

YANGIN SEMİNERİ

19 - 20 Eylül 2019

MMO Tepekule Kongre ve Sergi Merkezi

‘Yapıların Taşıyıcı Sistemlerinin Yangına Karşı Dayanım Kabiliyeti ve Yangına Karşı Alınabilecek Önlemler, Yapısal Çeliğin Yangına Karşı Boya Kaplamayla Korunması’

‘Yapılarda Yangın ve Yüksek Sıcaklık Etkisinde Kalan Betonun Davranışı’

İnş. Müh. İrfan KADİROĞLU
BETONTAŞ HAZIR BETON Genel Müdürü ve
İMO İzmir Şube Yönetim Kurulu Üyesi



YANGIN

- Yangın, katı, sıvı ve/veya gaz halindeki maddelerin kontrol dışı yanması ile meydana gelen bir olaydır.
- Kontrol dışında meydana gelen yangınlarda çok sayıda mal ve can kaybı yaşanmaktadır.
- Bu durum yangına karşı önlem alınmasının önemini ortaya koymaktadır.
- Aktif Önlemler: Yangın söndürücü sistemler kurulması, yangın uyarı sistemlerinin kurulması, vs.
- Pasif Önlemler: Yangına dayanıklı, yangından koruyucu yapı malzemelerinin kullanımı, vs.

YANGIN

- Günümüzde bir çok ülkede yangına karşı korunma ile ilgili yönetmelikler mevcuttur.
- Bu yönetmelikler genel olarak yapı elemanlarının belirli bir süre yangın ve etkilerine karşı direnç göstermelerini ve duman ve zehirli gaz çıkarmamalarını ya da ölümcül ölçüde çıkarmamalarını zorunlu kılmaktadır.
- Beton ve çelik yanıcılık açısından yapılan sınıflandırmada yanmaz (A1 Sınıfı) malzemelerin grubuna girer.
- Beton ve çelik alev almasalar bile yangın esnasında ortaya çıkan yüksek sıcaklık etkisiyle zarar görebilirler.
- Örneğin New York'taki Dünya Ticaret Merkezi binasında çökme sonunda yaşanan can kayıpları.
- Hasarın derecesi bir çok faktöre bağlıdır:
 - ✓ Yangında ulaşılan sıcaklık derecesi
 - ✓ Sıcaklık derecesine maruz kalma süresi

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Beton bir çok yapı malzemesine göre yangın ve yüksek sıcaklık etkisine karşı daha dayanıklıdır.
- Yüksek sıcaklık etkisinde belirli, sınırlı bir süre önemli bir zarar görmez, duman veya zehirleyebilen gazlar çıkarmaz.
- Betonarmede beton termik iletkenlik katsayısının nispeten daha düşük olması nedeniyle donatı çeliğini yüksek sıcaklığa karşı korur. Ancak bu dayanıklılığı sınırlı süreler içindedir.
- Bazı betonarme elemanlar servis ömürleri boyunca uzun süreli farklı sıcaklık etkisinde kalabilirler. Baca, fırın gibi. Bu durumda betonarmede öngörülmeven bazı içsel gerilmeler meydana gelebilir. Yapı elemanının bu gerilmelere karşı deforme olmaması amaçlanmalıdır.

