3 ila 14 arasında ise standartta verilen güvenlik katsayılarına dayanarak karakteristik dayanım elde edilebilir. Ancak bu durumda deney sonucu adedinin az olmasından kaynaklanan belirsizlik ve aynı güvenilirlik seviyesinin sağlanmasına duyulan ihtiyaç sebebiyle, bu yaklaşımla genellikle, daha çok sayıda deney sonucu kullanılarak elde edilenden daha düşük karakteristik dayanım değeri elde edilir [2]. Bu standarda göre, yapıdaki beton basınç dayanımının belirli bir deney bölgesinde tayini durumunda ise en az üç adet karot esas alınmaktadır.

6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanunun Uygulama Yönetmeliğinde belirtilen riskli yapı tespit esaslarında [3], yapıdaki beton dayanımını belirlemek için kritik kattaki kolon ve perdelerden en az 10 elemanda tahribatsız yöntemler kullanılması ve bunlardan en düşük sonucun alındığı 5 yerden beton numunesi alınacağı hükmü bulunmaktadır. Yani, bina-
daki beton değerlendirmesinin sadece kritik katta alınan 5 adet beton sonucu ile (400 m²'den sonra her 80 m² için 1 adet artırılarak) yapılabileceği belirtilmektedir. Bu yönetmeliğe göre; yapının 8 katı aşması veya yapının yüksekliğinin 25 metreden fazla olması durumunda yönetmeliğin uygulanamayacağı ve yapının Deprem Yönetmeliğine göre değerlendirilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Mevcut yapıların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi amacıyla beton basınç dayanımlarının belirlenmesinde Deprem Yönetmeliği [4] ise yapıları üç sınıfa ayırmaktadır; sınırlı, orta ve kapsamlı bilgi düzeyleri. Sınırlı bilgi düzeyinde her katta kolonlardan veya perdelerden en az iki adet karot alınarak elde edilen en düşük basınç dayanımı mevcut beton dayanımı olarak alınacağı belirtilmektedir. Orta bilgi düzeyine sahip yapılarda ise her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet karot alınarak "ortalama dayanım - standart sapma" değerinin mevcut beton dayanımı olarak kabul edileceği ifade edilmektedir. Kapsamlı bilgi düzeyinde ise orta bilgi düzeyindeki koşullara ilave olarak her 200 m²'den bir adet karot alınması öngörülmüştür.

Ülkemizde şu anda yürürlükte olan Deprem yönetmeliği 2007 yılında hazırlanmış olup bu tarihte yürürlükte olan TS 10465 standardına atıf verilmektedir. TS 10465 ise 2010 yılında iptal edilmiş olup yerine Nisan 2010 tarihinde TS EN 13791 [2] standardı yürürlüğe girmiştir. Ancak, 2007 tarihli Deprem Yönetmeliğinde TS 10465'e atıf verildiğinden günümüzde bile mühendislerimizin bazıları halen bu standardı dikkate almaktadır ancak, olması gereken, güncel standartların esas alınmasıdır.

2.3. Karot Boyutları

Karot çapının, betondaki en büyük agrega tane boyutunun 3 katından fazla olması istenir. Bu nedenle, en büyük agrega boyutu 31,5 mm olan bir betondan 100 mm çaplı karot almak uygundur. Yapı elemanındaki donatıların çok sık olması durumunda, donatıları kesmemek için karot çapını

50 mm'ye kadar azaltmak mümkün olabilir. Ancak, karot çapı küçüldükçe dayanım değerlerindeki dağılım artar. Ölçülen dayanımdaki değişkenlik, karot çapının, en büyük agrega tane büyüklüğüne oranındaki azalmaya bağlı olarak yükselir. Bu nedenle daha küçük çaplı karotların alınması durumunda karot sayısını artırmak gerekir. Çapı 50 mm olan karotlar ile çapı 100 mm olan karotların dayanımları arasında doğrusal interpolasyon için, 50 mm'lik karot adedinin, 100 mm'lik karot adedine göre üç kat olması gerekli olabilir [2].

Karotların yükseklik / çap oranı 1 veya 2 olabilir. Yüksekliği ve çapı birbirine eşit karotların dayanım değerleri, küp numune dayanımına eşit olarak kabul edilebilir. Yükseklik / çap oranı 2 olan karotların dayanımları ise silindirik numune dayanımına eşit alınabilir. Yükseklik/çap oranı 1'den farklı karotlarda ise dayanımları eşdeğer küp dayanımına dönüştürülmek için değişik bağıntılar kullanılabilir. Yükseklik/çap oranı 1'den küçük olan karotlar ise istenmez.

2.4. Deney Koşulları

Karotlar, TS EN 12504-1'e [5] göre alınmalı ve başlıklama vb. hazırlıklardan sonra TS EN 12390-3'e [6] göre deneye tabi tutulmalıdır. Bu amaçla, yapı elemanından çıkartılan karotların yükseklikleri, belirlenen yüksekliğe göre kesildikten sonra karot uçlarına başlık yapılması gereklidir. Bunun amacı yük uygulanacak olan yüzeylerin düz olması ve yükün yüzeye üniform olarak uygulanabilmesidir. Aksi takdirde, yüzeydeki pürüzler nedeniyle elde edilecek karot basınç dayanımı azalacaktır. Karot başlıkları çimento harcı veya kükürt esaslı olabilir. Başlığın dayanımının karot dayanımından daha yüksek olması gereklidir. Çimento esaslı başlıkların yeterli dayanıma ulaşması için kür koşullarına özen gösterilmelidir. Başlıklama yapılırken karotun iki yüzeyinin birbirlerine paralelliğine ve yüzeylerin karot yüksekliğine dik olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde tüm bunlar da elde edilen karot dayanımı azaltacak faktörlerdir.

Karotun rutubet içeriği de ölçülen basınç dayanımını etkiler. Suya doymun karotun dayanımı, diğer özellikleri aynı olan hava kurusu, rutubeti normal şartlarda %8 - %12 olan karot dayanımından %10 - %15 daha düşük çıkmaktadır. TS EN 13791'e [2] göre karotlar, deneyden en az 3 gün öncesinden itibaren laboratuvar ortam şartlarında tutulmalıdır. Dolayısıyla bu standarda göre karot numuneler hava kurusu durumdadır. Basınç deneyinde yükleme hızı da elde edilecek basınç dayanımını etkileyen bir diğer faktördür, bu nedenle deney sırasında yükleme hızı standartlarda öngörülen değerlere uygun seçilerek sabit bir hızda yükleme gerçekleştirilmelidir.

3. Sonuç

Mevcut yapıların tahkiki, depreme karşı güvenliklerinin belirlenmesi veya beton dökümü sırasında alınan küp veya silindirik numunelerin dayanımlarında yetersizlikler bulunması gibi çeşitli nedenlerle beton karotların alınması gerekliliği ortaya çıkar. Aynı betondan farklı mühendislik firmaları tarafından alınıp farklı laboratuvarlarda deneye tabi tutulan karot numunelerinin basınç dayanımlarında önemli farklılıklar olabildiğini yaşanan tecrübeler ortaya koymuştur. Bu durumun temel nedeni yukarıda belirtilen çeşitli faktörlerin karot basınç dayanımını etkileyebilmesidir. Söz konusu faktörlerin bilincinde olunmalı, karotların alınması, deneylerin gerçekleştirilmesi ve sonuçların değerlendirilmesine gerekli özen gösterilmelidir.

Kaynaklar

- [1] Türkiye Mühendislik Haberleri, Türkiye'de Deprem Gerçeği ve Hastanelerin Durumu, İnşaat Mühendisleri Odası, 56, 461-462 (2010).
- [2] TS EN 13791, Basınç Dayanımının Yapılar ve Öndökümlü Beton Bileşenlerde Yerinde Tayini, Türk Standartları Enstitüsü (2007).
- [3] 6306 sayılı Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun ve Uygulama Yönetmeliği (2014).
- [4] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007).
- [5] TS EN 12504-1, Beton - Yapıda beton deneyleri - Bölüm 1: Karot numuneler - Karot alma, muayene ve basınç dayanımının tayini (2011).
- [6] TS EN 12390-3, Beton - Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 3: Deney numunelerinin basınç dayanımının tayini (2010).

Prof. Dr. İsmail Özgür Yaman
ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü
Ar-Ge Enstitüsü Direktörü,
Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

Doç. Dr. Halil Ceylan
IOWA Üniversitesi
İnşaat Mühendisliği Bölümü, ABD

Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar

Özet

Rijit yol üstyapı yapım yöntemlerinden biri olan silindirle sıkıştırılmış beton (SSB) kaplamalar geleneksel beton kaplamalara göre nispeten yeni bir beton kaplama türü olup yola serilmesi ve sıkıştırılması esnasında esnek üstyapı yapımına benzer teknikler kullanılarak inşa edilmektedir. Geleneksel beton kaplamalara göre çok daha düşük su/çimento içeriğiyle üretilen SSB kaplamalar, bitümlü kaplama yapımında kullanılan araçlarla taşınmakta, serilmekte ve sıkıştırılmaktadır. Bu özellikleriyle SSB kaplamalar hızlı ve ekonomik bir şekilde inşa edilebilmekte, böylece de alternatif bir üstyapı olarak kendini göstermektedir. Yüksek yüzey pürüzlülüğü nedeniyle Dünya'da önceleri daha çok ağır yük taşıyan ve düşük hızla gidilen endüstriyel saha zeminlerinde tercih edilen SSB kaplamalar, son yıllarda şehiriçi yollarda ve şehirlerarası anayollarda da uygulanmaya başlanmıştır. Türkiye'de ise önceleri baraj yapımında kullanılmaya başlanan SSB uygulamaları, son yıllarda bazı yerel yönetimler tarafından tercih edilmeye başlanmış ve şehiriçi yol üstyapısında kullanılmaya başlanmıştır. Bu bildiriye önce SSB kaplamaların temel özellikleri tanıtılacak, ardından yapım ve tasarım metodlarına ilişkin bilgiler verilecek ve son olarak Türkiye'deki uygulamalarından örnekler verilecektir.

1. Giriş

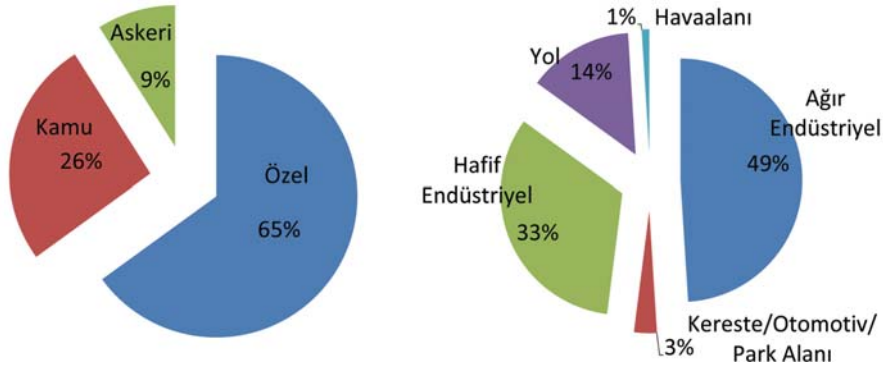
İsmi yapıyı esnasında betonun sıkıştırılması ve son şeklinin verilmesinde kullanılan ağır vibrasyonlu çelik tambur ve lastik tekerlekli silindirlerden alan SSB yollar, rijit üstyapı yapımında kullanılan geleneksel beton malzemesi ile benzer dayanım özellikleri göstermekte ve aynı bileşenlerin -düzgün bir gradasyona sahip agrega, bağlayıcı malzemeler ve su- farklı oranlarda birleştirilmesiyle üretilmektedir (Şekil 1). SSB karışımı ile geleneksel beton karışım arasındaki temel farklılık SSB üretiminde daha yüksek oranda ince agreganın kullanılarak betonun daha iyi sıkıştırılması ve sıkı bir iç yapı elde edilmesidir [1].

1930'lu yıllarda inşaat mühendisliğinin bir çok alanında sıkıştırılmalar titreşim uygulanarak yapılmasına karşın, titreşimli sıkıştırma kadar iyi kalite sağlayabilecek silindir bulunmadığı için sıkıştırılmada silindir kullanılmamıştır. Silindir, yalnızca çimento içeren temel tabakalarının yapımında kullanılmıştır [2]. Kuzey Amerika'daki ilk SSB yol uygulaması Washington'daki bir havaalanı pistinde 1940'lı yıllarda yapılmıştır [1]. 1970'li yıllardaki petrol krizi nedeniyle bitümlü bağlayıcı fiyatlarının yükselmesi, SSB yolların gündeme gelmesini sağlamıştır. Bu yıllarda özellikle Kanada ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki kereste fabrikalarında ve askeri alanlarda SSB yol uygulamaları yapılmaya başlanmıştır [2]. SSB yolların bilinen ilk modern örneği ise 1970 yılında, İspanya'da, düşük hacimli



Şekil 1 - Silindire sıkıştırılmış beton yollar, geleneksel beton malzemeleri kullanılarak asfalt yol ekipmanları ile inşa edilebilirler [1].

trafiğe sahip olan bir yolda uygulanmış, ağır trafik taşıyan diğer bir SSB yol uygulaması da 1976 yılında Kanada'da yapılmıştır [2]. 1980 yılından sonra, Fransa, Almanya, Norveç, İsveç, Finlandiya, Danimarka, Almanya, Avusturya, Arjantin ve Japonya gibi ülkelerin her birinde 100.000 m² den fazla SSB yol inşa edilirken, Şili, Uruguay, Meksika, Kolombiya, Ekvator ve Güney Afrika gibi ülkelerde çok az veya deneme yolu olarak kullanılmıştır [2]. 2011 yılına gelinceye kadar Amerika Birleşik Devletlerinde inşa edilen SSB yol miktarı 12.000.000 m²'yi aşmıştır. Bunun kullanım alanlarına ve idarelere göre dağılımı ise Şekil 2'de gösterilmiştir [3].



Şekil 2 - Amerika Birleşik Devletlerinde SSB Yollarının Dağılımı [3]

SSB yollarının özelliklerinin geleneksel beton kaplamalarla bir karşılaştırması Çizelge 1'de verilmiştir [1]. Bu tablodan da görüleceği üzere SSB üretimi geleneksel betona göre aynı bileşenlerin farklı oranlarda karşılaştırılması ile elde edilmekte, dolayısıyla işlenebilirlik özellikleri farklı olmakta, ancak bitümlü sıcak karışım (BSK) kaplama yapımında kullanılan araçlarla taşınabilmekte, serilebilmekte ve sıkıştırılabilmektedir. Buna karşın hidrasyon reaksiyonları değişmediği için geleneksel beton yollara benzer kür gereksinimlerine ihtiyaç duymaktadır.

SSB yollarının en önemli üstünlüğü gerek beton kaplamalara gerekse çok tabakalı asfalt kaplamalara kıyasla çok daha hızlı ve ekonomik olarak inşa edilebilmesidir. Yurtdışındaki birçok uygulama sonrasında edinilen tecrübe ışığında SSB'nin birim maliyeti genellikle benzer bir kesitteki beton veya asfalt kaplamadan daha ucuzdur [4]. İleride anlatılacak olan Denizli Belediyesi uygulamasında da bu gözlemlenmiş ve SSB tercih nedeni olmuştur. Maliyetteki net tasarruf yüzdesi ise genellikle yerleştirme işlemlerindeki karmaşıklığa ve betonun toplam miktarına bağlı olarak değiş-

mektedir. SSB'nin geleneksel betona göre daha ekonomik olmasının sebebi çimento miktarındaki, yerleştirme maliyetindeki ve inşaat süresindeki azalmalarla açıklanmaktadır. Buna ilave olarak SSB yollarda hiçbir zaman kalıp kullanılmamakta, genellikle yüzey düzeltme işlemi yapılmamakta ve kayma donatısı, bağ donatısı gibi herhangi bir çelik donatı maliyeti olmamaktadır. SSB yolların diğer bazı üstünlükleri aşağıda listelenmiştir [1]:

- SSB karışımındaki düşük hamur içeriği betondaki rötreyi azaltmakta ve rötre kaynaklı gerilmeler dolayısıyla çatlamlar azalmaktadır.
- SSB ağır sanayi, madencilik ve askeri uygulamalar gibi ağır ve tekrarlanır tekil darbe yüklerine karşı koyabilecek yüksek eğilme, basınç ve kesme dayanımına sahip olacak şekilde tasarlanabilir.
- Düşük geçirgenliği sayesinde, SSB donma-çözülme koşullarına, kimyasal etkilere karşı direnç ve mükemmel dayanıklılık gösterir.
- Diğer rijit kaplamalar gibi SSB kullanımı da yolda oluşacak tekerlek izini önler ve buna bağlı onarımları ortadan kaldırır.
- Atık toplama alanları, kereste sahaları ve paletli araçların kullanıldığı endüstriyel SSB saha uygulamalarında derzler gerekmediğinden derzlerin bakımıyla ilgili maliyetler ortadan kalkar.
- SSB geleneksel beton yollarda olduğu gibi ağır yükler ve yüksek trafik hacimleri altında bile aşınmaya karşı dayanıklıdır.
- SSB yolların yüzeylerinin açık renkli olması sebebiyle otopark ve depolama alanları için aydınlatma gereksinimlerini azaltır.
- Otomobil ve hafif kamyon gibi ağır olmayan araçlar SSB yol imalatı tamamlandıktan kısa süre sonra kaplamaya zarar vermeden düşük hızlarda seyahat edebilirler.
- SSB karışımları doğal veya endüstriyel ince agregalar içerebilir. Asfalt kaplamalar için uygun olmayan ince agregalarla üretilebilir.
- Karışıma ve kullanılan beton sericisi tipine bağlı olmak üzere tek bir tabakada 25 cm kalınlığa kadar sıkıştırılabilir.
- SSB kaplamaların güneş yansımaya indeksi (SRI), Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) Kredisi 7.1: "Isı Adası Etkisi" için gereken minimum 29 puandan daha yüksektir.
- SSB karışımında hava sürüklenmemesine rağmen donma-çözülme dayanıklılığı oldukça yüksektir. Onlarca yıldır, Kanada ve Kuzey Amerika'da soğuk bölgelerde SSB kaplamalar mükemmel donma-çözülme dayanıklılığı göstermiştir.

