



TMMOB  
İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI

# 7. ULUSAL BETON KONGRESİ

Prof. Dr. Mehmet UYAN ANISINA

BETON TEKNOLOJİSİNDE GELİŞMELER VE UYGULAMALAR

28-29-30 KASIM 2007 İTÜ SÜLEYMAN DEMİREL KÜLTÜR MERKEZİ

DÜZENLEYEN:  
TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI  
İSTANBUL ŞUBESİ

## DÜZENLEME KURULU

**Prof. Dr. M. Hulusi ÖZKUL** (Başkan)  
**Prof. Dr. Turan ÖZTURAN**  
**Prof. Dr. Fevziye AKÖZ**  
**Rezan BULUT**  
**Nusret SUNA**  
**Yrd. Doç. Dr. Hasan YILDIRIM**  
**Yrd. Doç. Dr. Özkan ŞENGÜL**  
**Sevil KARINCALI**

## BİLİM KURULU

Prof. Dr. Süheyl AKMAN (Başkan)	Prof. Dr. Mehmet Ali TAŞDEMİR
Prof. Dr. Saim AKYÜZ	Prof. Dr. Canan TAŞDEMİR
Prof. Dr. Bülent BARADAN	Prof. Dr. Mustafa TOKYAY
Prof. Dr. Turhan ERDOĞAN	Prof. Dr. Fikret TÜRKER
Prof. Dr. Şakir ERDOĞDU	Prof. Asım YEĞİNOBALI
Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER	Doç. Dr. Yılmaz AKKAYA
Prof. Dr. Erbil ÖZTEKİN	Doç. Dr. Mustafa KARAGÜLER
Prof. Dr. Turan ÖZTURAN	Doç. Dr. İ. Özgür YAMAN
Prof. Dr. Kambiz RAMYAR	Doç. Dr. Nabi YÜZER

## DANIŞMA KURULU

Taner YÜZGEÇ	İMO
Cemal GÖKÇE	İMO
Haluk İŞÖZEN	İMO
Yakup DOST	Karayolları 17. Bölge
Recep Yener BİRLİKER	Karayolları 1. Bölge
Cüneyt GEREK	DSİ 14. Bölge
H. İbrahim ÖZMEN	DLH Marmaray Bölge
Ercan YAZICI	İstanbul Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü
Adnan İGNEBEKÇİLİ	TÇMB - YÜF
Ayhan PAKSOY	THBB
Ferruh KARAKULE	THBB
Volkan ARDAÇ	KÜB
Erdal EREN	TMB
Köksal ANADOL	TPB
Nazım AYGÜN	TİMSE
Orhan TURHAN	İMSAD
Cüneyt ERTUĞRUL	AGÜB

## SUNUŞ

İnşaat Mühendisleri Odası adına İstanbul Şubesi tarafından düzenlenen “**7.Ulusal Beton Kongresi**”ni, 28-29-30 Kasım 2007 tarihinde gerçekleştirmiş olacağız.

İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi olarak sadece beton konusunda değil, inşaat mühendisliği alanını ilgilendiren her konuda çeşitli sempozyumlar ve kongreler düzenliyoruz. 2007 yılı içerisinde “**7.Ulaştırma Kongresini**”, “**6.Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansını**”, “**4.İnşaat Yönetimi Kongresi**”yle birlikte, “**Teoride ve Uygulamada Zemin-Yapı Etkileşimi Sempozyumunu**”da gerçekleştirmiş bulunmaktayız.

Yapıların taşıyıcı iskeletini oluşturan ve ülkemizde oldukça yaygın bir şekilde kullanılan “**Betonarme Yapı Sistemleri**”, özellikle 17 Ağustos 1999 Körfez Depremi’nden sonra da inşaat sektörünün ve inşaat mühendisliği alanının önemli konularından birisini oluşturmuştur. Durum böyle olunca depremin ortaya çıkacağı zararları en aza indirecek depreme dayanıklı yapıların üretilmesi işin ana halkası olarak karşımıza çıkıyor. Ne yazık ki, bugüne kadar ülkemizin farklı farklı yerlerinde meydana gelen depremlerde karşılaştığımız sonuçlar, hiç de iç açıcı olmamıştır. Çoğu kez depremin kendi büyüklüğü ile orantılı olmayan can ve mal kayıpları ortaya çıkmıştır.