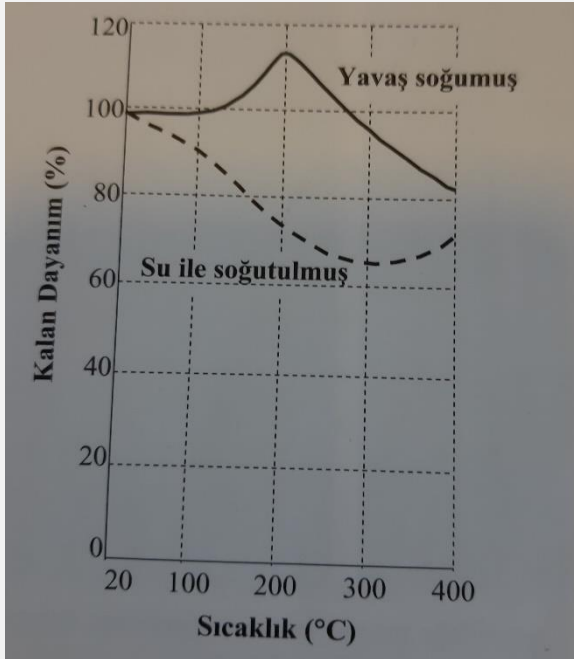
YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Betonun termal özellikleri:
 - Isı iletkenlik katsayısı : Isı geçirimsizliği (2,0 kcal/mh°C)
 - Termik genleşme katsayısı : Sıcaklık artışına karşı genleşme derecesi (10×10^{-6} - 12×10^{-6}).
 - Özgül ısı değeri : Isı kapasitesi (0,20 – 0,28 kcal/kg°C)
- Beton ve çeliğin termik genleşme katsayıları birbirine yakın ancak sıcaklık artışıyla çeliğin genleşme katsayısı da artar.
- Çimento hamurunun termik genleşme katsayısının agreganinkine yakın olması istenir. Agreganın termik genleşme katsayısı daha düşük olup dozaj azaldıkça betonun termik genleşme katsayısı da düşer. En düşük termik genleşme katsayısına sahip agregalar kireçtaşı kökenli agregalardır.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Beton genelde 250 °C sıcaklık değerlerine kadar dayanabilmektedir.
- Betonarme yapının yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklılığını;
 - Pas payı kalınlığı,
 - Isı transferi direnci,Parametreleri etkiler.
- Yalnız beton olarak bakıldığında yüksek sıcaklık hasarı;
 - Dış yüzeyde ayrışma,
 - Kabuk şeklinde dökülme ile meydana gelir.
- Betonarme elemanlarda hasar;
 - Ek yerlerde,
 - İyi sıkıştırılmamış bölgelerde,
 - Sık donatı olan bölgelerde
 - Düşük paspayı olan kısımlarda,Daha fazla yoğun olarak ortaya çıkar.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON



- 250 °C altındaki sıcaklıklarda dayanım çok fazla etkilenmez.
- 300 °C üzerindeki sıcaklıklarda dayanım kaybı belirgindir.
- Dayanım kaybı suya doymun betonda kuru betona göre daha fazladır.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Sıcaklığın artmasına bağlı olarak beton bünyesinde oluşan değişimler:

Su betonun bünyesinde üç farklı şekilde bulunur:

- Hidrate çimento bünyesindeki hidrat suyu; Kolay buharlaşmaz.
- Jel boşluklarında absorblanmış jel suyu; kolay buharlaşmaz.
- Kapiler boşluklarda bulunan serbest su; sıcaklık arttıkça buharlaşıp uçabilir. Ayrıca çimento tipi, su/çimento oranı ve ortam koşullarına bağlı olarak yüksek içerikte olabilir.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Sıcaklığın artmasına bağlı olarak beton bünyesinde oluşan değişimler:
- Sıcaklığın artmasıyla serbest suyun kaybolması büzülme, buhar basıncı, paspayı tabakasının çatlaması ve parçalanarak dökülmesine neden olur. 300 °C üzerine çıkıldığında buharlaşmayan bağlı sular da buharlaşarak hasarın boyutunu arttırırlar.
- 400 °C sıcaklığa yaklaştıkça basınç dayanımında düşüşler başlar.
- 400 °C civarında Ca(OH)_2 , CaO 'e dönüşür. Sönmüş kirecin sönmemiş kirece dönüşümü %33 civarında büzülme meydana getirir. Yangını söndürürken sıkılan su ile bu kez sönmemiş kirecin sönmüş kireci oluşturması ile %44 hacim artışı meydana getirir. Kısa sürede oluşan bu büzülme-genleşme döngüsü hasarı şiddetlendirir. Bu esnada suyun etkisiyle Ca(OH)_2 dışarıya süzülür ve söndürüldükten sonra beyaz sızıntılar kendini gösterir. Bu yangın sıcaklığının 400 °C'yi aştığına işaret olarak yorumlanabilir.
- 400 °C aşıldığında CSHlar tahrip olmaya başlar, dayanım hızla düşer.
- 800 °C - 900 °C mertebelerine ulaşıldığında ise CSH yapısı tamamen dağılır.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON



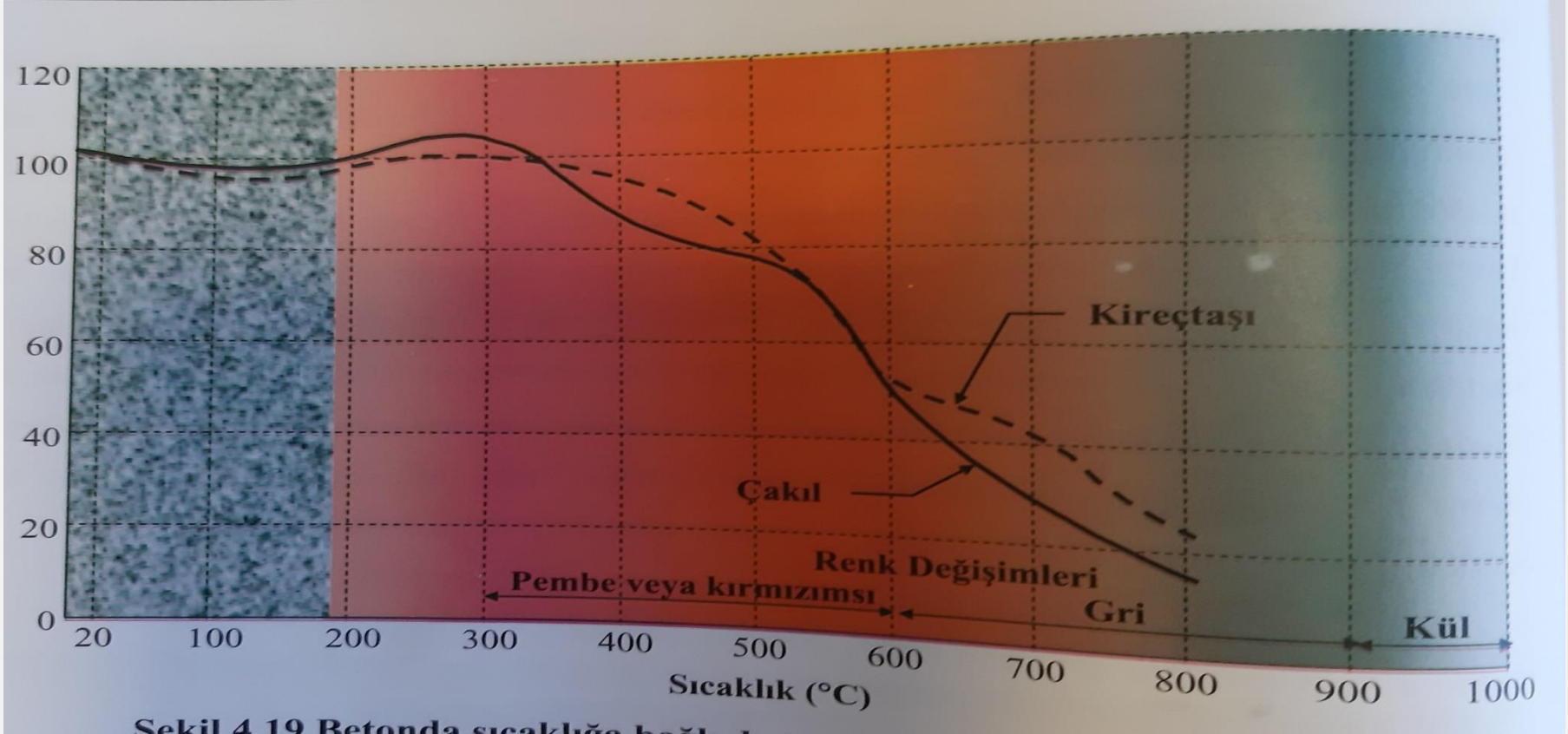
YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

Tablo 4.3 Sıcaklığın artışının beton üzerinde oluşturduğu etkiler

Sıcaklık	Beton üzerindeki etkisi
100 ~ 150 °C	Kılcal boşluklardaki suyun buharlaşması, jel boşluklarındaki suyun buharlaşması
150 ~ 250 °C	Büzülme, kılcal çatlakların oluşumu, çekme dayanımında düşüş, pembemsi renk
250 ~ 300 °C	Alüminli ve demir oksitli bileşenlerde bünye suyunun kaybı, basınç dayanımında düşüş
~400 °C	Ca(OH) ₂ 'den CaO' e dönüşüm (% 33 hacim azalması)
400 ~ 600 °C	CSH yapısının tahribi, gri beyaz renk, dayanımda % 80'lere varan azalma