Yukarıda sayılan bu üstün özellikleriyle SSB kaplamalar hızlı ve ekonomik bir şekilde imal edilebilmekte böylece de uygun bir kaplama yöntemi olarak kendini göstermektedir. Yüksek yüzey pürüzlülüğü nedeniyle Dünya'da önceleri daha çok ağır yük taşınan ve düşük hızla gidilen ticari bölgelerde tercih edilen SSB yollar, son yıllarda şehiriçi yollarda ve şehirlerarası anayollarda da uygulanmaya başlanmıştır. Aşağıda özellikle yurtdışında SSB yolların son zamanlarda tercih edilerek uygulanmaya başladığı yerler verilmektedir:

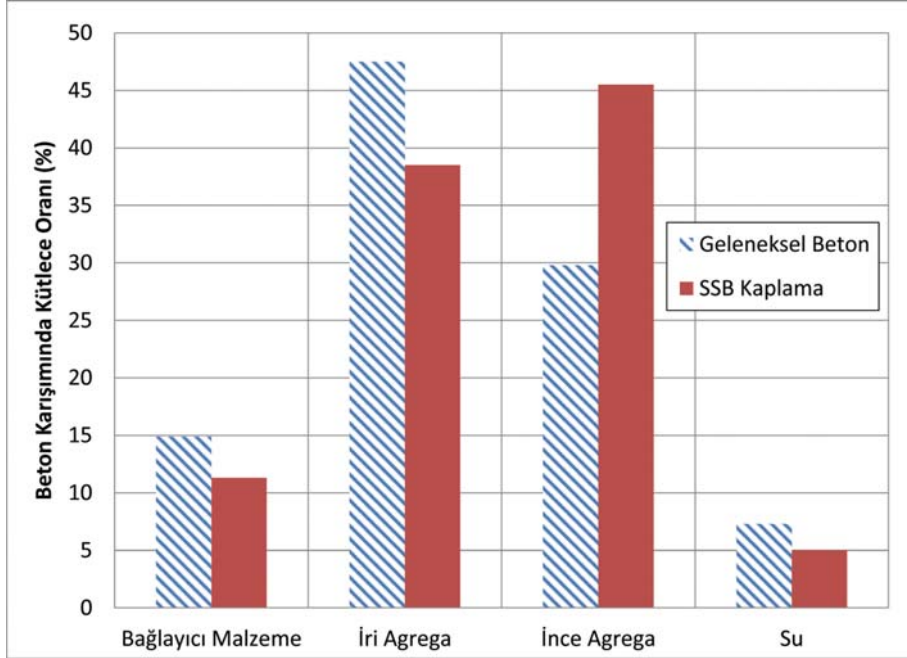
- Endüstriyel tesislerin saha içi yolları ve park alanları
- Intermodal taşımacılık sahaları, limanları, ve yükleme iskeleleri
- Tır yükleme alanları, toplu eşya depolama alanları ve dağıtma merkezleri
- Düşük hacimli kırsal ve kentsel yollar
- Uçak park alanları
- Askeri yükleme alanları, ön ve arka operasyon sahaları, hava meydanları
- Eğlence aracı depolama alanları
- Araç bakım alanları
- Büyük ticari otoparklar
- Kereste ve tomruk tesislerinin sahaları ve saha içi yolları
- Otoyol banketleri
- Trafik yönlendirmek için hızla inşa edilen geçici seyahat şeritleri

Çizelge 1 - Geleneksel beton ve SSB yolların karşılaştırılması

Malzemeler ve Uygulamalar	Kaplama Tipi	
	Geleneksel Beton Yollar	Silindirle Sıkıştırılmış Beton Yollar
Malzeme Karışım Oranları	İyi gradasyonlu iri ve ince agregalar genellikle karışım hacminin % 60 ila 75' ini oluşturur. Çimento hamurunun agregaya tanelerini bir araya getirecek ve taneler arasındaki boşlukları dolduracak kadar ıslak olmasını sağlayan tipik su / çimento oranı 0.40 ila 0.45'tir.	Yoğun ve iyi gradasyonlu iri ve ince agregalar genellikle hacimsel olarak SSB karışımlarının % 75 ila 85' ini oluşturur. SSB karışımları yüksek dozda ince agregaya, düşük çimento ve su içerikleri nedeniyle geleneksel betondan daha kurudur.
İşlenebilirlik	Karışım plastik ve akışkandır, bu nedenle özel beton yol sericileri ile işlenebilir. Beton serici tarafından sıkıştırılıp çıktıktan sonra şeklini koruyabilecek kıvamda (çökme değeri ~5 cm) olmalıdır.	Karışım nemli ve yoğun bir agregaya gradasyonundan oluşmaktadır. Dolayısıyla, SSB karışımı nispeten kuru ve rijittir (Sıfır çökme değerindeki bir betondan daha rijit) dolayısıyla karışım geleneksel beton yol sericileri ile şekil verilebilecek kadar akışkan değildir.
Kaplama Yapılması	Karışım, betonu titreşim aracılığıyla yayan, seviyelendiren, sıkıştıran ve çıkarıcı bir kayar kalıp sericinin önüne dökülmektedir.	SSB karışımı ağır bir iş makinesi olan kendinden tahrikli asfalt kaplama sericisi ile serme işleminde tabaka kalınlığının kontrolü için yüksek ağırlıktaki tek veya çift master yardımıyla yerleştirilir. Bu tip sericiler, özellikle kalın kaplama uygulamalarında yüksek kaliteli yerleştirme için gereklidir. Herhangi bir kalıp gerekli değildir. SSB genellikle minimum 15 ile 20 cm'lik maksimum ise 25 cm'lik tabakalar halinde yerleştirilir.
Sıkıştırma	Sıkıştırma işlemi içsel olarak meydana gelir. Başlangıçta, sericilerdeki daldırma ve yüzey tipi vibratörleri taze betonu akışkanlaştırır ve sıkışmış havanın çıkmasını sağlar. Beton sericiden sıkıştırılıp çıkıp, priz başlamadan önce katların (çimento ve agregaya) çökmesi ve suyun yüzeye yukarı doğru hareketi (terleme) aracılığıyla ilave bir sıkışma meydana gelir.	SSB'de esas sıkıştırma işlemi betonun silindirlerle dışardan sıkıştırılmasıyla, genellikle beton karıştırma işleminden sonraki ilk 60 dakika içerisinde beton sertleşmeye başlamadan önce gerçekleştirilir.
Yüzey Düzeltme	Beton yüzeyinin düzeltilmesi, beton priz almaya başlamadan önce gerçekleştirilir. Geleneksel beton yolda araç ile yol arasındaki sürtünmeyi artırmak için genellikle mekanik olarak bir yüzey pürüzlendirme işlemi yapılır.	SSB yol yüzeyi tipik bir asfalt yol gibi açık yüzeyli olmasına rağmen, daha küçük agregaların kullanılması ve/veya çimento ilavesi ile daha yoğun bir yüzey (geleneksel betona yakın) elde edilebilir. SSB yol yüzeyi elmas taşlama yöntemiyle de şekillendirilebilir.
Hidratasyon	Beton karışımının uygun hidratasyonu yol betonunun uzun süreli dayanıklılığı için oldukça önemlidir. Hidratasyona yardımcı olması için, betonun bakımı önemli bir gereksinimdir.	
Kür İşlemi	Yüzey düzeltme işleminden sonra kusursuz bir kür işlemi gereklidir. Betonun sertleşmesini ve dayanım kazanmasını sağlayan çimentonun hidratasyonunu mümkün kılabilmesi için beton yüzeyinden suyun buharlaşmasının kontrol edilmesi önemlidir.	Silindirlerle sıkıştırma işleminden sonra kusursuz bir kür işlemi gereklidir. Betonun sertleşmesini ve dayanım kazanmasını sağlayan çimentonun hidratasyonunu mümkün kılabilmesi için beton yüzeyinden suyun buharlaşmasının kontrol edilmesi önemlidir.
Çatlama, yük transferi, ve güçlendirme	Geleneksel derzli beton kaplamalarda çatlakların yeri sonradan kesilen derzlerle kontrol edilir. En az 20 cm veya daha kalın kaplamalarda yük transferi içinse bu derzlerdeki kayma donatıları ile agregaların birbirine kenetlenmesine yardımcı olan boyuna çubuk donatılar kullanılır. Sürekli donatılı beton yol kaplamalarda ise daha kısa aralıklarla doğal olarak oluşan çatlakların oluşmasına izin verilerek yük aktarımında agregaların birbirine kenetlenmesi ve çelik donatı birlikte yardımcı olur.	Endüstriyel uygulamalarda SSB yol derzleri genellikle kesilmezler. Bu gibi kesme işleminin istenmediği durumlarda 4,5 ile 9 m aralığında rastgele oluşan dar çatlaklar ve agregaların birbirine kenetlenmesi aracılığıyla yük transferi sağlanır. Araba ve kamyon trafiği uygulamalarında ise rastgele beton çatlakların kontrolü için kesme işlemi istenir. SSB yollarda geleneksel beton yollara göre daha az derz kesilir. Enine derzler 4,5 ile 9 m aralıklarda yerleştirilir. SSB yollardaki sıkıştırma yönteminden dolayı derzlerde kayma donatısı yerleştirmek mümkün değildir.

2. SSB Karışım Tasarımı

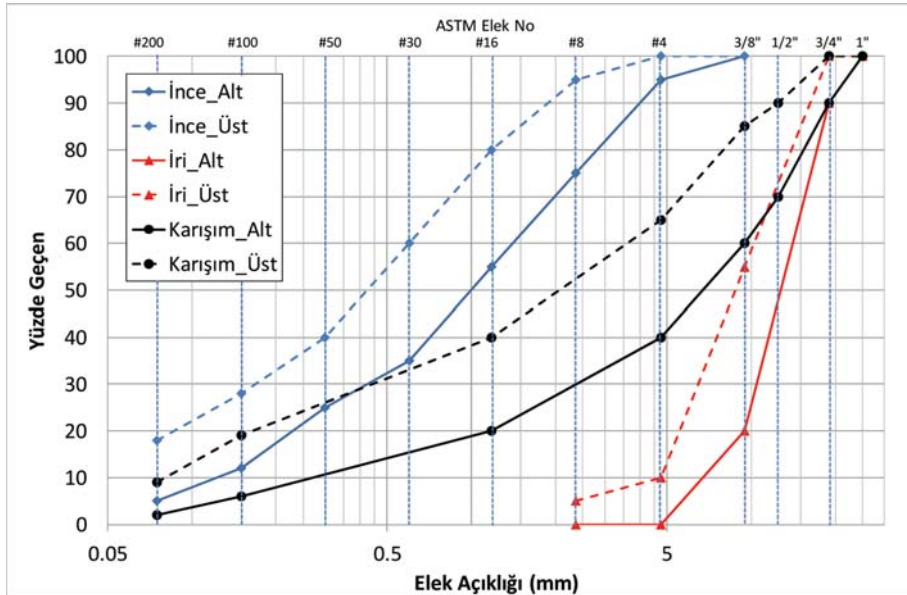
Daha önce belirtildiği üzere SSB yollar; iri ve ince agrega, bağlayıcı malzemeler (çimento, uçucu kül, cüruf vb.), su ve gerektiğinde kimyasal katkılarla yani geleneksel beton kaplama karışımındaki aynı malzemelerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla imal edilir (Şekil 3). Tıpkı geleneksel beton üretiminde olduğu gibi bileşenlerin doğru seçimi kaliteli bir SSB karışımı için önemlidir.



Şekil 3 - Geleneksel Beton ve SSB Yol için Beton Karışım Oranlarının Karşılaştırılması [2]

2.1. Agregalar

Şekil 3'den de görüleceği üzere beton karışımının ağırlıkça yaklaşık %85'ini iri ve ince agregalar oluşturmaktadır. Dolayısıyla, SSB kaplamanın işlenebilirliği, yoğunluğu, basınç ve eğilme dayanımları, termik özellikleri ve dayanıklılığı açısından agrega seçimi oldukça önemlidir. Agregaların



Şekil 4 - SSB kaplama karışımında kullanılacak agregaların tane boyu dağılımı [1]

tane boyu dağılımı, su emme miktarı, özgül ağırlığı, plastiklik indisi, aşınma dayanımı, alkali-silika reaktivite özellikleri ve dayanıklılıkları kontrol edilmelidir. Bunlardan özellikle tane boyu dağılımı geleneksel beton üretiminden farklıdır. Şekil 4'te SSB beton karışımında kullanılacak iri ve ince agregalar ile bunların belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen toplam agrega karışımının alt ve üst limitlerini göstermektedir. Şekilden de görüleceği üzere SSB kaplama imalatında genelde maksimum dane boyutu 19 ile 25 mm arasında seçilmektedir. Beton daha rahat karıştırmak, ayrışmaları azaltmak ve yüzey düzgünlüğünü sağlamak amacıyla tane boyutu yüksek seçilmemektedir. Yüzey düzgünlüğü artırılmak istenirse bu boyut düşürülmekte ancak bu durumda karışımında daha fazla bağlayıcı malzeme kullanılmaktadır. Yüksek oranda plastik olmayan silt parçacıkları içeren ince agregalar, mineral filler olarak görev yapıp beton içerisindeki boşlukları doldurduğu için kullanılabilir. Dolayısıyla, ince malzeme miktarı fazla olan ve asfalt karışımında kullanılmayan kumlar, plastik olmadıkları sürece SSB karışımında kullanılabilir.

2.2. Bağlayıcı Malzemeler

SSB karışımında TS EN 197-1'e uygun herhangi bir çimento tipi kullanılabilen olup, geleneksel beton karışımlarında olduğu gibi çimento tipi seçiminde de SSB kaplamanın yapılacağı iklim ve yapım koşulları belirleyicidir. Genelde CEM I ve CEM II tipi çimentolar tercih edilebilmekte, ayrıca çimentoya ikame olarak beton santrallerinde mineral katkıları özellikle uçucu kül ve cüruf kullanılabilir. Mineral katkıların kullanımı betonun dayanıklılığını artırmakta ve özellikle uçucu kül kullanımı betonu işlenebilirliğini olumlu yönde etkilemektedir.

Uçucu kül genelde toplam bağlayıcı malzeme miktarının hacimce %15 ile %20'si oranında kullanılmaktadır. Uçucu kül genelde beton kaplamaların tuza karşı soyulma direncini azalttığı için %25'ten daha az bir miktarda kullanılması önerilmektedir [5-7]. Ayrıca, soğuk yapım zamanlarında, örneğin Kanada'da 15 Eylül'den sonra uçucu kül tercih edilmemektedir [1].

Uçucu kül dışında cüruf ve silis dumanı da SSB karışımlarında kullanılabilir. Silis dumanı uçucu kül ve cüruf gibi betonun geçirimsizliğini azaltmakta ve dayanıklılığını artırmaktadır, ancak silis dumanı betonun işlenebilirliğini düşürmekte ve sıkıştırma için daha fazla çaba gerektirmektedir [1, 5-6]. Silis dumanı yüksek maliyeti ve yapımda karşılaşılabilecek diğer zorluklardan dolayı genelde tercih edilmez de, özellikle Kanada'nın doğusunda son 10 yıldır, katkılı çimentonun bir bileşeni olarak %7-8 oranında kullanılmaktadır [1].

2.3. Su

Geleneksel beton üretiminde olduğu gibi SSB üretiminde de karışımında kullanılacak olan suyun belirli özelliklerde olması gerekir. Beton karışımında kullanılacak olan su TS EN 1008 standardına uygun olacak şekilde klorürler, sülfatlar, alkaliler, şekerler, fosfatlar ve nitratlar gibi bazı kimyasallardan mümkün olduğunca arındırılmış olmalıdır.

2.4. Kimyasal Katkılar

Beton karışımında kullanılacak olan kimyasal katkıların seçimi esas olarak beton karışımındaki etkisine ve oranına bağlı olarak belirlenir. SSB karışımında akışkanlaştırıcılar, priz hızlandırıcı ve geciktirici kimyasal katkıları yaygın olarak kullanılmaktadır [1].

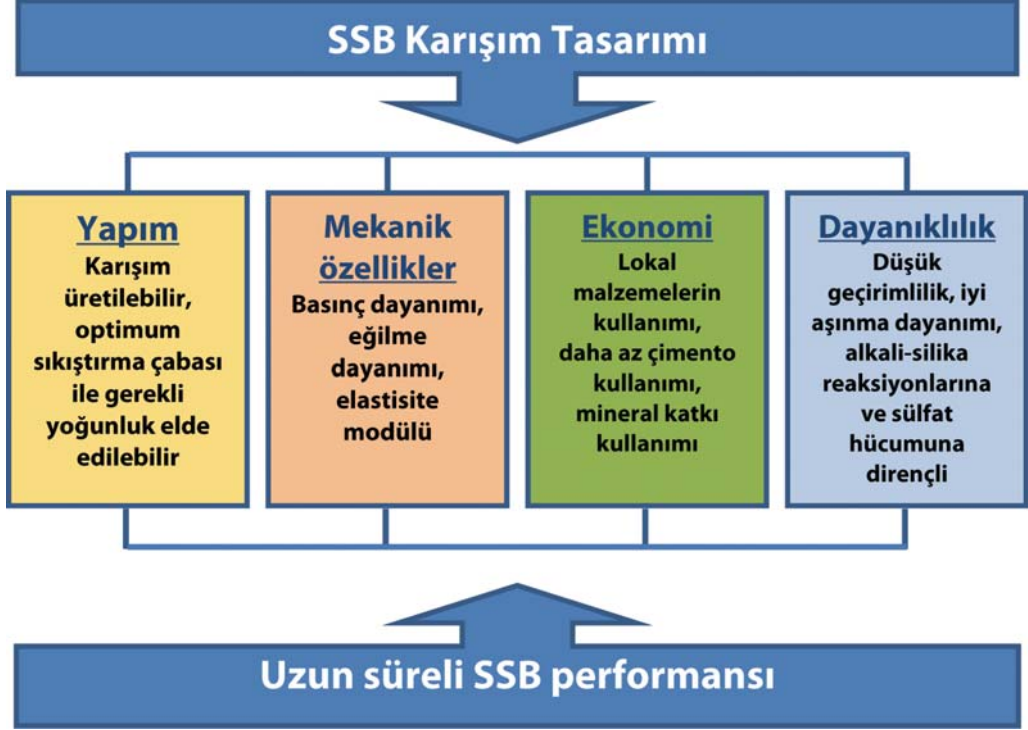
Süperakışkanlaştırıcı kimyasal katkıları bazen kuru beton karışım tesislerinde karışım ve boşaltma sürelerini azaltmak üzere kullanılırlar [1]. Polikarboksilat esaslı süperakışkanlaştırıcıların kuru beton karışım tesislerinde kullanımı sonucu, betonda işlenebilirlik artışının yanısıra önemli ölçüde üretim artışı sağladığı bildirilmiştir [1].

Priz hızlandırıcı kimyasal katkıları yolu trafiğe erken açmak ya da soğuk havada beton dökümü gibi başka bir nedenle betonun prizini hızlandırmanın gerektiği durumlarda kullanılırlar. Priz geciktirici katkıları ise sıcak havada beton dökülmesi gerektiğinde, betonun uzun mesafelerde taşınması gerektiğinde ya da birden fazla katman dökülmesini gerektiren kalın tasarımlarda kullanılırlar.

Hava sürükleyici katkıların ise SSB karışımlarında kullanılması pek yaygın değildir. Bu tür katkıların saha şartlarında istenen hava boşluk dağılım parametrelerini sağladığı henüz ispatlanmamıştır [1].

2.5. Karışım Tasarımı

Kaliteli bir SSB elde edebilmek için bileşen malzemelerin kalitesi kadar bunların doğru oranda kullanımı da çok önemlidir. Beton karışım tasarımında betonun taze ve sertleşmiş özellikleri, yapım gereksinimleri ve ekonomi gözönüne alınmalıdır. Dayanıklı ve uzun performanslı bir SSB yol elde edebilmek için beton karışım tasarımında gözönüne alınması gereken parametreler ve kısa açıklamaları Şekil 5'te gösterilmiştir.