Taşıyıcı sistem tasarımı açısından betonarme yapı üretiminde kullanılan betonun standartlara uygun olması, yüksek kalite ve mukavemet sınıflarında bir betonun üretilmiş olması son derece önemli bir yapı sistemi olarak gündemdeki yerini korumasını da sağlıyor.

Ayrıca, “**1. Ulusal Beton Kongresi**”ni Prof.Dr. Bekir POSTACIOĞLU, “**6.Ulusal Beton Kongresi**”nin Prof.Dr. Yaşar ATAN ve “**7.Ulusal Beton Kongresi**”ni de 2006 yılında kaybettiğimiz Prof.Dr. **Mehmet UYAN** anısına düzenlemiş olmamızın da çok ayrı bir anlamı bulunmaktadır. İnşaat mühendisliği alanına önemli katkılar yaptıklarına inandığımız meslek büyüklerimizi her zaman saygıyla anacağız. Odamız gerek akademik düzeyde, gerekse inşaat mühendisliği alanında ülkemize ve mesleğimize önemli katkılar sağlayan bilim insanlarını ve inşaat mühendislerini her zaman saygıyla anmayı, onları unutmamayı önemli bir görev olarak görmektedir.

“**7.Ulusal Beton Kongresi**”nin ana başlığının “**Beton Teknolojisinde Gelişmeler ve Uygulamalar**” olarak seçilmiş olması da ayrı bir önem taşımaktadır. Ayrıca, yüksek nitelikte betonların gelişi güzel kurulan ve işletilen hazır beton şantiyelerinde üretilmesi de mümkün değildir. Bu kapsamda; yüksek nitelikte beton üretecek “**hazır beton şantiyelerinin**”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından ulusal düzeyde bir Kalite Güvence Sistemi içerisinde denetimlerinin yapılmasının istenmesi de, son derece önemli bir konu olarak gündeme gelmektedir.

Günümüzün beton ve yapı üretimi anlayışının sürdürülebilir bir gelişme çerçevesinde olması, son derece önemli bir konudur. Doğal çevre ile insan yaşamının kalitesinin korunması, geliştirilmesi, iyileştirilmesi sadece bugünün sorunu olarak karşımıza gelmiyor. Dünyamızdaki ve ülkemizdeki kaynakların giderek tükendiği, bugün varolan kaynakların gelecek kuşakları da yakından ilgilendirdiği, yapıların sadece deprem güvenliği açısından değil, uzun ömürlü ve dayanıklı olması, çevreci olmasının yanında estetik olması da önem kazanmaktadır. Ayrıca, beton teknolojisindeki gelişmelerin uzun ömürlü, güzel görünümlü çevreye uyumlu yapı elemanlarının üretimine imkan vermesi, ayrıca önemsenmesi gereken temel konulardan birisi olarak gündeme gelmektedir.

Sonuç olarak “**7.Ulusal Beton Kongresi**”nin gerçekleşmesinde emeği geçen başta düzenleme kurulumuzun başkan ve üyelerine, bilim kurulumuza, kongremize bildirimleriyle katılan tüm katılımcılara, ayrıca; kongremizin düzenlenmesinde bizleri maddi katkıları ve gönülden destekleyen kişi, kurum ve kuruluşlara çok teşekkür ediyoruz.

**7.Ulusal Beton Kongresi**’nin kalıcı sonuçlar doğurmasını diliyoruz.

Cemal GÖKÇE

TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası  
İstanbul Şubesi Başkanı