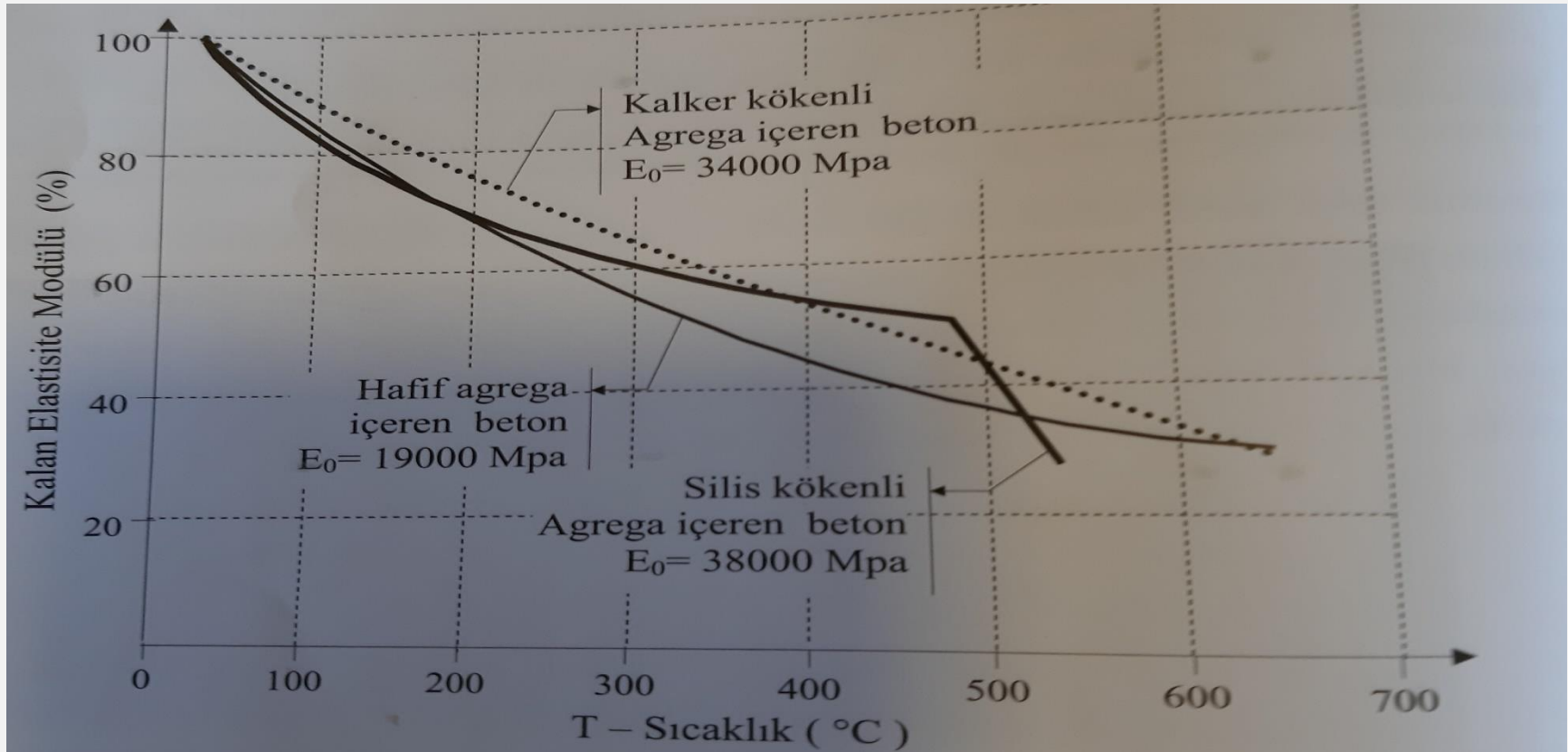
YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Yüksek sıcaklık etkisinde kalan betonun rengi de sıcaklığın derecelerine göre değişir. Kalıcı olduğundan yangında ulaşılan sıcaklık değeri tahmini için kılavuz olabilir. Pembe-kırmızı tonlarda beton incelenmelidir. Griyi aşan kül renginde ise gözenekli yapıda olup ufalanabilir durumdadır.



YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Betonda yüksek sıcaklığın elastisite modülüne etkisi de basınç dayanımına olan etkisine benzer şekilde düşüş göstermektedir.