Şekil 5 - SSB karışım tasarımını etkileyen parametreler [1]

SSB karışım tasarımında genellikle iki yöntem kullanılır. Bunlardan birincisi olan zemin sıkıştırma yöntemi, genellikle SSB yollar için kullanılmaktadır. Bu yöntemde öncelikle maksimum sıkıştırma için gerekli olan su oranı belirlenir, daha sonra ise bu su kullanılarak betonda istenilen mühendislik özelliklerine ulaşabilmek için gereken bağlayıcı miktarı belirlenir. İkinci yöntem olan klasik beton karışım tasarımı ise daha çok SSB baraj beton tasarımında kullanılır [1]. Hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın laboratuvarında tasarlanan beton karışımını doğrulamak için bir test şeriti dökümü yapılmalı ve sahada kullanılacak olan ekipman ile beton işlenebilirliği kontrol edilmelidir. Çizelge 2'de ABD ve Kanada'da yapılan bazı SSB karışım tasarımları ve betonun özellikleri verilmektedir.

Avrupa ülkelerine bakılacak olursa Fransa ve İspanya'da yarmada çekme dayanımının 3,3 MPa olması gerektiği, düşük hacimli yollar için ise 2,8 MPa'nın yeterli olacağı belirtilmiştir. Almanya'da SSB kaplamalar için önerilen yarmada çekme dayanımı 3,0 MPa, basınç dayanımı 40 MPa olup, SSB ile yapılmış temeller için yarmada çekme dayanımı 2,7 MPa ve basınç dayanımı 30 MPa'dır. Testlerin uygulanma zamanı genellikle 28. gündür. İspanya'da çimentolara büyük oranda uçucu kül gibi puzolanik malzemeler katıldığı için 90. gün sonunda testler yapılmaktadır. İsveç'te ise SSB karışımında uçucu kül gibi puzolanik malzemeler kullanılmamakta ve sağlanması gerekli olan 28. gün basınç dayanımı 40 MPa'dır [2].

3. SSB Yolların Yapısal Tasarımı

Silindire sıkıştırılmış beton yolların mühendislik özellikleri geleneksel üstyapılara benzerdir. En önemli fark ise SSB kaplamaların daha az su ve çimento içermelerinden dolayı daha az rötreye sahip olmalarıdır.

Çizelge 2 - Bazı SSB karışım tasarımı örnekleri [1]

SSB Yol Yapım Yeri			Takoma Limanı	CTL Karışım	Chattanooga	Brownsville	Güney Karolina	Atlanta	Kanada	
Bağlayıcılar	Çimento	(kg/m ³)	267	300	178	300	263	300	3001	
	Uçucu Kül	(kg/m ³)	59	0	89	0	0	0	0	
Agregalar	Max. Agregada Boyutu	(mm)	16	19	19	19	25	13	19	
	İri Agregada	(kg/m ³)	1008	817	1251	763	1043	978	1255	
	İnce Agregada	(kg/m ³)	1008	1249	983	1045	983	978	800	
	İnce Malzeme (<75 µm)	(%)	3-7	2	3.6	2	-	-	-	
Su ²		(kg/m ³)	152	125	113	140	128	158	95	
Kimyasal Katkılar	Su Azaltıcı / Priz Geciktirici	(kg)	-	-	0.504	-	-	0	1.148	
	Hava Sürükleyici	(kg)	-	-	0	-	-	0	1.148	
Karışım Parametresi	Yaş Yoğunluk	(kg/m ³)	2472	2435	-	2358	-	2408	2513	
	Su/Çimento	-	0.47	0.42	0.42	0.47	0.49	0.53	0.32	
	Agregada/Çimento (Ağırlık)	-	6.18	6.91	8.37	6.05	7.70	6.60	6.93	
	İnce / Toplam Agregada	(%)	50.0	60.5	44.0	57.8	48.5	50.0	38.9	
Dayanım	Basınç	3	MPa	12.7	-	-	21.3	25.0	27.1	-
		7		-	38.2	35.6	-	-	-	-
		28		42.4	55.3	42.7	34.6	36.5	36.1	58.6
	Eğilme	3		3.7	-	-	3.5	-	-	-
		7		-	4.8	4.3	-	-	-	-
		28		5.4	6.3	4.9	4.5	-	-	-
	Eğilme/Basınç Oranı, 28 Günlük	(%)	12.7	11.4	11.5	12.9	-	-	-	

Notlar:

1. %7 silis dumanlı katkı çimento kullanılmıştır.
2. Kanada ve Chattanooga karışımlarında su miktarı agreganın doymuş kuru yüzey ağırlığına dayanarak, serbest su olarak belirtilmiştir. Diğer karışımlarda ise su miktarı fırın kurusu agregada ağırlığına dayanarak toplam su olarak belirtilmiştir.

SSB yollar düz, bağımsız ve donatısız şekilde inşa edilirler. Bu yolların yapısal davranışı eşdeğer beton yolların davranışı ile benzerdir. Kalınlık belirleme prosedürü de geleneksel beton yolların prosedürü ile aynıdır. Kalınlık belirlenirken tekerlek yüklerinden kaynaklı eğilme gerilmesi ve yorulma kabul edilir limitler arasında tutulmaya çalışılır. Beton kaplamalarda yol kalınlığı, beklenen yükler, beton dayanımı ve zemin özelliklerinin bir fonksiyonudur. SSB kaplamalarda en düşük kalınlık 10 cm ve tek seferde en fazla 25 cm kalınlığındaki bir katman yerleştirilecek şekilde olmalıdır.

SSB kaplamaların limanlar, terminaller gibi ağır yükler altındaki kalınlık belirleme esasları Amerikan Portland Çimento Birliği (PCA) ve Amerikan Ordu Birliği Mühendisleri (USACE) tarafından belirlenmiştir. Tasarım esası, üstyapının yani kaplamanın, tekrarlı ağır yükler altında bozulmadan belirli bir dereceye kadar dayanmasıdır. Bu üstyapılarda eğilme gerilmesi kritik olduğu için eğilme gerilmesi-ne bağlı yorulma kalınlık hesabında kullanılır. Yorulma ilişkisinde aşağıdaki gerilme oranı kullanılır.

Gerilme Oranı (GO) = Uygulanan Kritik Eğilme Gerilmesi / Eğilme Dayanımı

Burada "Uygulanan Kritik Eğilme Gerilmesi" beton üstyapı tabakasının tabanındaki en büyük çekme gerilmesidir. "Eğilme Dayanımı" ise ASTM C78; AASHTO T97 veya CSA A23.2-8C ile üç noktalı yüklemeye ile elde edilen kiriş dayanımıdır.

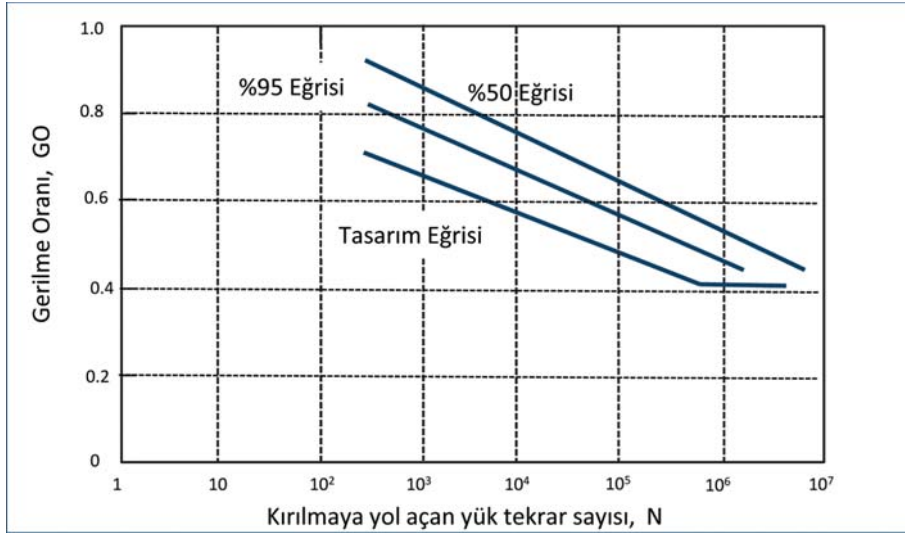
Tasarım aşamasında kalınlık veya yapının dayanımı artırılarak gerilme oranı yorulmanın etkilerini düşürecek şekilde düşük tutulur.

SSB üstyapıların eğilme gerilmesi üzerine yapılan çalışmalar yorulma davranışlarının geleneksel beton üstyapılarıyla benzer olduğunu göstermiştir. Şekil 6, dört farklı silindire sıkıştırılmış üstyapı örneğinden alınmış kırışların yorulma test sonuçlarını göstermektedir. Şekilde %50 çizgisi araştırma veri noktalarının arasından geçirilmiş ve onları temsil eden en uygun çizgidir. %95 çizgisi ise noktaların %95'ini temsil eder. Bu çizgilerin altında, tasarım çizgisi Amerikan Portland Çimentosu Birliği'nin karayolları ve havalimanları için önerdiği prosedürlerde olduğu gibi güvenli tasarım noktasını temsil eder.

Kalınlığa etki eden en önemli parametreler eğilme gerilmesi ve yorulma davranışdır. Kalınlık tekerlek yüklerinden kaynaklı eğilme gerilmesini ve yorulmayı güvenli limitler altında tutacak şekilde seçilir. Üstyapının bağlantı noktalarında köşelerde oluşan eğilme gerilmesi ve yorulma ortanelardan daha fazladır [8]. Bu nedenle derz noktaları ve buradaki yük aktarım performansı verimliliği yapının ömrü açısından son derece önemlidir.

Bu noktalardaki gerilmeyi düşürmek için üstyapı 30 cm kadar genişletilebilir ve bu genişletilen kısımlar destekleyici olarak düşünülebilir. Ticari ve endüstriyel park alanlarında ise yapının boş köşelerinin yanında çok az alan mevcuttur ve buralarda yükler genellikle iç tabakalara uygulanır. Bu nedenle yapı destekleyici köşeler dikkate alınarak tasarlanır.

Derz noktalarında gerilmeyi düşürebilmek için bu noktalardaki bağlantının yeterli miktarda olması gerekir. Tasarım programları kullanıldığı zaman bu noktalardaki yük transfer kabullerine dikkat etmek gerekir.



Şekil 6 - Silindire sıkıştırılmış beton üstyapılar için yorulma ilişkisi (PCA 1987)

3.1. Zemin, Temel Altı ve Temel Tasarımı

SSB yolların altında yer alan doğal zeminler, granüler alttemel ve bağlayıcılarla güçlendirilmiş temel tabakaları geleneksel beton üstyapılarınki ile aynı özelliklere sahip olmalıdır. Doğal zeminin, alttemel ve/veya temelin taşıma kapasitesi her bir SSB tabaka yerleştirmesi için yapılacak sıkıştırılmaya izin verecek (dayanacak) şekilde olmalıdır. Bu üstyapılar granüler temel altındaki nem oranına duyarlıdır. Bu üstyapıların en alt tabakası en fazla eğilme gerilmesi ile karşılaşacağı için burada bulunacak fazla bir su su/çimento oranını artırarak betonun oradaki mekanik dayanımını

azaltacaktır. Bulunan fazla su kurutulmalıdır, ya da tekrar sıkıştırılmalıdır veya başka bir malzeme ile değiştirilmelidir. Zemin ve alttemel tabakaları yeterli dreneja sahip olmalıdır.

3.2. Tasarım Prosedürleri

Bu üstyapılar tasarım açısından iki ana kategoriye ayrılırlar. a) limanlar ve havalimanları gibi ağır yüklere maruz kalanlar, b) değişik tipte kamyonlar ve diğer trafik araçlarının yüklerine maruz kalanlar. Ağır yükler altında çalışan üstyapılar maruz kalacağı en ağır araç yükünün belirli sayıdaki tekrarlı yükü altında tasarlanır ve diğer hafif yüklü araçlar dikkate alınmaz [9]. Bu yaklaşım PCA ve USACE tarafından kullanılmaktadır.

Değişik tipteki araç yüklerine maruz kalan üstyapılar için önerilen PCA ve USACE yöntemi ise çok karmaşık ve detaylıdır. Bunlar için bağlantısız beton üstyapılar için kullanılan ACI tabloları veya StreetPave programı gibi tasarım seçenekleri kullanılabilir. Bazı mühendisler ise bunlara ek olarak kontrol amaçlı WinPAS kullanmaktadır [1].

3.3. RCC-PAVE Programı (Amerikan Portland Çimento Birliği Prosedürü)

Bu program SSB yolların ağır yükler altında tasarlanıp değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu program ayrıca geleneksel yükler altındaki üstyapılar için de kullanılabilir ama bu oldukça karışık ve zahmetlidir. RCC-PAVE prosedürü Amerikan Portland Çimento Birliğinin (PCA) prosedürlerine bağlı olarak Westergaard'ın temel üzerine yapılmış rijit üstyapılar için elastik analiz yöntemini kullanmaktadır [10]. RCC-PAVE programı PCA'nın programından ve PCA'nın Endüstriyel Üstyapılar için Silindirle Sıkıştırılmış Betonun Yapısal Tasarımı yayınından geliştirilmiştir. Windows 98, Windows 2000, Windows NT, ve Windows XP ortamlarında çalışmaktadır.

Tasarım aşağıdaki kabulleri içermektedir.

- Eğer birkaç tabaka şeklinde inşaa yapılacaksa yapı yekpare olarak düşünülür ve tabakalar arasında yeterli bağ olmasına özen gösterilir.
- Tasarım sırasında güvenilir tarafta kalmaya özen gösterilir.
- Şekil 6'daki yorulma çizgisi yorulma testlerindeki sonuçlara göre daha güvenli taraftadır.
- Bu üstyapılar yıllar geçtikçe sağlamlık kazanmaktadır ve böylece eğilme dayanımı tasarım dayanımından daha fazla olacaktır.
- Bunlar genel olarak 700,000 den daha az yük tekrarına göre tasarlanmışlardır. Şekil 6'da gerilme oranı 0.38 civarında düzleşmeye başlamaktadır ve 700,000 den daha fazla tekrarlar için izin verilen yükler dikkate alınmamaktadır.

Kalınlık tasarımı için aşağıdaki bilgilere ihtiyaç vardır [8].

1. Zemin ve alttemel tabakaları ve bunların kombinasyonu için k değeri
2. Araç bilgileri
 - a. Dingil yükleri
 - b. Dingil açıklıkları
 - c. Tekerlek özellikleri (değen yüzey alanı ve basıncı)
 - d. Yapının ömrü boyunca maruz kalacağı tekrar sayısı
3. Üstyapının eğilme dayanımı
4. Üstyapının elastiklik modülü

RCC-PAVE programı SSB üstyapının herhangi bir araç yükü altındaki kritik bükülme dayanımını belirler. Burada esas yükler içteki tabakalardadır. Köşelerdeki kalınlık artırılması köşelere gelen yüklemenin sıkıntılarını çözer ve böylece tüm yapının kalınlığının artırılmasına gerek kalmaz. Tasarım açısından gelecek trafiğe bağlı olarak tabaka kalınlığı belirlenir.

Bu program kolay anlaşılabilir şekilde menülere ve yardım araçlarına sahiptir. Çok değişik araç tipleri ve yükleme özellikleri mevcuttur. Ayrıca kullanıcılarda kendi istedikleri yükleme tipini ve tekrarlarını uygulayabilirler.

Önceden girilmiş malzeme özellikleri kullanılabileceği gibi kullanıcı kendi belirleyeceği malzeme özelliklerini de girebilir. Hassasiyet grafikleri kullanıcıya tasarımdaki değişikliklerin etkilerini değerlendirme şansı sağlar.

RCC-PAVE programı gibi elektronik tasarım yöntemine ek olarak tablolar ve grafikler kullanılarak PCA yöntemi kullanılabilir. PCA yöntemine ait ve RCC-PAVE yöntemine eşdeğer örnekler 1 nolu referanstan görülebilir.

4. SSB Üretimi Ve Yol Yapımı

SSB yol yapımı genel hatlarıyla aşağıdaki 5 işlemden oluşmaktadır:

- Taban zemini, temel ve alttemel hazırlanması
- Beton karışımının hazırlanması
- Taşıma
- Yerleştirme
- Sıkıştırma
- Gerekliğinde derz yapımı
- Kür ve bakım
- Test şeridi yapımı

4.1. Taban zemini, alttemel ve temelin hazırlanması

Yoltabanı üzerine inşa edilecek olan alttemel veya temel ASTM D 1557 standardına göre maksimum kuru yoğunluğun minimum %95'ine kadar sıkıştırılmalıdır. Bütün bu tabakalar SSB yolun sıkıştırılmasına izin verecek rijitlikte olmalıdır. Granüler bir malzemeden imal edilen alttemel SSB yolun altındaki suyun drenajı amaçlı imal edilmektedir. Alttemel ve temel tabakasının düzgünlüğü SSB yolun düzgünlüğünün de önemli bir anahtarıdır. Betonun serilmesinden önce temel tabakası nemsiz, yabancı malzemelerden arındırılmış ve donmamış olması gerekmektedir. SSB nispeten kuru bir karışım olduğu için temel ve alttemeldeki nem değişimlerinden etkilenebilmektedir. Dolayısıyla, beton dökümü öncesi mümkün olduğunca homojen bir nemde olan temel tabakası elde etmek önemlidir. Kuru bir temel tabakası betonun nemini alacağından gerektiğinde fiskiyelele temelin ıslatılması gerekebilir. Ancak, bu gibi durumlarda göllenmeye veya bir çamur tabakasının oluşmamasına dikkat edilmelidir [1].

4.2. Beton karışımının hazırlanması

Yukarıdaki bu işlemlerden ilki olan beton karışımının hazırlanması Türkiye'de oldukça fazla miktarda mevcut olan yaş veya kuru karışım hazır beton tesislerinde yapılabilmektedir. Ancak, karışımın nispeten kuru olmasıyla bu tür kesikli üretim olarak tabir edilen tesislerde tesisin kapasitesinin oldukça altında çalıştırılması gerekmektedir. Yurtdışında, ABD ve İsveç'te SSB yol imalatlarında yüksek üretim kapasitesine sahip olan sürekli karıştırma tesislerinin kullanımı tercih edilmektedir [1, 2]. Sürekli karışım tesisleri, kolayca taşınabilmekte ve kurulabilmekte olup kesikli karışım tesislerine göre birim zamanda daha fazla üretim sağlayabilmektedir. En çok kullanılan ve önerilen tesis, malzemeler için ağırlık kontrolüne sahip olan sürekli karışım tesisleridir. Tesisin üretimi hızlı ve kesintisiz olduğunda, serme işleminin sürekliliği de sağlanmış olacaktır. Tesisin üretimi, sericinin yerleştirme ve sıkıştırıcının sıkıştırma hızıyla benzer olmalı ve tesis mümkün olduğunca uygulama alanına yakın bir yere kurulmalıdır.

4.3. Beton karışımının taşınması

SSB'nun taşınması esnasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- SSB yol taşınması esnasında kullanılacak olan filonun özelliklerinin (kapasite ve tip) belirlenmesinde, beton sıkıştırıcının ve sericinin kapasitesi, taşıma mesafesi, iklim koşulları ve yer-

leştirme zamanı (gündüz / gece) gibi etkenler gözönüne alınmalıdır. Genelde, seçilen beton üretim tesisinden bağımsız olarak SSB, tesisten yol sahasına kadar damperli kamyonlarla taşınmaktadır.