<b>Bildiri 14</b>	<b>Eğilmede Hafif Beton-Donatı Aderansının İncelenmesi</b> Ahmet DURMUŞ, Mehmet Emin ARSLAN, Hasan Tahsin ÖZTÜRK	<b>165</b>
<b>Bildiri 15</b>	<b>High Performance Concrete: Fundamentals and Application</b> Oral BÜYÜKÖZTÜRK, Denvid LAU	<b>177</b>
<b>Bildiri 16</b>	<b>Yüksek Performanslı Çimento Esaslı Kompozitlerin Tasarımı, Mekanik Davranışı ve Uygulama Alanları</b> Giray ARSLAN, Kadir Serdar TAFLAN, Sevtap HABERVEREN, Mehmet Ali TAŞDEMİR	<b>199</b>
<b>Bildiri 17</b>	<b>Çelik Lif İçeriği, Sıcak Kür ve Lif Korozyonunun Çimento Esaslı Yüksek Performanslı Kompozitlerin Mekanik Davranışına Etkisi</b> İdris BEDİRHANOĞLU, Alper İLKİ, Yasin CANDAN, Mehmet Ali TAŞDEMİR	<b>215</b>
<b>Bildiri 18</b>	<b>Hiper Akışkanlaştırıcı Katkılı Kendiliğinden Sıkışan Betonun İzmit'te Çeşitli Projelerde Uygulaması</b> Mehmet SIMSIKI, Mehmet MUTLU	<b>225</b>
<b>Bildiri 19</b>	<b>Olumsuz Hava Koşullarında Üretilen Astana İshim Nehri Köprüsü Öngermeli Prekast Kirişlerindeki Beton Kalitesi</b> Selahattin DÜZBASAN, Erol YAKIT, Süleyman ULUÖZ, Mustafa CAMCIOĞLU	<b>233</b>
<b>Bildiri 20</b>	<b>Uluabat Kuvvet Tüneli Projesindeki Segment Üretimi</b> Mustafa ERDOĞAN, Çağlar DİNÇ, Serpil ULU	<b>243</b>
<b>Bildiri 21</b>	<b>Donma-Çözülmenin Farklı Kür Görmüş Kendiliğinden Yerleşen Betonlar Üzerindeki Etkisi</b> Şirin KURBETCİ, Şakir ERDOĞDU, Ali Recai YILDIZ	<b>251</b>
<b>Bildiri 22</b>	<b>Metakaolin Katkılı Betonların Sülfat Dayanıklılığının İncelenmesi</b> Erhan GÜNEYİSİ, Mehmet GESOĞLU, Kasım MERMERDAŞ	<b>259</b>
<b>Bildiri 23</b>	<b>Yüksek Sıcaklık Etkisinde Kalan Betonun Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi İle Tahmini</b> Nabi YÜZER, Bülent AKBAŞ, Ahmet B. KIZILKANAT	<b>271</b>
<b>Bildiri 24</b>	<b>Yüksek Fırın Cürufu Katkılı Betonların Klorür Etkisinde Korozyona Karşı Performansı</b> A. Görkem SARAN, Ü. Anıl DOĞAN, M. Hulusi ÖZKUL	<b>281</b>
<b>Bildiri 25</b>	<b>Doğal ve Endüstriyel Mineral Katkılar İçeren Betonların Tasarımı, Mekanik Özellikleri ve Dürabilitesi</b> Özkan ŞENGÜL, Mehmet Ali TAŞDEMİR, İlker KOÇ, Muhittin TARHAN, Teoman ERENOĞLU	<b>291</b>
<b>Bildiri 26</b>	<b>Çimento Tipinin Donatı Korozyonuna Etkisi</b> İlker Bekir TOPÇU, Ahmet Raif BOĞA	<b>301</b>
<b>Bildiri 27</b>	<b>Yüzer Deniz Taşıtlarında ve Offshore Yapılarında Beton Kullanımı</b> Reyhan ÖZSOYSAL, Yalçın ÜNSAN	<b>313</b>

# Olumsuz Hava Koşullarında Üretilen Astana Shim Nehri Köprüsü Öngermeli Prekast Kiri lerdeki Beton Kalitesi

Selahattin DÜZBASAN

n aat Mühendisi  
Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti.  
Piyade Sokak No:13 Çankaya - Ankara  
Tlf: 0312 4418700 Pbx  
E.Posta: [s.duzbasan@ilgaz.nsaat.com](mailto:s.duzbasan@ilgaz.nsaat.com)

Erol YAKIT

n aat Mühendisi  
Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti.  
Yenice - Mersin  
Tlf: 0324 651 4029 Pbx  
E.Posta: erol.yakit@ilgazinsaat.com