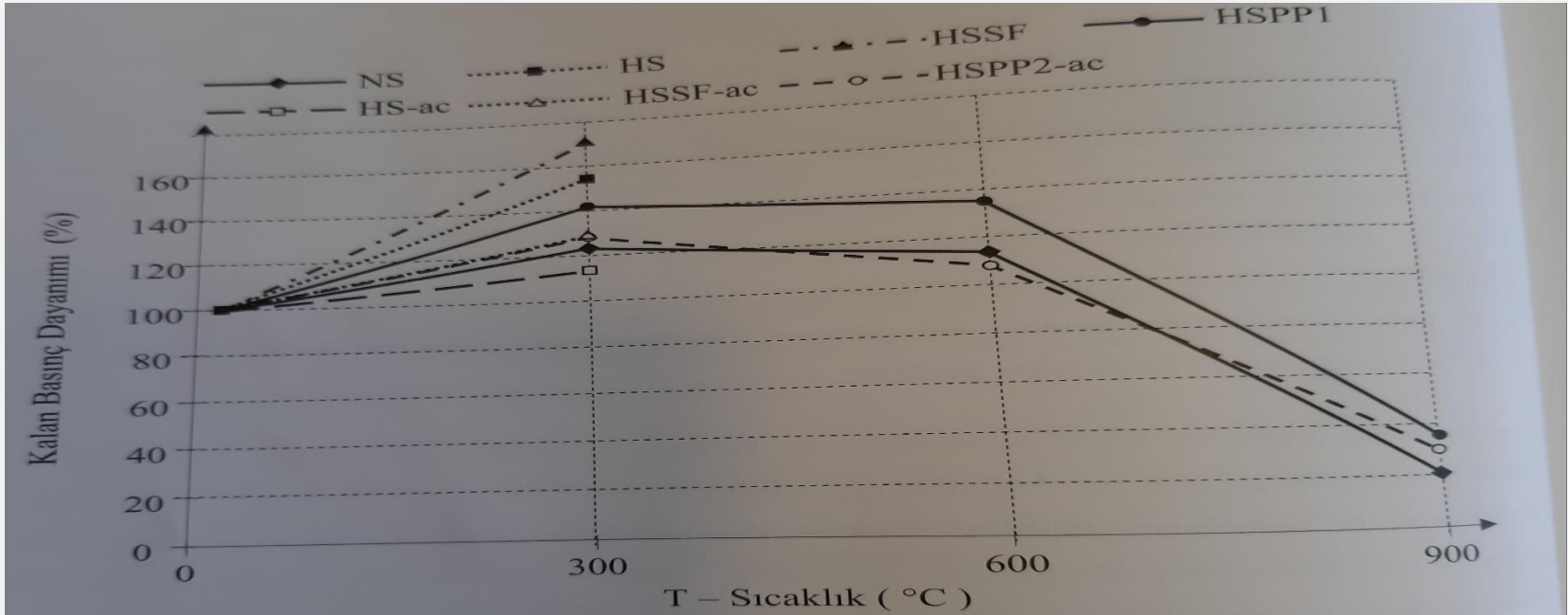


YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Beton teknolojisinde çok yüksek dayanımlı ve yüksek durabilite özelliğine sahip betonlar üretilebilmektedir.
- Bu betonların sıcaklık etkisindeki davranışı belli bir sıcaklık değerine kadar normal dayanımlı betona benzer şekilde olabilir. Daha boşluksuz olduğu için serbest su azdır. Ancak 300 °C üzerinde jel boşluklarında bulunan suyun buhara dönüşmesi sonucunda oluşturduğu basınç etkisi dökülmelere neden olabilir. Bu sorunun bir ölçüde çaresi mikro veya makro sentetik liflerin kullanılmasıdır. Bu lifler belli sıcaklık derecelerine karşı çatlaklara direnç gösterir veya sıcaklık arttıkça eriyerek jel boşluklarında buharlaşan suyun basınç oluşturmada dışarı çıkmasını sağlayan kanallar oluşturur.

YANGIN VE YÜKSEK SICAKLIK ETKİSİNDE BETON

- Çelik ve sentetik liflerin normal ve yüksek dayanımlı harçlar üzerinde yüksek sıcaklık etkisine etkinliği üzerinde yapılan deneysel bir çalışmada, yüksek dayanımlı harçların yüksek sıcaklıkla patladığı, çelik liflerin bu patlamayı engelleyemediği ancak mikro sentetik liflerin patlamayı engellediği, çok yüksek sıcaklıklarda daha fazla miktarda lif kullanmak gerektiği, 900 °C sıcaklıkta bütün harçların çok büyük dayanım kayıplarına ulaşıldığı gözlenmiştir (DEÜ, İnş. Müh. Bl., Yapı Malz. A.B.D., Aydın vd, 2008.).



Teşekkürler...

İnş. Müh. İrfan KADİROĞLU

BETONTAŞ Hazır Beton Genel Müdürü ve
İMO İzmir Şube Yönetim Kurulu Üyesi

Tel: 05363291107

E-mail: irfankadiroglu@tasyakangrup.com