- Damperli kamyonlar betonun yağmur, aşırı soğuk veya sıcak gibi çevresel koşullardan etkilenmemesi için su geçirmez bir branda ile kaplanmalı ve o şekilde sahaya doğru yola çıkmalıdır. Ayrıca, ulaşım esnasında meydana gelecek nem kaybını gözönüne alarak beton karışımının su miktarı sıkıştırma için gerekli optimum nem miktarından biraz daha fazla olacak şekilde ayarlanmalıdır.
- Damperli kamyonlar her taşıma işleminden sonra yıkanarak temizlenmelidir. SSB'nun damperine yapışması betonun sericiye dökülmesi esnasında problemlere yol açabilmektedir. Ayrıca, damperde kalması muhtemel nemini kaybetmiş eski betonun bir sonraki harman ile karışması sağlanmış olacaktır.
- Genelde SSB damperli kamyonlar ile serici önüne doğrudan boşaltılmaktadır. Ancak, kamyonların manevra yapamayacağı dar ve sıkışık alanlarda kepçeler veya özel taşıma bantları kullanılarak da boşaltma yapılabilir.
- SSB'nun kamyonlara yüklenmesi, taşınması ve boşaltılması esnasında ayrıışmaması için gereken önlemler alınmalıdır. SSB damperli kamyonun önüne, ortasına ve arkasına olacak şekilde eşit harmanlar kullanılarak boşaltılmalıdır. Sericinin önüne boşaltma yapıma işlemi esnasında da gerekli özen gösterilmelidir.
- Düzenli bir yerleştirme yapabilmek için beton karıştırıcıdan sericinin önüne kadar geçen taşıma süresi mümkün olduğunca azaltılmalıdır. SSB işlenebilirliği zamanla azaldığından çimentonun suyla bulunduğu andan betonun sericinin önüne boşaltıldığı ana kadar geçen süre genelde 45 dakika ile sınırlanmalıdır. Bu süre gerektiğinde priz geciktiriciler kullanılarak uzatılabilmektedir. Ancak, özellikle ortam sıcaklığının 27 °C'yi aştığı durumlarda bu süreler daha da kısalabileceği unutulmamalıdır.

4.4. Beton karışımının yerleştirilmesi

SSB genelde bir asfalt serici ile yerleştirilebilmektedir. Asfalt sericide bazen küçük bazı modifikasyonlar (besleme kovası ve mastar tablası arasındaki açıklığın büyütülmesi, mastar tablası önündeki helezonların ayarlanması gibi) yapılması gerekmektedir. Asfalt serici SSB'nu tüm şerit genişliği boyunca referans yaş yoğunluğun en az %80'ine kadar sıkıştırılabilmektedir. Titreşimli mastar ve en az bir tokmağa (bıçağa) sahip olan gelişmiş bir beton asfalt sericisi ile kabul edilir performans elde edilmiştir. Bazı yüksek sıkıştırılmalı serici tipleriyle bu yoğunluk %90'a kadar çıkabilmektedir.

Bazı yüksek sıkıştırılmalı tablalar ihtiva eden sericilerde tek bir tabakada 25 cm kalınlığa kadar yerleştirme yapılmış olsa da genelde asfalt sericiler ile hazırlanan tabaka kalınlıklarının 15 cm'yi geçmemesi, tabaka kesitinde homojen bir yoğunluğun elde edilebilmesi için, önerilmektedir. Öte yandan saha uygulamalarında sıkıştırma öncesi ve sonrası tabaka kalınlıkları arasında, serici tipi, karışım özellikleri ve tabaka kalınlığına bağlı olarak, yaklaşık %10 ile 25 arasında bir fark olduğu gözlenmiştir. Eğer SSB iki farklı tabaka halinde dökülecekse iki eşit kalınlıkta dökülmesi önerilmektedir. Üst ve alt tabakalar arasındaki zaman farkı karışım özellikleri ve ortam şartlarına bağlı olarak değişse de mümkünse 60 dakikayı geçmemesi her iki tabakanın bağlanarak birlikte çalışması için önemlidir. Eğer bu süre aşılmışsa iki tabaka kısmi olarak bağlanmış kabul edilmekte bu da yapısal kapasitenin tam olarak edinilememesine neden olmaktadır. Dolayısıyla, böylesi durumlarda üst tabaka yerleştirilmeden önce alt tabaka hava veya su jeti ile temizlenmeli ve arada ince bir yüksek kıvamlı harç karışımı uygulanmalıdır.

Ayrıışmanın engellenmesi için besleme kovasının hiçbir zaman boş bırakılmaması gerekmektedir. Sericinin durup kalkması yüzey kalitesinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla, gereksiz durkalklardan kaçınmak gerekmektedir. Beton yerleştirme hızı sericinin kapasitesine, serilen tabakanın kalınlığına, beton karıştırıcının kapasitesine, taşıma mesafesi gibi diğer etkenlere göre sabit olacak şekilde önceden planlanmalıdır.



Şekil 7 - SSB kaplamanın çelik ve lastik tekerlekli silindirlerle sıkıştırılması [1]



Şekil 8 - Yoğunluk ölçümünde nükleer cihazların kullanımı [1]

4.5. Beton karışımının sıkıştırılması

SSB karışımının sıkıştırılması aşaması, kaplamanın yoğunluğu, dayanımı, geçirimsizliği - dolayısıyla dayanıklılığı - ve yüzey düzgünlüğü açısından oldukça önemlidir. İlk sıkıştırma genellikle 10 ton ağırlığa sahip çift tamburlu titreşimli çelik bandajlı silindir ile yapılmaktadır (Şekil 7). İlk sıkıştırmanın ardından, 20-30 tonluk lastik tekerlekli silindir ile geçiş yapıldığında titreşimli sıkıştırma sonrasında ortaya çıkan kusurlar ve küçük boşluklar kapatılmaktadır. Sıkıştırma, serme işleminden sonraki 15 dakika içinde başlamalı ve tesiste beton karışımı hazırlandığı andan itibaren 45 dakika geçmeden tamamlanmalıdır. Sıcak havalarda ise, karıştırmanın bitişi ile sıkıştırmanın bitişi arasında geçen süre 35 dakikayı aşmamalıdır.

Genelde, 10 ton ağırlıktaki çift tamburlu titreşimli çelik bandajlı silindir ile yapılacak dört ile altı geçiş 15-25 cm kalınlıktaki tabakaların %98'inde gereken yoğunluğa ulaşılmasını sağlamıştır. Fazla geçişlerden dolayısıyla fazla sıkıştırmadan, özellikle kesitin üst kısmında yoğunluk azalmasına yol açabileceği için kaçınılmalıdır. Yoğunluğun anında belirlenmesi için tahribatsız muayene yöntemlerinden biri olan nükleer yoğunluk ölçme cihazları kullanılmalıdır (Şekil 8). Özellikle yol şeridinin kenarlarında sıkıştırma yaparken, fazla sıkıştırma buralarda stabilitenin kaybolarak kenar göçmelerine yol açabileceğinden titreşimli silindirlerin kullanılmasında özen gösterilmelidir.

4.6. Derz Yapımı

SSB yollarda rötre, ve dolayısıyla çatlak genişlikleri azalmış olacağından genelde bir derz kesimi işlemi yapılmamaktadır. Çatlaklar, betonun özelliklerine ve kaplama kalınlığına göre değişmekle birlikte, genelde 6 ile 18 m aralıklarda oluşmaktadır [1]. Bu çatlakların ileride sorun yaratmaması için SSB yollarda diğer beton yollarda olduğu gibi gerekli drenaj önlemleri alınmalıdır.

Ancak, herhangi bir derz kesme işlemi yapılacaksa, diğer beton yollarda olduğu gibi kesme zamanlaması ayarlanmalı ve kesme zamanı kesme işlemi esnasında agregaların hamurdan ayrılması sağlanacak kadar geç ve rastgele çatlaklar oluşmadan önce yapılmalıdır. Kesme derinliği kaplama kalınlığının yaklaşık 1/4'ü kadar olmalıdır.

Enine derzler genelde 20 cm'den daha az kaplama kalınlıkları için 6 m civarında seçilmektedir. 20 cm'den daha kalın olan kaplamalar içinse bu miktar 3 kat kadar artırılabilir. Boyuna derzler ise enine derzlerden genelde daha kısa seçilmektedir. Ancak, endüstriyel tesislerin sahaları gibi oldukça geniş bir kaplama alanı varsa, genelde kare şeklinde derzler oluşturulmaktadır. Böylesi uygulamalarda, derz aralıkları 20 cm'den daha az kaplama kalınlıkları için genelde 4.5 ile 6 m., daha kalın kaplamalarda ise kaplama kalınlığının (m olarak) yaklaşık 2.3 katı kadar aralıklarda olmalıdır.

4.7. SSB'nun bakımı

SSB'nun bakımı ya da kürü betonun istenilen mukavemete ve dayanıklılığına sahip olması için çok önemlidir. SSB'da terleme gözlenmeyeceği için buharlaşma ile yüzeyden su kaybı betonun yerleştirilmesini takiben başlayacaktır. Dolayısıyla, kür işlemine sıkıştırma işleminin tamamlanmasından sonra hemen başlanmalıdır. Bu işlem için genellikle kür kimyasalları kullanarak beton yüzeyinde bir film tabakası oluşturulması sağlanmakta ve nem kaybı engellenmektedir (Şekil 9). Ancak, bu tür kimyasallar SSB'nun yüzeyindeki açık yapısından dolayı normal saha beton uygulamalarına göre daha 1.5-2 kat daha fazla kullanılmalıdır. Geleneksel kür yöntemleri olan sulama, fiskiyeleme, ve ıslak branda ile yolun üzerinin örtülmesi uygulamaları SSB yollar için çok uygun görünmemektedir [1].



Şekil 9 - SSB yolda beyaz renkli kür kimyasalı uygulanması [1]

4.8. Test şeridi yapımı

Yol müteahhidinin deneyimi ve yol projesinin büyüklüğüne göre bir test şeridi yapımı SSB yolun tasarımı, yapımı, kürü, derz oluşturulması ile sahada ve laboratuvarında gerekli testlerin yapılması aşamalarının gözlenmesi açısından oldukça yararlıdır. Test şeridi benzer bir yol taban zemini üzerinde aynı malzemeler ve ekipmanlarla yapılmalıdır. Bütün işlemleri gözlemleyebilmek için, yeterince uzun bir test şeridi inşa edilmeli ve derzlerin oluşturulması aşamasını da izleyebilmek için en az iki serici genişliğinde olmalıdır.

SSB yol yapımı öncesi bir test şeridi imalatı ile aşağıdakilerin yapılması mümkün olacaktır [1]:

- Temel tabakasının eğim, yoğunluk ve nem gibi özellikleri incelenecek
- Bütün malzemelerin şartnamelere ve standartlara uygunluğu test edilecek
- Beton üretim tesisinin istenen üretim hızında ve homojenlikte beton üretebildiği doğrulanacak
- Beton karışımının tasarım şartlarını sağladığı doğrulanacak
- SSB'nun depolama, işleme ve taşınmasının uygunluğu kontrol edilecek
- Yerleştirme ve sıkıştırma işlemlerinin kalitesi incelenecek
- Silindirlerin sıkıştırma zamanlaması ve sıralaması ile istenen yoğunluğun kaç geçiş sonrası elde edileceği onaylanacak
- Bitişik kaplama şeritlerinin yerleştirilmesi ve zamanlaması doğrulanacak ve derz kalitesi incelenecek
- Yapım esnasında alınacak olan numunelerin örnekleme metodları değerlendirilecek
- Gerekirse beton karışım oranlarında düzenleme yapılabilecek.
- Yüzey düzgünlüğü ve uniformitesi değerlendirilecek
- Proje şartnamesinin gereği olan yoldan karot ve kırış numunesi alımı ve nunlar üzerinde deneyler yapılabilecek.

5. Türkiye'de SSB Yollar

Yukarıdaki tarihten de anlaşılacağı üzere SSB yollar yurtdışında son 40-50 yıldır inşaa edilmekte olup uzun vadedeki performansları ve olumlu özellikleri gözlenmiştir. Ancak, ne yazık ki ülkemizde bu teknolojinin kullanılmaya başlanması oldukça yenidir. Ülkemizde ilk SSB uygulama-

sı 1982-1983 yıllarında Karakaya Barajı mansap batardosunda yapılmıştır [11]. Ardından, Suçatı, Çine, Cindere ve Beydağ Barajlarının gövdesinde 1990'lı yılların ortalarından itibaren kullanılmaya başlanmış olup, halen birçok hidroelektrik santrali imalatında tercih edilmeye başlanmıştır [12]. SSB yol uygulaması ise sadece iki tanedir. Bunlar biraz sonra detaylı bilgi verilecek olan Antalya ve Denizli Belediyesi uygulamalarıdır.

5.1. Antalya Büyükşehir Belediyesi Uygulaması

Antalya Büyükşehir Belediyesi, dahil olduğu bir Avrupa Birliği 6. Çerçeve Projesi kapsamında Türkiye'nin ilk SSB yol imalatını gerçekleştirmiştir. Kısaca "Ecolanes" olarak isimlendirilen ve İngiltere'deki Sheffield Üniversitesi tarafından yürütülen bu proje, "Karasal Ulaşım için Ekonomik ve Sürdürülebilir Kaplama Üstyapısı" başlığını taşımaktadır. Proje kapsamında araç lastiklerinden elde edilen çelik tellerin rijit beton üstyapı imalatında kullanılabilirliği çeşitli laboratuvar deneyleri ve saha uygulamalarıyla gösterilmiştir [13].

Bu bağlamda projenin Türkiye ortağı olan Antalya Büyükşehir Belediyesin'ce belirlenen Necip Fazıl Kısakürek Caddesi'nin 150 m boy ve 8.6 m genişliğindeki bir kısmının rehabilitasyonu yapılmıştır (Şekil 10). Yol rehabilitasyonu kapsamında eski asfalt yol ve temel tamamen kaldırılmıştır. Yeni yol, 20 cm kalınlığında bir temel, 10 cm kalınlığında bir alttemel, 19 cm kalınlığında SSB ve en üstte 4 cm kalınlığında bir asfalt tabaka olmak üzere dört katmandan oluşturulmuştur. SSB ise dört farklı karışım olarak imal edilmiştir. 70 m boyunda ve 5.1 m genişliğindeki ilk kısmında %3 oranında araç



Şekil 10 - Antalya'daki SSB Uygulanan Yolun Önceki Görünümü [10z]



Şekil 11 - Antalya'daki SSB Uygulaması

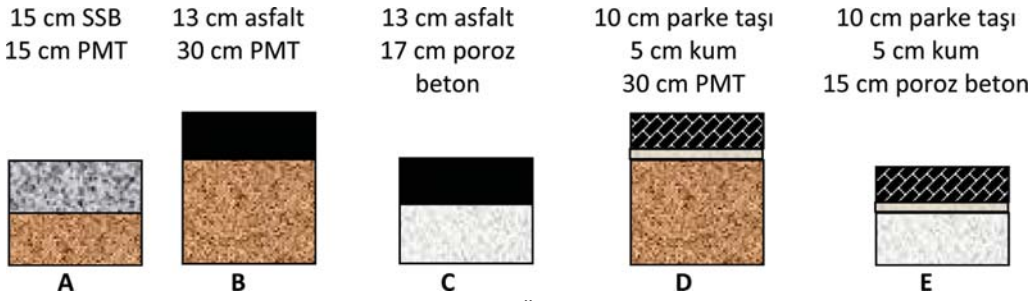
lastiğinden geridönüştürülmüş çelik tel; 40 m boyunda ve yine 5.1 m genişliğindeki ikinci kısmında %2 oranında çelik tel; 40 m boyunda ve 5.1 m genişliğindeki üçüncü kısmında herhangi bir çelik tel kullanılmamış ve son olarak 150 m boyunda ve 3.5 m genişliğindeki dördüncü bir kesimde ise %3 oranında araç lastiğinden geridönüştürülmüş çelik tel kullanılmıştır [13].

Antalya'daki uygulamada SSB yol ve karışım tasarımı Sheffield Üniversitesi tarafından yapılmıştır. Uygulama esnasında Belediye'ye ait bir asfalt serici, üzerinde çok küçük bazı modifikasyonlar yapıldıktan sonra kullanılmıştır (Şekil 11). Temmuz 2009 yılında inşa edilen bu yol halen kullanımdadır.

5.2. Denizli Belediyesi Uygulaması

Türkiye'deki gerçek anlamdaki ilk SSB yol uygulaması ise Denizli Belediyesi tarafından Antalya'daki pilot uygulamanın görülmesinin ardından yapılmış ve halen de Belediye tarafından daha fazla tercih edilen bir kaplama türü olarak yapılmaya devam edilmektedir. Aralık 2009 yılından beri Denizli Belediye'since yapılan SSB kaplama miktarının 500,000 m²'yi aştığı tahmin edilmektedir. Belediye'nin SSB yol tercihi ise yapmış oldukları bir yol üst yapısı kesit değerlendirme analizi sonucunda olmuştur (Şekil 12).

Şekil 12'de belirlenen 5 alternatif yol üst yapısı kesitinde birim maliyet açısından D numaralı kesidin ardından SSB beton yol en ucuz ikinci seçeneği oluşturmuştur. SSB yolun diğer kesitlere göre üstünlükleri, daha az kazı yapılması ihtiyacı dolayısıyla altyapıya daha az zarar verme ihtimali ve hızlı inşa edilebilmesi sayılabilir.



Şekil 12 - Denizli Belediyesi Yol Üstyapı Kesitleri Karşılaştırması



Şekil 13 - Denizli'deki SSB Uygulaması

Denizli Belediye'since yapılmış olan SSB yol ve karışım tasarımı ise Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nce yapılmıştır. Yol inşasında kullanılan ekipmanlar özel bir firma tarafından getirilmiş ve serici üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır (Şekil 13). Beton karışımında yaklaşık 300 kg çimento ve 20 kg çelik tel kullanılmış, agrega maksimum dane boyutu ise 15 mm olarak seçilmiştir. 28 günlük eğilme dayanımı hazırlanan kirişi numunelerden belirlenmiş ve karışımın eğilme dayanımının 3.5 MPa'nın üzerinde olması hedeflenmiştir.

6. Sonuç

Ülkemizde halen karayollarının yük taşımacılığındaki payı %92, yolcu taşımacılığındaki payı ise %95'tir [14]. Öte yandan, ülkemizde, yaklaşık 2 000 km'si otoyol, 31 000 km'si devlet yolu, 30 000 km'si il yolu olmak üzere toplam 63 000 km'lik bir karayolu ağı şebekesi bulunmaktadır. Bu yolların yaklaşık %80'i asfalt sathi kaplama, %7'si BSK olarak kaplanmış olup geri kalanı stabilize veya toprak yoldur. Yaklaşık, 300 000 km uzunluğundaki köy yollarımızın ise yaklaşık %30'u asfalt sathi kaplama olarak kaplanmış olup geri kalanı stabilize veya toprak yoldur [14]. Son on yılda Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği'nin (TÇMB) gayretleriyle başlatılan ve birkaç ilde daha oldukça az miktarda yapılan beton yol uygulamaları oldukça sınırlı kalabilmiş, ve bir alternatif olarak beton yolların gelişmesi mümkün olamamıştır.

Ayrıca, ülkemizdeki yollarda bulunan ağır taşıt oranının Avrupa'ya göre yaklaşık dört kat daha fazla olduğu belirtilmekte [15], ağır taşıtların ise istihap hadlerinin oldukça üzerinde yük taşıdığı bilinmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü'nün (KGM) 2007-2011 yıllarına ait stratejik planına [16] göre KGM'nün GZFT (Güçlü Yanlar, Zayıf Yanlar, Fırsatlar, Tehditler) analizi yapıldığında en önemli tehditlerden biri olarak "petrol ve petrol ürünlerinin fiyatlarının artması ile yapım, bakım ve işletme masraflarının artması" belirlenmiş durumdadır. Nitekim, geçtiğimiz yıl düzenlenen 2. Karayolu Ulusal Kongresi sunumlarında, Gürkan ve ark. Karayolları 7. Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde kalan BSK'lı yolların bir performans değerlendirmesini yapmış, ve çok çarpıcı bir şekilde 7. Bölge BSK'lı yol ağının sadece %25.4'lük bir bölümünde yolların iyi durumda olduğu saptamasını yaparak, %23.6'lık bir bölümünde hemen iyileştirme çalışmalarına başlanması gerektiğini saptamışlardır [17]. Dolayısıyla, yukarıda belirtildiği üzere oldukça fazla sayıda ağır taşıtın yola çıktığı ülkemizde böylesi saptamalar hiç de şaşırtıcı değildir.

Yapımında asfalt sericiler ve silindirler gibi asfalt ekipmanları kullanılarak inşa edilebilen ve yukarıda kısaca özellikleri ile üstünlüklerinden bahsedilen SSB yollar ağır taşıtlar dolayısıyla ağır yükler için ideal bir çözüm olarak karışımıza çıkmaktadır. Yukarıda verilen örneklerden de görüleceği üzere yurtdışında birçok ülkede ekonomik ve kalıcı bir çözüm olduğunu göstermiş ve gittikçe artan bir şekilde kullanılmaya başlanılmıştır. Dolayısıyla, SSB yollar gerek KGM'nün yetki alanında bulunan ve özellikle ağır taşıt trafiği bulunan yollarda, ayrıca belediyelerin kontrolü alanındaki şehiriçi yollarda ve il özel idareleri yetki alanında bulunan köy yollarında yapım yöntemlerindeki kolaylık, ekonomikliği ve kalıcılığı gözönünde bulundurulduğunda, önemli bir alternatif olarak karışımıza çıkmaktadır.

Teşekkür

Yazarlar, özellikle Denizli Belediyesi uygulaması ile ilgili bilgileri ve resimleri bizimle paylaşan Modern Beton Kalite Güvence Müdürü Sayın Nagehan Haldenbilen'e teşekkürü bir borç bilir.

Kaynaklar

1. Harrington, D., Abdo, F., Adaska, W., Hazaree, C., (2010). Guide for Roller Compacted Concrete Pavements, National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University.
2. Açar, E., Taşdemir, Y., (2007). "Silindir ile Sıkıştırılabilen Beton Yollar", Türkiye Hazır Beton Birliği web-sitesi, <http://www.thbb.org>

3. Pittman, D., (2012). "U.S. Army Corps of Engineers Experience with Roller-Compacted Concrete Pavements", Presented at a Symposium on Integrated Cement Based Pavement Solutions, Part 2: Roller Compacted Concrete Pavements, American Concrete Institute web-sitesi, <http://www.concrete.org>
4. Adaska, W., (2006). Roller-Compacted Concrete (RCC), PCA Research & Development Information Serial No. 2975. Skokie, IL: Portland Cement Association.
5. Taylor, P.C.; S.H. Kosmatka; G.F. Voigt; et al. (2006). Guide to the Selection and Use of Hydraulic Cements, and Integrated Materials and Construction Practices for Concrete Pavement: A State-of-the-Practice Manual, National Concrete Pavement Technology Center, Institute for Transportation, Iowa State University.
6. Neville, A.M., (1995). Properties of Concrete, Pearson Education Limited.
7. Mehta, P.K., Monteiro, P.J.M., (2006). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials, McGraw Hill.
8. Portland Cement Association. 1987. Structural design for roller-compacted concrete for industrial pavements, Concrete Information. Publication IS233.01. Skokie, Illinois: Portland Cement Association.
9. Delatte, N. (2008). Concrete Pavement Design, Construction, and Performance, Abingdon, UK: Taylor and Francis.
10. Portland Cement Association. (2002). RCC-PAVE Computer Program. Item Code MC043. Skokie, IL: Portland Cement Association.
11. Öztürk, A., Yıldız, D. (1998). "Silindire Sıkıştırılmış Beton Baraj Teknolojisi ve Türkiye'deki Uygulamaları", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri, No. 393, p. 39-46
12. Özcan, S. (2008). "Silindire Sıkıştırılmış Betonun Farklı Yastık Karışımları ile Yapışma Verimliliği", ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
13. Ecolanes publishable final report. (2010), <http://ecolanes.shef.ac.uk/>
14. Yeğinobalı, A., Başkoca, A., (2005). "Geleceğin Yolu: Afyonkarahisar'daki Beton Yolun Hikayesi", Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Ar-Ge Enstitüsü Yayınları, Ankara.
15. THBB Beton Yollar Teknik Çalışma Grubu, (2003). "Beton Yollar", TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Türkiye Mühendislik Haberleri, No. 427, p. 38-44.
16. Karayolları Genel Müdürlüğü, (2007). "T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, 2007-2011 Stratejik Planı".
17. A.G. Güngör, B. Hacak, ve N. Ünal, (2011). "Üstyapı Yönetim Sistemi KGM Uygulamaları", 2. Karayolu Ulusal Kongresi Sunumlar Kitapçığı, 11-13 Ekim, Ankara, 441-478.

Binalarda Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtım Malzemeleri

Özet

Giderek artan enerji ihtiyacımızı karşılamak için dünyamızı daha fazla kirlenmektense enerji tasarrufu yaparak doğayı koruyabilir ve enerji maliyetlerini azaltabiliriz.. En çevreci ve en ekonomik enerji tasarruf edilen enerjidir. Bu yazıda dünyada ve Türkiye’de ısı yalıtımının gelişimi, binalardaki ısı yalıtımı detayları, ısı yalıtım malzemeleri, hesaplama yöntemi incelemesi, konuyla ilgili kanun yönetmelik ve standartların incelenmesi üzerinde durulmaktadır.

1. Dünyada ve Türkiye’de Isı Yalıtımı Gelişimi

Dünyada enerji kaynaklarına erişim çabaları; ülkeler arası ekonomik ve siyasi ilişkilerin, savaşların belirleyicisi ve sebeplerindedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan birçok ülke nüfusuna oranla daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Her geçen gün artan enerji ihtiyaçlarını karşılamak ve dışa bağımlılıktan kurtulmak için, yenilenebilir enerji kaynaklarının(rüzgar, güneş) geliştirilmesi ve enerji tasarrufu üzerine çalışmalara hız verilmiştir.

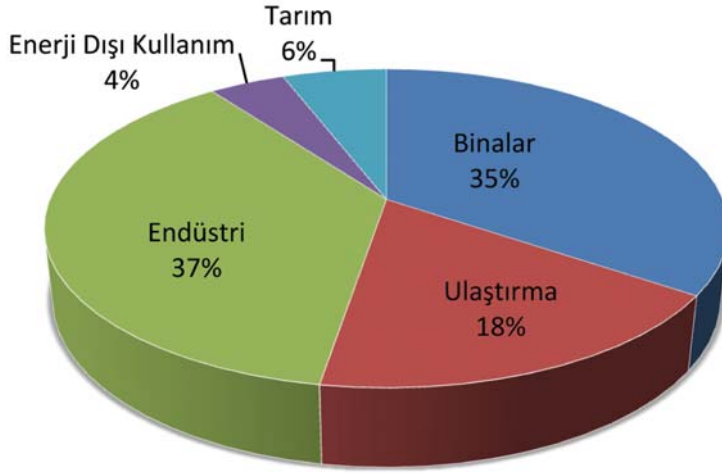
Gelişmiş ülkelerde 1975’lerden sonra ortaya konan enerji verimliliği kararları ile 2005 yılına kadar geçen sürede tüketilen enerjide %55 gibi çok büyük tasarruf sağlanmıştır. Enerji verimliliğine 1990’lı yıllarda daha fazla önem verilmiş, bunun sonucunda dünyada toplam enerji tüketimi, sanayileşme ve büyümeye paralel olarak artmamış daha düşük oranlarda kalmıştır.

Grafik1’e baktığımızda binalarda tüketilen enerji, toplam enerjinin içinde %35’lik bir dilim oluşturmaktadır. Türkiye Enerjide yaklaşık %75 dışa bağımlıdır. Enerji ithalatı yıllık 55 milyar USD bulmakta ve cari açığı en büyük paya sahip olmaktadır.

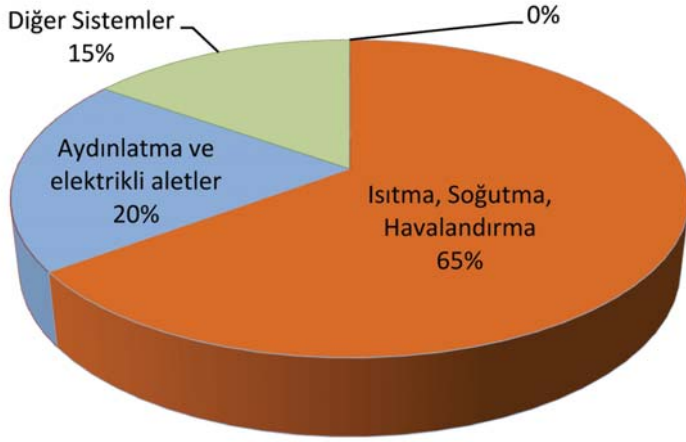
Türkiye’de yıllık enerji tüketimi kabaca 75 milyar dolar dersek, bunun %35’i yani 26,5 milyar dolarlık kısmı binalarda tüketilmektedir. Grafik 2’ye baktığımızda binaların ısıtma, soğutma ve havalandırmaya harcadığı enerji %65’le 17 milyar dolar seviyelerindedir. Doğru bir ısı yalıtımı yapıldığında %50 enerji verimi elde edilmesiyle yaklaşık 8,5 milyar dolar enerji tasarrufu yapılabilir. Türkiye’de hala %85 yapı ısı yalıtımsızdır. Başbakanlık 10.Kalkınma Planı çerçevesinde Enerji Verimliliği üzerinde durulmuş, %15 olan yalıtımlı bina oranı 2018’e kadar %26’ya çıkarılması hedeflenmiştir.

Almanya’da bir binayı ısıtmak ve soğutmak için yıllık enerji ihtiyacı 30-60 kwh/m² iken Türkiye’de 250-350 kwh/m²’dir. Kısacası Türkiye, daha soğuk bir iklime sahip Almanya’dan binaları ısıtmak

* Özgür Yaman, Özkan Şengül, Haluk Selçuk, Osman Çalığı, İlkay Kara, Şükrü Erdem, Demet Özgür



Grafik 1 - Türkiye Enerji Tüketim Oranları [1]



Grafik 2 - Binalarda Enerji Tüketim Dağılımı [2]



Fotoğraf 1 - [3]

veya soğutmak için neredeyse 10 kat daha fazla enerji tüketiyor. 1988 yılında Almanya'da Prof. Dr. Bo Adamson ve Prof. Dr. Wolfgang Feist tarafından Pasif Ev Standardı hazırlanmıştır. Pasif Ev normal yapılara göre %90 oranında enerji tasarrufu sağlar. Pasif evlerde ısıtma ve soğutma için harcanan enerji metrekarede en çok 15 kilowatt saattir. AB ülkeleri 2019 yılından itibaren tüm binaları Pasif Ev olarak yapmak için gerekli kanun, yönetmelik ve standartlar üzerinde çalışmaktadırlar.

Türkiye'nin ilk pasif evi 2013 yılında İzmir Urla'da yapılmıştır (fotoğraf-1). Dış cephesinde 16 cm kalınlığında, taban ve terasında 10 cm kalınlığında XPS malzemesi kullanılmış olup pencere ve dış kapılarında çift camın yanı sıra camlar arası boşluk argon gazı doldurulup sızdırmazlık sağlanarak ısı yalıtımı sağlanmıştır. Ayrıca Pasif evde ısı geri kazanımlı havalandırma sistemi, 10 m²'lik Solar güneş enerjisi kullanılmıştır. Güneş enerjisiyle ısıtılan su hem ısıtma sisteminde hem de sıcak su için kullanılmıştır. Binada soba, kalorifer veya klima gibi bir ısı kaynağı yoktur.

Isı yalıtımının en önemli kısmını oluşturan dış cephe ısı yalıtımı (mantolama) gelişmiş ülkelerde 1970'li yıllarda uygulamaya başlanmış, Türkiye ise 1991 yılında ithal ürünlerle dış cephe ısı yalıtım malzemelerini tanımıştır. Yine 1990'lı yılların başında önemli ısı kayıplarının yaşandığı dış cephe doğramalarında ısı cam (çift cam) kullanımı da başlamıştır. İlk yıllarda 3cm civarında kullanılan ısı yalıtım kalınlığı ilgili standardın (TS 825) uygulanması ve hesaplama kurallarıyla bulunduğu bölgeye göre 8-16 cm kalınlığa kadar ulaşmıştır.

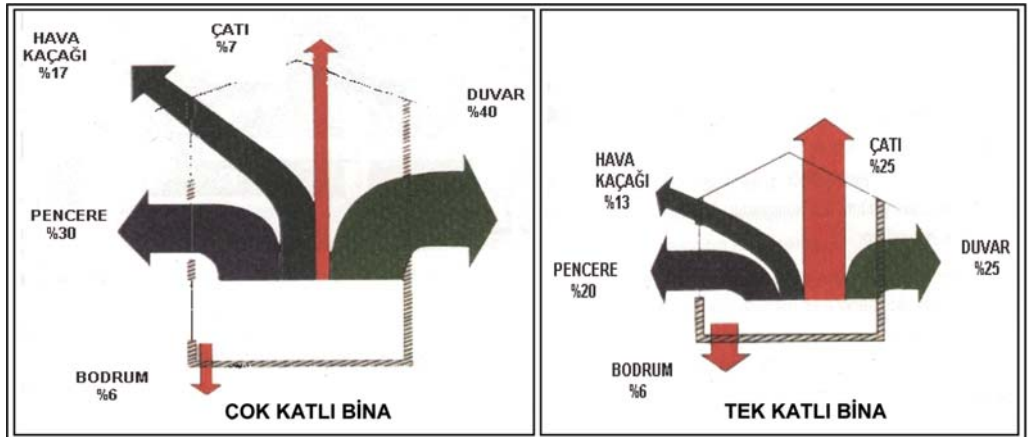
2. Isı Yalıtımı

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı geçişini azaltmak için yapılan işlemlere "Isı Yalıtımı" denir. Kışın ısınmak, yazın da serinlemek için harcadığımız enerjiyi azaltmak ve daha konforlu yaşamak amacıyla binaların dış cepheleri, pencere cam ve doğramaları, çatıları, döşemeleri ve iletim tesisatlarında meydana gelen ısı geçişini azaltan önlemlerdir. İnsanların konforlu bir yaşam sürebilmeleri için 20-22°C sıcaklıktaki ortamlara ihtiyaç duyar.

Türkiye'nin birçok bölgesinde kış ayları oldukça soğuk, yaz ayları ise sıcak geçmektedir. Soğuk günleri çok olan iklimlerde yalıtım malzemesi kalınlıkları fazla, sıcak bölgelerdeki kalınlıklar daha ince düşünülmektedir. Isı yalıtımı sadece soğuğa karşı değil, sıcaktan korunmak içinde önemlidir. Unutmamalı ki yazın serinleme maliyeti, kışın ısınma maliyetinden çok daha fazladır.

Bir enerji türü olan ısı doğa kanunları gereği; Isı her zaman sıcak ortamdaki soğuk ortama doğru transfer olur. Bu transfer durdurulmaz ama ısı yalıtımıyla kontrol edilebilir. Bina iç ortamındaki ısı dış ortama hareket ederek ısı kaybı, yaz mevsiminde dış ortamdaki ısı bina içine hareket ederek ortamı ısıtmaktadır.

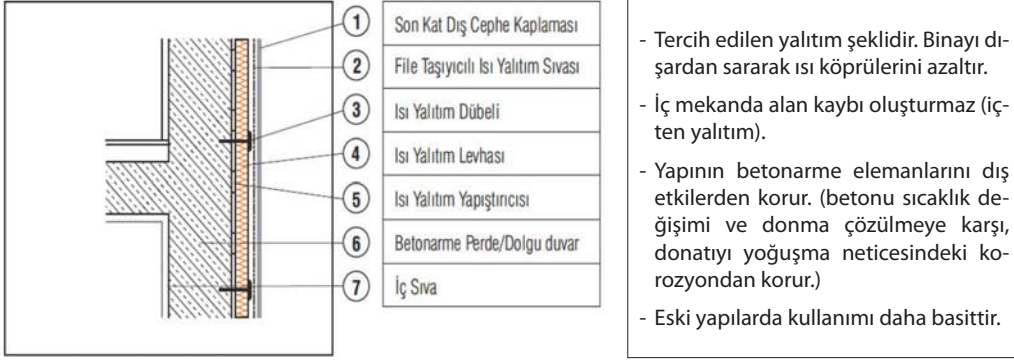
Mimari tasarımın etkisi büyük olmasına karşın çoğunluk binalarda en büyük kayıplar dış duvarlarda olmaktadır (şekil 1).



Şekil 1 - Çok ve tek katlı binalardaki ısı kayıpları [4]

2.1. Dış Duvar Yalıtımı

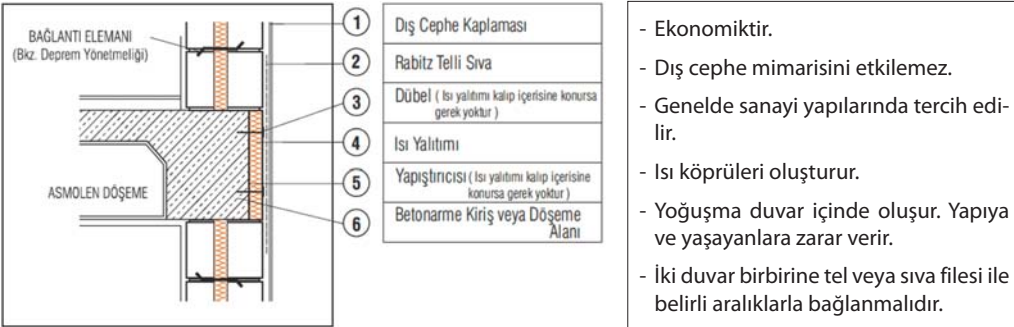
Binanın dış kabuğunda ısı kaybeden duvar, kolon, kiriş, konsol döşeme gibi elemanlara yapılan yalıttır. Bina dış cephe yalıtımı dıştan (mantolama), duvar arası ve içten yapılabilir.



Şekil 2 - Dıştan Yalıtım (Mantolama)



Şekil 3 - İçten Yalıtım



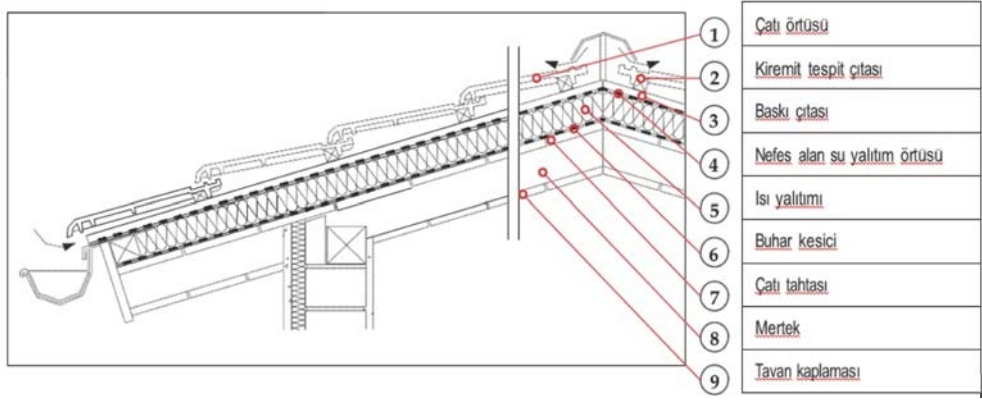
Şekil 4 - Duvar Arası Yalıtım [5]

İnsanlar, enerji maliyetlerinin artması ve çevre hassasiyeti sonucu ısı yalıtımı konusunda daha duyarlı olup, yeni edinecekleri eski veya yeni binanın ısı yalıtımı durumu hakkında bilgi edinip tercihlerini bu yönde kullanmaktadırlar.

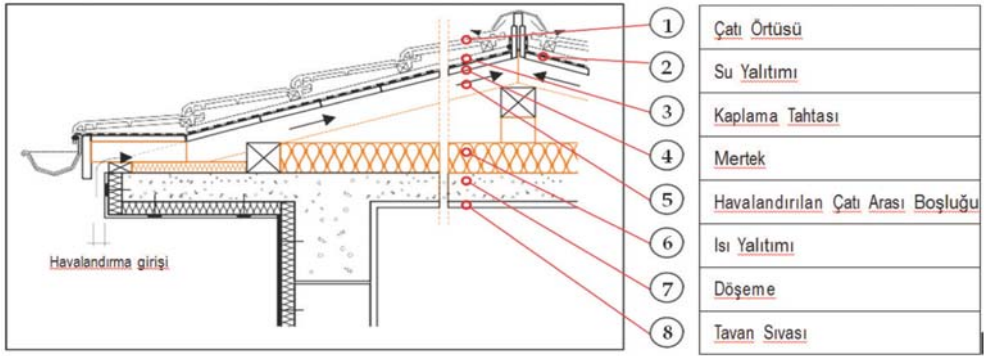
2.2. Çatı Isı Yalıtımı

%7 - %25 ısı kaybının yaşandığı çatılar; Çatı arası ısıtılan (çatı arası yaşam alanı) ve ısıtılmayan çatı olmak üzere iki ayrı detayla çözülür.

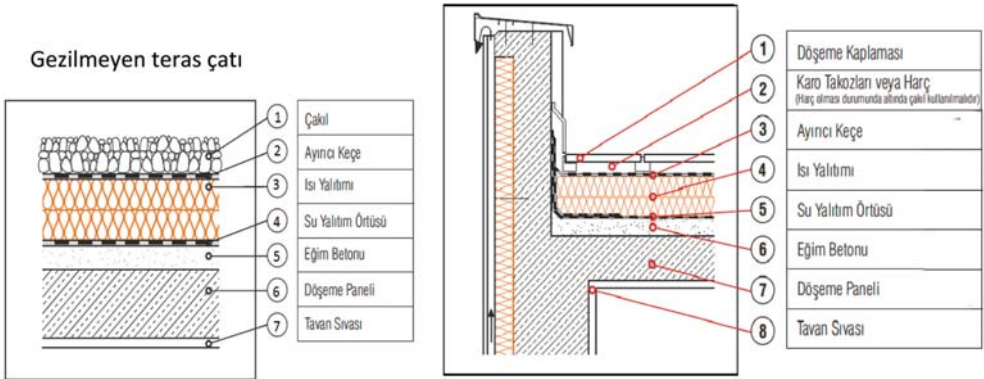
- Çatı Arası Isıtılan Çatılar (şekil 5)
- Çatı Arası Isıtılmayan Çatılar (şekil 6)
- Teras Çatılar (şekil 7,8)



Şekil 5



Şekil 6



Şekil 7,8

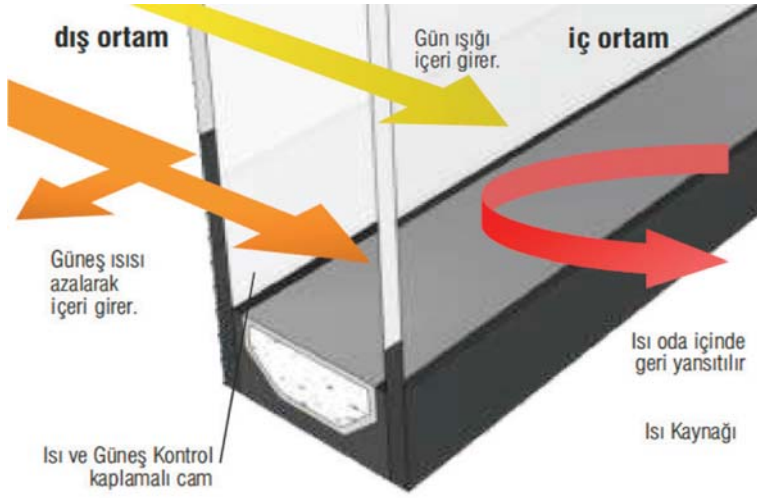
Şekiller [5]

2.3. Pencereerde Isı Yalıtımı

Mimari tasarıma bağlı olarak dış cephe doğramaları boyutlarına göre önemli ısı kayıplarının oluştuğu yapı elemanlarıdır. Özellikle iş merkezleri, alışveriş merkezleri, sergi salonları gibi yapılarda cam cephelerde ısı kayıpları en büyük oranlara çıkmaktadır. Çift cam hatta üçlü cam kullanımının yanı sıra doğramaların (alüminyum, pvc, ahşap v.b.) da ısı yalıtımlı olmaları gerekmektedir.

Yalıtım camı, iki veya daha çok sayıda cam plakanın aralarında kuru hava veya argon gazını barındıracak şekilde birleştirilmesiyle oluşturulur.

İki camlar istenirse yüzeylerine kaplama yapılarak ısı geçişleri daha da azaltılabilir.



Şekil 9 - Yüzeyi kaplamalı ısı cam [5]

- Isı kayıplarını standart çift cama göre %50 oranında azaltır ve yakıt giderlerinden tasarruf sağlar
- Standart çift cama göre içeri giren güneş ısını %40 oranında azaltır ve klima kullanımından doğan elektrik giderlerinden tasarruf sağlar.
- Şeffaf kaplama gün ışığını engellemez.
- Cam yüzeyinde oluşan buğulanmaları geciktirir

2.4. Tesisatlarda Isı Yalıtımı

Bir binanın ısıtılması veya soğutulması için harcanan enerjinin azaltılmasında mekanik tesisat yalıtımının önemi, göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Özellikle binaların ısıtma ve soğutma tesisatlarının, ısıtılmasına ve soğutulmasına gerek olmayan mahallerden geçen bölümleri ve bu bölümlerdeki vana ve armatürler yalıtıldıkları takdirde sağlanacak enerji tasarrufu çok önemli mertebelere sahiptir. Bu yüzden mekanik tesisatı oluşturan boruların, tankların, depoların, klima kanallarının, vanaların ve armatürlerin, içinden geçen akışkanın sıcak veya soğuk oluşuna göre uygun özelliklere sahip ve uygun kalınlıktaki yalıtım malzemeleri ile yalıtılmaları gerekmektedir.



Şekil 10 - Çeşitli Tesisat yalıtım örnekleri [6]

3. Isı Yalıtım Malzemeleri

Bir malzemenin Isı Yalıtım Malzemesi olabilmesi için ISO ve CEN standartlarına göre Isı İletkenlik katsayısı (λ) 0,065 W/mK'den daha küçük olması gerekir. Yalıtım malzemesinin ısı iletkenlik katsayısı ne kadar küçük ise, ısı geçişine karşı o oranda yüksek bir direnç gösterir. TS825 standardında ısı iletkenlik hesap değerleri (λh); 23°C sıcaklık ve %80 bağıl nem ortamında belirlenmiş ısı iletkenlik değerleridir.

Isı yalıtım malzemelerinde önemli bir özellikte su buharı difüzyon direnç faktörü (μ)'dür.

İç ortamda oluşan su buharı, yapıya zarar veren bir potansiyele sahiptir. Su buharı; basınç farkı nedeniyle ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanının gözeneklerinden geçer ve dış ortama ulaşmaya çalışır. Su buharının yapı elemanı içerisindeki bu geçişi sırasında, doyma veya daha düşük sıcaklıkta bir yüzeyle temas etmesi durumunda buharın bir kısmı yoğunlaşarak su haline geçer. Bu yoğunlaşma yapının taşıyıcı sistemi içinde oluşması istenmeyen bir durumdur. Böyle bir durumda betona ve donatıya zarar verir. Isı yalıtım malzemeleri seçiminde ve hesaplanmasında dikkat edilmesi gereken bir konudur.

Tablo 1 - Muhtelif yapı malzemelerinin ısı iletkenlik hesap değerleri [7]

Malzeme	Isıl İletkenlik Hesap Değeri W/(m.K)
Metaller	35,0 - 384,0
Donatılı beton	2,20-2,50
Donatısız beton	1,65-2,10
Tuęla	0,19 ila 1,40
Gaz beton	0,11 ila 0,29
MW, EPS, XPS, PUR/PIR vb. ısı yalıtım malzemeleri	0,020 ila 0,045

Yalıtım malzemesinin ısı iletkenlik katsayısı ne kadar küçük ise, ısı geçişine karşı o oranda yüksek bir direnç gösterir.

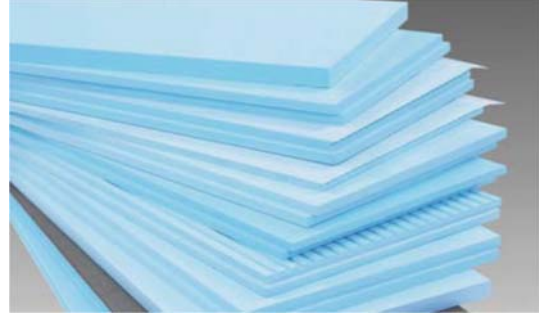
Tablo 2 - Muhtelif malzemelerin su buharı difüzyon direnç faktörleri [7]

Malzeme	Su buharı difüzyon direnç faktörü (p) (-)
Camyünü ve Taşyünü	1,0
EPS	20-100
XPS	80-250
Polimer Bitümlü Örtüler	20.000
Polietilen Folyo	80.000
Cam	1.000.000
Metaller	1.000.000

Türkiye’de kullanılan ısı yalıtım malzemelerini incelersek;

Ekstrüde Polistren Köpük (XPS)

Homojen hücre yapısına sahip, ısı yalıtımı yapmak amacıyla üretilen ve kullanılan köpük malzemelerdir. Polistren hammaddesinin ekstrüzyon (haddeleme) ile üretilen ortak çeperli kapalı hücre yapısıdır. Pürüzsüz (ciltli) ve pürüzlü veya pürüzlü ve kanallı yüzey biçimleri bulunmaktadır. Değişik yoğunluklarda (≥ 25 kg/m³), levha veya boru biçiminde üretilebilirler. Isıl iletkenlik hesap değeri 0,030-0,040 W/m.K’dir. Yangına tepki sınıfı D veya E’dir. [5,6]



Ekspanse Polistren Köpük (EPS)

Küçük tanecikler halinde bulunan polistren hammaddesi ön şişirmeden sonra kalıp içinde blok şeklinde veya levha şeklinde üretilir. EPS levhaların ısı yalıtımı amacıyla kullanılabilmesi için yoğunluğunun 15-30 kg/m³ olması gereklidir. Malzemenin % 98’i hareketsiz havadır; %2’si ise polistrendir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,035 - 0,040 W/m.K’dir Yangına tepki sınıfı D veya E’dir. [5,8]





Cam Yünü

İnorganik bir hammadde olan silis kumunun, yüksek basınç altında 1200°C - 1250°C de ergitilerek, ince eleklerden geçirilip elyaf haline getirilmesi sonucu oluşturulan açık gözenekli bir malzemedir. Değişik yoğunluklarda (14-100 kg/m³) farklı kaplama malzemeleri ile şilte, levha veya boru formunda üretilebilirler.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,035-0,050 W/m.K'dir. A1 veya A2 sınıfı yanmaz bir malzemedir.[5]



Taş Yünü

İnorganik bir hammadde olan bazalt ve dia-bez taşlarının 1350°C -1400°C sıcaklıklarda, ince eleklerden geçirilip elyaf haline getirilmesi sonucu oluşturulan açık gözenekli bir malzemedir. Değişik yoğunluklarda (30-200 kg/m³) farklı kaplama malzemeleri ile şilte, levha veya boru formunda üretilebilirler.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,035-0,050 W/m.K'dir. A1 veya A2 sınıfı yanmaz bir malzemedir.



Poliüretan Sert Köpük (PUR)

Poliüretan köpükler, poliöl sistem ile izosiyanatın belli oranlarda karışımı ve bu karışımın bir kabartıcı (köpürtücü) yardımıyla genişlemesinden oluşur. Poliüretan kullanım yerine göre sıvı haldeki hacminin 100 katına kadar genişletilebilir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,025-0,040 W/m.K'dir. Yangına tepki sınıfı D, E veya F'dir. [5,6]



Fenol Köpüğü (PF)

Fenol-Formaldehit bakalitine: anorganik şişirici ve sertleştirici maddeler katılarak elde edilir. Muhtelif yoğunluklarda levha ve boru biçiminde alüminyum folyo, metal vb. kaplamalar ile donatılabilmektedir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,030-0,045 W/m.K'dir. Yangına tepki sınıfı;

Kaplamasız B, Alüminyum folyo kaplamalı C'dir.[5]

Cam Köpüğü (CG)

Cam köpüğü; hücresel dolgu malzemesi ile birleştirilmiş atık cam kırıklarından oluşur. Bu iki bileşen bir kalıba yerleştirilerek yaklaşık 510°C'ye kadar ısıtılır, malzemenin ayrışması sonucunda karışım genişip kalıbı doldurur. Değişik yoğunluklarda (100-150 kg/m³) cam köpüğü elde edilir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,045-0,060 W/m.K'dir. A sınıfı yanmaz bir malzemedir.[5]



Genleştirilmiş Perlit (EPB)

Ham perlitin kırılarak çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir. Isıl iletkenlik hesap değeri 0,045-0,065 W/m.K'dir. A sınıfı yanmaz bir malzemedir. [5]



Genleştirilmiş Mantar Levhalar (ECB)

Ağaçlardan soyulan mantarın, çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,045-0,055 W/m.K'dir. Yangına tepki sınıfı E'dir.[5]



Ahşap Lifli Levhalar (WF)

Ladin, köknar gibi ağaç yongalarının, çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,035-0,070 W/m.K'dir Yangına tepki sınıfı E'dir. [5]



Seramik Yünü

Seramik elyaflarının, çeşitli işlemlerden geçirilmesiyle elde edilir.

Isıl iletkenlik hesap değeri 0,035-0,040 W/m.K'dir A sınıfı yanmaz malzemedir.[5]

Isı yalıtım malzemelerinde uygulamaya göre aranması gereken özellikler:

- Isı İletim Katsayısı (W/mK)
- Yoğunluk (kg/m³)
- Yangın Sınıfı (DIN 4102, BS 476)
- Sıcaklık Dayanımı (°C)
- Mekanik Dayanım (kPa)
- Buhar Difüzyon Direnci
- Su Emme
- Boyutsal Kararlılık

4. Isı Yalıtımı İle İlgili Mevzuatlar ve Hesap Detayları

4.1. TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı

İlk yayın tarihi 29Nisan 1998'dir. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren tüm binalarda uygulanmak üzere zorunlu hale gelen standart bugüne kadar değişik tarihlerde revizyondan geçmiş ve son olarak 18.12.2013 de yeniden revize edilerek son halini almıştır.

Amaç

Bu standardın amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir.

Kapsam

Yeni yapılacak olan binalar: Bu standart, yeni inşa edilecek binaların ısıtma enerjisi ihtiyacını hesaplama kurallarını, izin verilebilecek en yüksek ısı kaybı değerlerini ve hesaplama ile ilgili bilgilerin sunuş şeklini kapsar.

Mevcut binalar: Mevcut binaların tamamına veya bağımsız bölümlerinde yapılacak olan esaslı tamir, tadil ve eklemelerdeki uygulama yapılacak olan bölümler için bu standartta verilen ısı geçirgenlik kat sayılarına (Ek A.3) eşit ya da daha küçük değerlerin sağlanması bakımından uyulmalıdır.

Standartın Uygulama Alanları: Konutlar, Yönetim binaları, İş ve hizmet binaları, Otel, motel ve lokantalar, Öğretim binaları, Tiyatro ve konser salonları, Kışlalar, Ceza ve tutuk evleri, Müze ve galeriler, Hava limanları, Hastaneler, Kapalı yüzme havuzları, İmalât ve atölye mahalleri, Genel kullanım amaçları dolayısıyla iç sıcaklıkları asgari 15°C olacak şekilde ısıtılan iş yerleri ile endüstri ve sanayi binalarıdır.

Isı yalıtım hesapları: TS 825 Standardı Isı Yalıtım Hesabı kuralları esas alınarak MMO ve İZODER'in hazırladığı "Isı Yalıtım Hesap Programı" ile "Makina Mühendisi"nce yapılmalıdır.

Hesaplama Detayları ve Sonuçları;

- Ön kabulde yalıtım malzemesi kalınlığı ve cinsi belirlenip tahkik yapılır. Şartlar gerçekleşmezse kalınlık veya malzeme cinsi değiştirilip tekrar hesaplanır.
- Isı yalıtım hesapları sadece ısı kayıpları için değil, aynı zamanda yoğuşma tahkikleri yönünden de incelenir.
- Isı yalıtım hesapları sonrası yalıtım detayları mimari projeye işlenir.
- Ruhsat aşamasında Tesisat Projesinin eki olarak ilgili idareye sunulur.
- İskan aşamasında istenen Enerji Kimlik Belgesinin hesaplanmasına yardımcı olur.

Isı yalıtımı projesi ve hesap detaylarında aşağıdaki verilen bilgiler bulunmalıdır:

- Isı kayıpları, ısı kazançları, kazanç/kayıp oranı, kazanç kullanım faktörü, aylık ve yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının büyüklükleri, bu standartta verilen "binanın özgül ısı kaybı" ve "yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı" çizelgelerindeki örneklerde olduğu gibi çizelgeler hâlinde verilmeli ve hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının (Q), yıllık ısıtma enerjisi (Q₁) sınır değerinden büyük olmadığı gösterilmelidir.
- Binanın ısı kaybeden yüzeylerindeki dış duvar, tavan ve taban/döşemelerde kullanılan malzemeler, bu malzemelerin eleman içindeki sıralanışı ve kalınlıkları, duvar, tavan ve taban/döşeme elemanlarının alanları ve "U" değerleri belirtilmelidir.
- Pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipi, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanları ve "U" değerleri ile çerçeve sistemi için gerekli olan hava değişim oranı (nh) belirtilmelidir.

- Duvar-pencere, duvar-tavan, taban/döşeme-duvar birleşim yerlerinin detayları çizimlerle gösterilmelidir.
- Havalandırma sistemi yapılacaksa tipi belirlenmeli, mekanik havalandırma söz konusu ise, hesaplamalar ve sonuçları belirtilmelidir.
- Binaların ısı kaybeden yüzeylerinde oluşabilecek yoğuşma, standartta belirtildiği şekilde incelenerek gerekli çizim ve hesaplamalar yapılmalıdır.

4.2. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

Yayın Tarihi: 18/4/2007

Amaç

Bu Kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.

Kapsam

Bu Kanun; enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, elektrik enerjisi üretim tesislerinde, iletim ve dağıtım şebekeleri ile ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine, yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılmasına yönelik uygulanacak usul ve esasları kapsar.

Enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik önlemlerin uygulanması ile özellik veya görünümü kabul edilemez derecede değişecek olan sanayi alanlarında işletme ve üretim faaliyetleri yürütülen, ibadet yeri olarak kullanılan, planlanan kullanım süresi iki yıldan az olan, yılın dört ayından daha az kullanılan, toplam kullanım alanı elli metrekarenin altında olan binalar, koruma altındaki bina veya anıtlar, tarımsal binalar ve atölyeleri, kapsamaz.

Kanunun ısı yalıtımı bakımından önemli maddelerinden biri 16. Maddedir. Madde 16. "Kat maliklerinden birinin isteği üzerine ısı yalıtımı, ısıtma sisteminin yakıt dönüşümü ve ısıtma sisteminin merkezi sistemden ferdi sisteme veya ferdi sistemden merkezi sisteme dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı çoğunluğu ile verecekleri karar üzerine yapılır. Ancak toplam inşaat alanı ikibin metrekare ve üzeri olan binalarda merkezi ısıtma sisteminin ferdi ısıtma sistemine dönüştürülmesi, kat maliklerinin sayı ve arsa payı olarak oybirliği ile verecekleri karar üzerine yapılır. Bu konuda yapılacak ortak işlerin giderleri arsa payı oranına göre ödenir. Merkezi ısıtma sistemlerinde ısınma giderlerinin paylaşılmasına ilişkin usul ve esaslar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürürlüğe konulacak yönetmelikle düzenlenir. Isıtma sisteminin merkezi sistemden ferdi sisteme veya ferdi sistemden merkezi sisteme dönüştürülmesine karar verilmesi halinde, yönetim planının bu karara aykırı hükümleri değiştirilmiş sayılır."

Bu Kanun enerji verimliliği kapsamında; Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulunu, hizmetlerin verilmesindeki yetkilendirmeleri, kamuoyunu bilinçlendirme ve eğitim konularını, desteklemeleri, kanunla ilgili yaptırımları ve cezaları barındırır.

4.3. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

İlk yayın tarihi:05.12.2008

Bu Yönetmeliğin amacı, binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.

Yürürlüğe girdiği tarihten (05.12.2009) itibaren mevcut ve yeni binaları kapsar. Yeni bina yürürlük tarihinden sonra yapı ruhsatı alan binadır.

Sanayi alanlarında üretim faaliyeti yürüten binalar, Kullanım ömrü 2 yıldan az olan binalar, Toplam kullanım alanı 50 m²'nin altında olan binalar, Isıtma ve soğutmasına ihtiyaç duyulmayan depo, ardiye, atölye vb. binaları kapsamaz.



Binalarda ısı yalıtımı yapılması ile ilgili yönetmelikler sırası ile 08.05.2000 tarih ve 24043 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği", 09.10.2008 tarih ve 27019 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" ve son olarak 05.12.2008 tarih ve 27075 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği"dir. Isı Yalıtım Yönetmeliğinin yerini Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) almıştır. Isı Yalıtım Yönetmeliğinin hükmü kalkmıştır.

Binalarda ısı yalıtımı yapılmasına dair zorunluluk 08.05.2000 tarihli "Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" ile başlamış olup 14.06.2000 tarihine kadar inşaat ruhsatı alınmış özel binalarda ısı yalıtımı yapılmasına dair bir zorunluluk yoktur.

Binalarda enerji performansı yönetmeliği ilkeleri;

- Yeni bina tasarımında, mevcut binaların proje değişikliği gerektiren önemli tadilat* projelerinde, mekanik ve elektrik tesisat değişikliklerinde binanın özelliklerine göre bu Yönetmelikte öngörülen esaslar göz önüne alınır.
- Projeleri, BEP Yönetmeliğine uygun olmayan binalara, ilgili idare tarafından yapı ruhsatı verilmeyecek,
- BEP Yönetmeliğine uygun projesine göre uygulama yapılmayan binalara, ilgili idare tarafından yapı kullanım izin belgesi verilmeyecek,
- Yönetmeliğin uygulanmasında tereddüte düşülen hususlarda Çevre ve Şehircilik Bakanlığının yazılı görüşü alınacak.
- Yönetmelikte tanımlanmamış olan ve açıklık gereken hususlar hakkında, Türk Standartlarının güncel halleri, olmaması halinde ise, Avrupa Standartlarının güncel halleri kullanılacaktır,

* Önemli Tadilat: Binada cephe, mekanik ve elektrik tesisatı gibi enerji tüketimini etkileyen konularla ilgili toplam tadilat maliyetinin, binanın emlak vergisine esas değerinin % 25'ini aştığı tadilatları

Tablo 3 - Binalarda enerji performansı yönetmeliği görev, yetki, sorumluluk

Görevi	Yetkisi	Sorumluluğu
Tasarımcı Mühendis ve Mimarlar	BEP Yönetmeliğine uygun tasarım yapmak	Projenin eksik veya hatalı olması veya standartlara uygun olmaması halinde,
Uygulamada Görevli Mimar ve Mühendis	Projelerine uygun imalat yapmak	Bina imalatında projeye aykırı veya eksik imalat yapması halinde,
E.K.B.D. Yetkili Kuruluşlar	BEP Yönetmeliğine uygun E.K.B. düzenlemek	Hatalı E.K.B. düzenlenmesi halinde,
İlgili İdareler, Yapı denetim Mekanizmaları	BEP Yönetmeliğine uygun olmayan projelerin onaylanmaması, binalara ruhsat verilmemesi	Uygun olmayan projelerin onaylanması hali, Uygun olmayan binalara ruhsat verilmesi halinde,
Yatırımcı Kuruluşlar	BEP Yönetmeliğine uygun bina talepleri	BEP Yönetmeliğine uygun bina talepleri

Tablo 3 - Binalarda enerji performansı yönetmeliği görev, yetki, sorumluluk (devam)

Görevi	Yetkisi	Sorumluluğu
Bina sahipleri, yöneticileri, işletmeciler	BEP Yönetmeliğine uygun işletme ve raporlama	Yönetmeliğe aykırı işletme ve kontrollerin yapılmaması halinde,
Uygulamacılar, üreticiler	BEP Yönetmeliğine uygun projelerin hayata geçirilmesi	Yönetmeliğe aykırı imalat yapılması halinde.

Binalarda enerji performansı yönetmeliğinin, ısı yalıtımı ile ilgili bölümleri ağırlıklı 9. , 10. ve 11. maddeleridir. Bu maddeleri kısaca inceleyelim.

Madde 9.

- Binanın Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacının TS 825 standardında belirtilen sınır değerden küçük olması gerekir.
- Bitişik nizam olarak yapılacak olan binaların ısıtma enerjisi ihtiyacı hesabı yapılırken, bitişik nizam tarafında kalan duvarlar da dış duvar gibi değerlendirilir.
- Duvar, döşeme, balkon, konsol, taban, tavan, çatı ve pencere/duvar birleşimleri ısı köprüsü oluşmayacak şekilde yalıtılacaktır.
- Binanın bağımsız bölümleri arasındaki duvar, taban ve tavan gibi yapı elemanlarında, R direnci en az 0,80 m²K/W olacak şekilde yalıtım uygulanır.
- Yönetmelikte belirtilmeyen hususlarda TS 825 standardına uyulacaktır.
- Yapı ve yalıtım malzemelerinin standarda uygunluğuna dikkat edilecektir.

Madde 10.

- TS 825 standardına uygun yetkili makine mühendisi tarafından "ısı yalıtımı projesi" hazırlanacak olup, yapı ruhsatı verilmesi aşamasında tesisat projeleri ile birlikte ilgili İdarelerce istenir.

Madde 11.

Binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve klima gibi enerji kullanımını etkileyen tesisatlarında kullanılan; borular, kollektörler ve bağlantı malzemeleri, vanalar, havalandırma ve iklimlendirme kanalları, sıhhi sıcak su üreticileri ve depolama üniteleri, yakıt depoları ve diğer mekanik tesisat ekipmanları, ısı köprüsüne yol açmayacak şekilde ve yüzey sıcaklığı ile iç ortam sıcaklığı arasında 5 C'den fazla fark ve yüzeyde yoğuşma olmayacak şekilde yalıtılır.

Binalarda enerji performansı yönetmeliği enerji kimlik belgesi düzenlenmesi;

Yönetmeliğe göre 01.01.2011 tarihinden önce ruhsat almış binalar mevcut bina, bu tarihten sonra ruhsat almış binalar yeni bina olarak adlandırılır. Yeni binalar ruhsat aşamasında ve iskan ruhsatı almadan önce enerji kimlik belgesini almak zorundadır. Mevcut binalar ise Mayıs 2107 yılına kadar almak zorundadır. Mevcut binalara EKB 'lerini; Enerji Kimlik Belgesi Düzenlemeye yetkili kuruluşlardan (Danışmanlık Şirketleri), yeni binalar ise EKB Düzenlemeye yetkili uzmanlardan alabilir.

Kamuoyunda mevcut binaların Enerji Kimlik Belgesi almak için dış cephe yalıtım zorunluğu algısı oluşmuştur. Bu bir zorunluluk değildir. EKB hiçbir ısı yalıtımı olmayan binaya da düzenlenebilir. Bu durumda enerji sınıfı kötü çıkabilir. Bu tür binalar kiralamada, satışta tercih problemi yaşayacaktır.

Belgeyle ilgili bazı detaylara bakarsak;

- Enerji Kimlik Belgesi düzenleme tarihinden itibaren 10 yıl süre ile geçerlidir.
- Enerji Kimlik Belgesi, enerji kimlik belgesi vermeye yetkili kuruluş tarafından hazırlanır ve ilgili idarece onaylanır. Bu belge, yeni binalar için yapı kullanma izin belgesinin ayrılmaz bir parçasıdır.
- Enerji Kimlik Belgesinin bir nüshası bina sahibi, yöneticisi, yönetim kurulu ve/veya enerji yöneticisine muhafaza edilir, bir nüshası da bina girişinde rahatlıkla görülebilecek bir yerde asılı bulundurulur.

- Enerji Kimlik Belgesi, binanın yıllık birincil enerji ihtiyacının değişmesine yönelik herhangi bir uygulama yapılması halinde, bu Yönetmeliğe uygun olacak şekilde bir yıl içinde yenilenir.
- Enerji Kimlik Belgesinin, binanın tamamı için hazırlanması şarttır. Ayrıca, isteğe bağlı olarak, kat mülkiyetine haiz her bir bağımsız bölüm veya farklı kullanım alanları için ayrı ayrı düzenlenebilir.

5. Sonuç

Yaşanabilir bir dünya için ısı yalıtımı vazgeçilmezdir. Aynı zamanda Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı ülkelerin ekonomisi ve aile bütçelerinde enerji giderlerinin artması ısı yalıtımını zorunlu kılmaktadır. Yalıtımla ilgili yapılan harcamaların 3-5 yıl içinde geri kazanılması, yalıtımın bina maliyetini en fazla %5 artırması, ilgili mevzuatların zorlamalarıyla, dünyada ve ülkemizde ısı yalıtımıyla ilgili çalışmaların daha da gelişeceği, Ar-Ge çalışmalarıyla mevcut ürünlerin geliştirilip, yeni ürünlerin bulunacağı kaçınılmazdır.

Isı Yalıtımı bir bütündür. Binanın sadece dış cephesini yalıtımla yalıtım yapılmış sayılmaz. Isı yalıtımlı bir bina dış cephesi, çatısı, bodrum katı, penceresi, kapısı, mekanik tesisatı ve varsa havalandırma sistemlerinin ısı yalıtımıyla bir bütündür.

Kaynaklar

- [1] ETKB 2010 Enerji Dengesi.
- [2] ETKB 2010 Genel Enerji Dengesi Raporu
- [3] Mardav Gazete sayı.16. Haziran 2013
- [4] İTO Yayınları. Türkiye'de Yapıların Yalıtımı ve Yalıtım Sanayinin Durumu. Prof. Dr. Alpin Kemal DAĞSÖZ
- [5] ÇŞB Yalıtım Uygulama Kılavuzu
- [6] İzoder . Tesisatlarda Isı Yalıtımı
- [7] İzoder. Bina ve Tesisatta Isı Yalıtımı
- [8] EPSDER. EPS Sanayi Derneği
- [9] TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı
- [10] 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu
- [11] Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampı tamamlandı

Odamızın 2007 yılında hazırladığı "Öğrenci Üye Yönetmeliği" doğrultusunda kurulan genç-İMO öğrenci üye örgütlülüğünün en önemli faaliyetlerinden biri olan genç-İMO Yaz Eğitim Kampı bu sene 06-12 Eylül tarihleri arasında gerçekleştirildi. İzmir Seferihisar`da düzenlenen 7. Yaz Eğitim Kampına ülke genelindeki üniversitelerden 32'si kadın 49'u erkek olmak üzere toplamda 81 öğrenci üye katıldı.

İnşaat mühendisliği bölümü öğrencilerinin mesleki ve kişisel gelişimlerine katkı sunan ve meslek odalarını tanımalarına imkân sağlayan genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampına TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Mehmet Soğancı, TMMOB 2. Başkanı Züher Akgöl, İMO Yönetim Kurulu Başkanı Nevzat Ersan, İMO Yönetim Kurulu 2. Başkanı Şükrü Erdem, İMO Yönetim Kurulu Sekreter Üyesi Bülent Tatlı, İMO Yönetim Kurulu Sayman Üyesi Cihat Mazmanoğlu, İMO Yönetim Kurulu Üyeleri Tansel Önal, Ayşegül Bildirici Suna, Necati Atıcı ve şubelerimizden yönetim kurulu üyeleri katıldı. Seferihisar Belediye Başkanı Tunç Soyer`in de ziyaret ettiği kampın ilk günü tanışma toplantısı ve atölye tanışmaları ile başladı. Aynı günün akşamı "Bandista" grubunun katılımıyla bir açılış konseri düzenlendi.

Kampın ikinci günü, sabah saat 10:00`da Toplumcu Mühendislik seminerlerinin ilki TMMOB Yönetim Kurulu Başkanı Mehmet Soğancı ve İMO Yönetim Kurulu Başkanı Nevzat Ersan`ın katılımıyla gerçekleştirildi. 'TMMOB ve oda politikaları` ile 'toplumcu mühendislik anlayışı` konularının işlendiği seminerde öğrenciler bilgi edinme ve tartışma fırsatı buldu. Seminerde TMMOB`nin ve İMO`nun toplumcu geleneği, tarihi, mesleki konulara yönelik yaklaşımı konuları ele alındı. genç-İMO üyelerinin yoğun ilgi gösterdiği oturum soru cevap bölümüyle son buldu. Aynı günün akşamı Türkiye gündemine ilişkin gerçekleştirilen söyleşide Birgün Gazetesi yazarı ve Birleşik Haziran Hareketi Yürütme Kurulu üyesi Önder İşleyen ve TMMOB Ankara İKK sekreteri Özer Akkuş konuşmacı oldu. Ülkemizin içerisinde bulunduğu durumun ve gidişatının değerlendirildiği söyleşide siyasi iktidarın bu tablodaki rolü vurgulandı. Söyleşiye öğrenci üyeler de görüşlerini belirterek katıldı.

genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampının üçüncü günü, ülkemizin yaşadığı en önemli sorunlardan biri olan işçi sağlığı ve iş güvenliği konusu masaya yatırıldı. Seminere konuşmacı olarak katılan İTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümünden, aynı zamanda Odamızın İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Kurulu üyesi Doç. Dr. Emre Gürçanlı "İş Sağlığı" yerine "İşçi Sağlığı" ifadesinin kullanılmasının önemine dikkat çekerek işçi sağlığı ve iş güvenliği konusunun kişisel donanım malzemelerinin kullanımına indirgenemeyeceğini vurguladı. Aynı oturumda konuşmacı olarak yer alan Maden Mühendisleri Odası 2. Başkanı Can Doğan madenlerde yaşanan iş cinayetlerine değinerek kar hırsı nedeniyle arttırılan üretim hızının felaketlere davetiye çıkarttığını belirtti. Aynı gün öğleden sonra gerçekleştirilen "Sürdürüle-



bilir Ulaşım Politikaları” başlıklı seminerde Yrd.Doç Dr. Cumhuri Aydın konuşmacı olarak yer aldı. Türkiye’deki ulaştırma politikalarının değerlendirildiği seminerde 3. Köprü ve Marmaray gibi tartışmalı projeler de ele alındı. Seminer, İMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Cemal Gökçe’nin de katkıları ve öğrenci üyelerin interaktif katılımıyla son buldu. Üçüncü gün akşamında ise genç-İMO 8. Dönem öğrenci konseyi ve kamp katılımcılarının katılımıyla genç-İMO öğrenci üye örgütlülüğüne ilişkin konuların değerlendirildiği bir forum düzenlendi.

Eğitim kampının 4. Günü sabah seminerleri kapsamında ‘kentsel dönüşüm’ konusu ele alındı. Konuşmacı olarak yer alan İMO İstanbul Şube Yönetim Kurulu Başkanı Cemal Gökçe ‘kentsel dönüşüm’ konusunun disiplinler arası bir perspektifle ele alınması gerektiğini belirterek mevcut uygulamaların deprem riskini azaltmaya yönelik olmaktan çok rant getirisi elde etme yönünde olduğunu, Sulukule ve TOKİ örnekleri ile birlikte değerlendirdi. Bir başka konuşmacı, İMO İzmir Şube Yönetim Kurulu Başkanı Ayhan Emekli ise ülkemizdeki kentsel dönüşüm sürecini tarihsel olarak ele alarak gerek mevzuat gerekse de uygulama bakımından yapılan yanlışlıklara değindi. Oturum soru-cevap bölümüyle son buldu. Akşam saatlerinde de özellikle İstanbul’daki kontrolsüz ve plansız kentleşme sürecini anlatan “Ekümenopolis” belgeseli gösterimi yapıldı.

Kampının 5. Günü Toplumcu Mühendislik Seminerleri kapsamında ‘Su Politikaları ve Suyun Ticarileştirilmesi’ başlıklı seminer düzenlendi. Seminerde konuşan İMO Ankara Şube üyesi ve Odamız TMH dergisi yayın kurulu üyesi Hasan Akyar Türkiye ve Mezopotamya bölgesinde uygulanan su politikalarının yanı sıra dünya genelinden örnekler vererek suyun metalaştırılması süreçlerine değindi. Aynı oturuma konuşmacı olarak katılan Dokuz Eylül Üniversitesinden Dr. Yalçın Özdemir, sınırı aşan sulara yönelik su politikaları konusunda bilgi verdi. Öğrenci üyelerin katılımıyla son bulan oturumun ardından akşamüstü 17:30’da Seferihisar Belediye Başkanı Tunç Soyer’in konuşmacı olarak katıldığı bir söyleşi düzenlendi. CittaSlow (Yavaş şehir) ünvanına sahip olan bir belediyenin başkanı olarak ‘Yavaş Şehrin’ ne anlama geldiği ve dünya üzerindeki örneklerine değinen Soyer, belediyecilik anlayışındaki katılımcı demokrasinin önemini vurguladı.

Kampın 6. ve son günü toplumcu mühendislik seminerinde “Mühendislikte Kadın” konusu değerlendirildi. Oturumda konuya ilişkin bir sunum yapan İMO Yönetim Kurulu Üyesi Ayşegül Bildirici Suna özelde mühendislik alanında, genelde ise toplumsal yaşamda kadına yüklenen rollere ve ayrımcılığa dikkat çekti. Söz konusu ayrımcılığın günlük dildeki yansımalarına ilişkin örnekler veren, toplumsal cinsiyet rollerinin pekiştirilmesinde ülke yöneticilerinin söylemlerinin de payı olduğunu vurgulayan sunumun ardından öğrenci üyelerin interaktif katılımıyla oturum son buldu. Mühen-



dislikte Kadın oturumunun ardından kadın yönetim kurulu üyeleri ve kadın öğrenci üyelerin katılımıyla bir toplantı düzenlenerek yaşanan deneyimler paylaşıldı.

Kamp süresince çeşitli aralıklarla öğrenci üyeler ile oda ve şube yönetim Kurulu üyelerinin bir araya gelerek tartışmalarına imkân sağlayan "Tartışma Grupları" toplantıları düzenlendi. Söz konusu toplantılarda "Öğrenci Sorunları ve Mühendislik Eğitimi", "Mühendislik Etiği", "Mühendisin Çalışma Koşulları", "Sosyal Medya ve Sansür", "Kentlerin Metalaşması", "Ekoloji ve Enerji", "Mühendislerin Sınıf Mücadelesindeki Yeri", "Türkiye`de Demokrasi" başlıkları ele alındı.

genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampının son akşamı düzenlenen kapanış gecesinin açılışında genç-İMO 8. Dönem Öğrenci Konseyi Başkanı Oğuz Düztaş kampın düzenlenişinde emeği geçen herkese teşekkür ederek sözü İMO Yönetim Kurulu Başkanı Nevzat Ersa'n'a bıraktı. Sözlerine İMO öğrenci üye örgütlülüğünün önemine değinerek başlayan Ersa yaz eğitim kampı çalışmasının amacına ulaştığını ve kampa katılan tüm üyelerin meslek odalarıyla daha yakın bir ilişki kuracaklarına inandığını ifade etti. Emeği geçen herkese teşekkür eden Ersa'nın konuşmasının ardından kamp boyunca çalışmalarını sürdüren "halk oyunları", "sinema", "kamp gazetesi" ve "felsefe" atölyeleri sunumlarını gerçekleştirdi. Sunumların ardından İMO Yönetim Kurulu üyeleri tarafından atölye hocalarına teşekkür belgeleri ve kupaları takdim edildi. İMO Yönetim Kurulu ve şube yönetim kurulu üyeleri tarafından kampa katılan öğrenci üyelere katılım belgeleri ve kupaları verilerek kapanış gecesi ve genç-İMO 7. Yaz Eğitim Kampı sona erdi.

'5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu' tamamlandı

Odamızca düzenlenen '5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu', Erzurum'da yapıldı. İMO Erzurum Şubesi ve İzmir Şubesi'nin yürütücülüğünü üstlendiği sempozyum 3 gün sürdü.

İnternette de canlı olarak yayınlanan sempozyum, Atatürk Üniversitesi Nenehatun Kültür ve Gösteri Merkezinde düzenlendi. 1 Ekim Cuma günü, yapılan saygı duruşu ve İstiklal Marşı'nın okunmasının ardından başlayan sempozyumda İnşaat Mühendisleri Odası Erzurum Şube Başkanı İlhan Tohumcu ve İzmir Şube Başkanı Ayhan Emekli söz alarak açılış konuşmalarını yaptılar. Ardından



kürsüye gelen Odamız Yönetim Kurulu Başkanı Nevzat Ersan bugün burada tarihe tanıklık eden ve tarihin taşıyıcısı olan eserleri, nasıl ve hangi yöntemle geleceğe taşınacağına arayışı içinde olacaklarını belirtti.

Türkiye'nin bir deprem ülkesi olduğuna dikkat çeken Ersan tarih bilincinin yeterince gelişmemiş olduğunu belirterek, "Savaşlar, ihmalkarlık, özensizlik, kötü kullanım gibi nedenlerle tarihi eserler adeta kaderlerine terk ediliyor" dedi. İnşaat Mühendisleri Odası'nın tarihi eserleri görünür kılmak, kültür mirasımızı depreme karşı korumak, bunlara dair sahiplik duygusunun gelişimini sağlamak amacıyla akademisyenleri, tarihçileri, inşaat mühendislerini, mimarları aynı zeminde buluşturma ve konuyu tartışma gayreti içerisinde olduğunu ifade etti.

Nevzat Ersan'ın ardından Erzurum Teknik Üniversitesi Rektör Vekili Prof. Dr. İrfan Kaymaz ve Atatürk Üniversitesi Rektör Vekili Prof. Dr. İrfan Küfrevioğlu söz alarak konuşmalarını yaptı.

Atatürk Üniversitesi Rektör Vekili Prof. Dr. İrfan Küfrevioğlu'na sempozyuma katkılarında ve evsahipliğinden dolayı teşekkür edilerek İnşaat Mühendisleri Odası Sayman Üyesi Cihat Mazmanoğlu tarafından plaket verildi. Ayrıca açılışta konuşan Erzurum Teknik Üniversitesi Rektör Vekili Prof. Dr. İrfan Kaymaz'a İnşaat Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Üyesi Necati Atıcı, Erzurum Büyükşehir Belediye Başkanı Mehmet Sekmen'e İnşaat Mühendisleri Odası 2. Başkanı Şükrü Erdem, Erzurum İl Vali Yardımcısı Fatih Gül'e İnşaat Mühendisleri Odası Yönetim Kurulu Başkanı Nevzat Ersan tarafından katkılarının dolayısı ile teşekkür edilerek plaket takdim edildi.

Açılış konuşmalarının tamamlanmasının ardından çağrılı konuşmacıların sunumlarını yaptıkları oturuma geçildi. Katılımcıların 3 gün boyunca yoğun ilgi gösterdiği bildiri sunumları A ve B salonlarında yapıldı.

İlk gün çağrılı konuşmacı olarak davet edilen Portekiz Minho Üniversitesinden Prof. Dr. Paulo Lourenço ve Amerika Birleşik Devletleri Ohio Üniversitesinden Prof. Dr. Halil Sezen sunumlarını yaptılar. 2 Ekim Cuma günü bir diğer çağrılı konuşmacı olan Yrd. Doç. Dr. Nurçin Çelik sunumunu gerçekleştirdi. Çelik'in ardından Karayolları Genel Müdürlüğü, Vakıflar Genel Müdürlüğü ve Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından, kendi hizmet alanlarında bulunan tarihi eserlerin restorasyonlarını konu alan kurumsal sunumlar yapıldı. Sempozyumun son günü olan 3 Ekim Cumartesi günü ise, bildiri sunumlarının ardından gerçekleştirilen panelde, panelistler ve katılımcılar sempozyumun çok verimli ve başarılı geçtiğini ifade ederek, bir sonraki sempozyumun daha iyi bir şekilde geçmesi için bütün detayların düşünülmesi gerektiğini belirtti.

Panelin ardından yaklaşık 100 kişilik bir grupta Erzurum'da bulunan, özellikle Saltuklu ve İlhanlı devletleri dönemine ait olan, Yakutiye Medresesi, Çifte Minareli Cami, Taş ambarlar, Taşhan, Erzurum kalesi gibi tarihi eserler dolaşıldı.



VEFATLAR

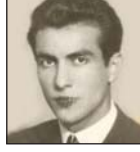
İnşaat Mühendisleri Odası olarak, aramızdan ayrılan üyelerimizi üzüntüyle bildirir
yakınlarına başsağlığı dileriz.



850 - Yıldırım
İlhan Ayata
İTÜ
1931 - 2015



1058
Hasan Aydın
Yıldız Teknik Üni.
1925 - 2015



2932
Nedim Koç
İTÜ
1933 - 2015



3233
Rahmi Şen
İTÜ
1933 - 2014



3650
Seyit Seyhan
İTÜ
1933 - 2014



4523
Yılmaz Özdemir
Robert Kolej
1934 - 2014



6330
Memduh Akıncı
İDMMA
1940 - 2015



6497
Gülin Ayşe Birlik
ODTÜ
1947 - 2013



7954 - Ahmet
Önder Ertürer
ODTÜ
1948 - 2015



10160
Fevzi Öztürk
ADMMA
1944 - 2014



10281
Teoman Selçuk
İDMMA Işık MYO
1940 - 2014



10350
Ali Rıza Arslan
İDMMA Işık MYO
1944 - 2015



10402
Hanefi Yavuz
İDMMA Işık MYO
1946 - 2015



10668
Şener Şatır
İDMMA Işık MYO
1947 - 2015



10996
Ali Haydar Yüksek
KTÜ
1950 - 2015



11353
Hasan Uygun
İDMMA Işık MYO
1949 - 2015



17857
Vahap Eren
İTÜ
1955 - 2015



18538
Ömer Canal
KTÜ
1950 - 2014



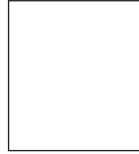
19071
Cengiz Dilmen
İDMMA Yıldız
1946 - 2015



20487
Servet Uzun
ADMMA
1951 - 2015



20930
M. Zeki Harahan
Eskişehir DMMA
1954 - 2015



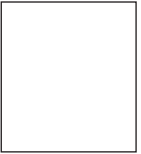
22285
Cemal Dirier
Ege Üniversitesi
1951 - 2015



26357
Ahmet Muşoğlu
Adana MMO
1946 - 2015



27584
Mehmet Uzuner
İDMMA Galatasaray
1956 - 2015



28354
Suat Öcal
Adana İTİA MYO
1960 - 2014



28780
İsmail Bozal
Konya DMMA
1955 - 2015



30416
Mümin Karakaya
Yıldız Teknik Üni.
1947 - 2015



33615
Münür Özkurt
KTÜ
1958 - 2015



47847
Yusuf Genç
Yıldız Teknik Üni.
1966 - 2015



80567
Gamze Şafak
İstanbul Kültür Ü.
1984 - 2015



KGS

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ
İKTİSADİ İŞLETMESİ

Güvenli ürünler için çalışıyoruz

1995 yılından bu yana yapı malzemelerinin kalitesini yükseltmek için KGS Kurulu'nun yönetiminde titizlikle denetim ve belgelendirme hizmeti veriyoruz.

KGS Kurulu:

Agrega Üreticileri Birliği
Boğaziçi Üniversitesi
İNTEs (Türkiye İnşaat Sanayicileri
İşveren Sendikası)
İstanbul Teknik Üniversitesi
Katkı Üreticileri Birliği
Ortadoğu Teknik Üniversitesi
T.C. Ekonomi Bakanlığı
T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve
Haberleşme Bakanlığı
TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası
TMMOB Mimarlar Odası
TÜBİTAK (Türkiye Bilimsel ve
Teknolojik Araştırma Kurumu)
Türkiye Belediyeler Birliği
Türkiye Hazır Beton Birliği
Türkiye Prefabrik Birliği
Yıldız Teknik Üniversitesi

Belgelendirme Yapılan Ürünler:

Beton
Agregalar
Kimyasal Katkıları
Mineral Katkıları (ÖYFC, Uçucu Kül, Silis Dumanı)
Asfalt ve Bitüm
Betonda Kullanılan Lifler



Ürün
TS EN 45011
AB-0006-U



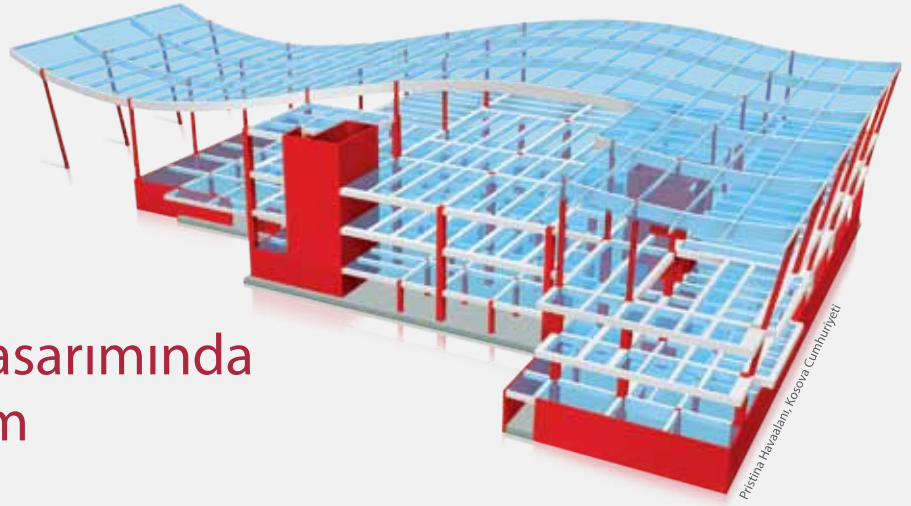
Onaylanmış Kuruluş
No: 2055

TÜRKİYE HAZIR BETON BİRLİĞİ
KALİTE GÜVENCE SİSTEMİ İKTİSADİ İŞLETMESİ

Rüzgarlıbahçe Mah. Çınar Sokak No:3 Demir Plaza Kat:5 Kavacık - İstanbul / Turkey

Tel: +90 216 322 99 45 Faks: +90 216 322 85 29

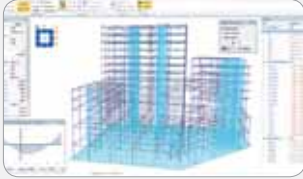
www.kgsii.com.tr



Pristina Havaalanı, Kosova Cumhuriyeti

Profesyonel Yapı Tasarımında En Güvenilir Çözüm

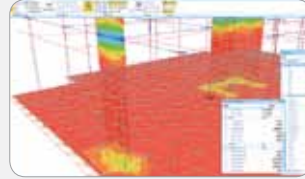
Uluslararası Standartta Güvenilir Analitik Model



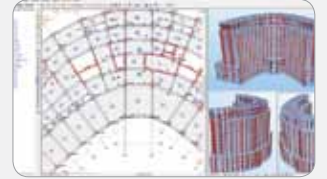
Kentsel Dönüşüm için Riskli Bina Tespit ve Güçlendirme



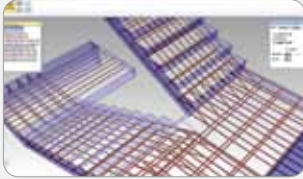
Zemin-Yapı Etkileşimi



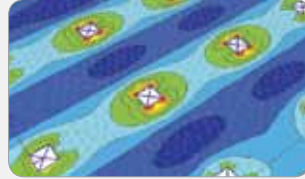
Kapsamlı, Hızlı ve Esnek Modelleme



Tam Etkileşimli Betonarme Eleman Tasarımı



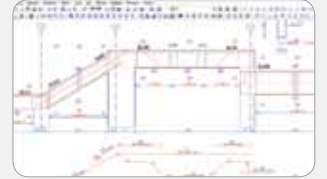
Detaylı ve Ekonomik Temel Hesapları



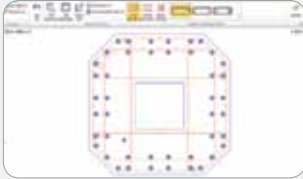
Yaygın Kullanım ve Kapsamlı Yönetmelik Desteği



ProCAD ile Profesyonel Detay Çizimleri ve Metraj



Yeni Kolon Donatılardırma Editörü



Sektörde Bir İlk: Mobil ve Web Uygulaması



Neden Probina Orion?

Güçlü Yazılım Altyapısı ve 30 Yıllık Mühendislik Tecrübesi,
Kaliteli Teknik Destek, Danışmanlık ve Kapsamlı Dokümantasyon,
Ücretsiz Ara Versiyonlar ve Servis Paketleri,
30 Günlük Deneme Sürümü ve Ücretsiz Öğrenci Versiyonu,
Yeni Lisanslarda 1 Yıl Süreyle Tüm Versiyonlara Ücretsiz Güncelleme,
Çoklu Lisanslara ve Diğer Program Kullanıcılarına Avantajlı Fiyatlar,
Kredi Kartına Vade Farksız Taksit İmkânı

ek olarak...

- Revit Structure ile İki Yönlü BIM Model Paylaşımı,
- Dilatasyonlu Bloklarda Ortak Temel Tasarımı,
- Katlarda Düz ve Eğimli Tek Diyaframlı/Farklı Diyaframlı/Diyaframsız Analiz,
- Deprem İzolatörlü Bina Tasarımı,
- Tünel Kalıp Sistemler ve Hasır Çelik Kullanımı,
- Tekil, Sürekli, Radye ve Kazıklı Temeller,
- Detaylı ve Güvenilir SAP2000™ ve ETABS™ Veri Transferi
- Kirişlerde Otomatik Donatı Tipleştirme ve Kiriş Akısı Editörü,
- İnşaat Aşamaları Analizi ve Düzgün/Değişken Isı Farkı Yüklemeleri,
- Düşey Elemanlara Hidrostatik Yük ve Zemin İtkisi tanımlanabilmesi,
- Döşeme ve Temel Sistemlerinin Analitik ve Sonlu Elemanlar Çözümü...

ve çok daha fazlası için...

probina.com.tr



Geleceği Güçlendirin!

protacom.tr

(312) 490 52 25 • (212) 258 68 63

Yetkili Satıcılar

Adana : Küçükcan (342) 335 20 93
Amasya : Teknik (358) 218 71 71
Antalya : Cenani (242) 311 56 57
Aydın : Olcum (532) 690 37 25
Balıkesir : İmta (266) 243 07 16
Bolu : Artı (374) 215 63 74
Burdur : Öktem (532) 565 14 33

Bursa : Ün-Yapı (224) 240 14 60
Çanakkale : Akın (286) 213 45 68
Denizli : Tempo (258) 263 80 27
Diyarbakır : Arşın (532) 227 85 47
Elazığ : Vessam (424) 255 52 60
Eskişehir : Alpro (222) 231 76 14
Gaziantep : Küçükcan (342) 335 20 93

Isparta : Öktem (532) 565 14 33
İzmir : Şirin (232) 244 33 36
Karaman : Temelli (332) 355 24 15
Konya : Temelli (332) 355 24 15
KKTG : Tozan (533) 860 16 08
Sivas : Aslı Yapı (346) 221 39 00
Trabzon : Fen (462) 323 23 84