Süleyman ULUÖZ

Kimya Mühendisi  
Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Yenice ó Mersin  
Tlf: 0324 6514029 Pbx  
E.Posta:s.uluo@ilgazinsaat.com

Mustafa CAMCIO LU

n aat Mühendisi  
Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Organize Sanayi ó Polatl,  
Tlf: 0312 6265038- 39  
E.posta:camcioglumustafa@yahoo.com

## Öz

Kazakistan Astana shim nehri köprüsünün in aat, s,ras,nda; I 150 tipinde, 25 m<sup>3</sup> hacminde ve 31,6 m uzunlu unda 380 adet öngermeli prekast kiri üretilmi tir. Üretimler 25 metre çap,nda 192 metre boyunca yar,m silindirik çelik konstrüksiyon ekindeki çad,r içerisinde yap,lm, t,r. Kiri üretimine ba lan,lmadan önce yap,lan ara t,rmada, 2003- 2004 y,llar, k, mevsiminde hava s,cakl, ,n,n - 40°Cø kadar dü tü ü tespit edilmi tir. Taze beton s,cakl, ,n,n teslim an,nda en az +5°C olmas, gerekmekte ve d, ortam s,cakl, ,n,n +5 °Cøden daha dü ük olmas, durumunda, olumsuz hava ko ullar,n,n beton kalitesini bozmas,n, önlemek için tedbirler al,nmas, gerekmektedir. Öngermeli kiri üretiminin, k, mevsiminin olumsuz hava ko ullar,nda da yap,labilmesi için, üretimin çe itli a amalar,nda al,nan tedbirler sayesinde; Gündüz ó 30°C gece -40°Cødik d, ortam s,cakl, ,nda, Kazakistanøda yürürlükte olan Gost standartlar,, proje kriterleri ve TCK Otoyol leri Teknik arnamesine uygun kalitede üretim yap,lm, t,r.

**Anahtar sözcükler:** Öngermeli Prekast Kiri , Gost Standartlar,, TCK Otoyol leri Teknik arnamesi, Yükleme testi, -30°C Hava S,cakl, ,.

## Giri

Beton ve betonarme yap,lar,n i letmedeki servis ömürlerini olumsuz yönde etkileyen en önemli parametrelerden birisi,üretimleri s,ras,nda etkisi alt,nda kalacaklar, olumsuz hava artlar,d,r. +5 °Cøden daha dü ük s,cakl,ktaki hava artlar,nda yap,lan üretimlerde

gerekli tedbirlerin alınmaması, durumunda, arnamelerde öngörülen kalitede beton elemanların üretimi mümkün olmadıkça, bu şekilde üretilen beton elemanların, i letmedeki ekonomik servis ömürleri dolmadan kullanılmaması gerekmektedir [1]. Ara tırnamazda; Kazakistan Astana şim nehri köprüsünün yapımında kullanılan, 380 adet öngermeli prekast kirişin, gündüz -30°C gece -40°C'deki olumsuz hava koşullarında üretimi sırasında alınan tedbirler incelenmiştir.

## Proje ve Öngermeli Kiri Üretim Tesisinin Tanıtımı,

### Projenin Tanıtımı,

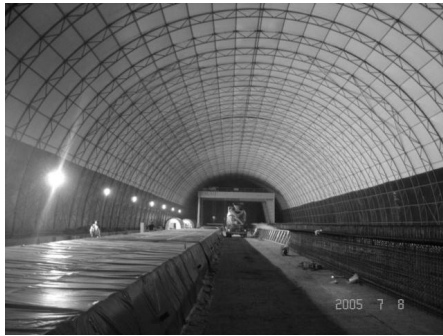
Kazakistan Astana şim nehri üzerindeki köprü'nün yapımı, 2006 yılında gerçekleştirilmiştir. Köprü'nün yapımında kullanılan öngermeli prekast kirişlerin karakteristik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Öngermeli Prekast Kirişlerin Karakteristik Özellikleri.

Öngermeli prekast kiriş miktarı,	380 adet	Beton hacmi	25 m <sup>3</sup>
Tipi	I 150	Beton markası,	M 550
Uzunluğu	31,6 m	Çimento cinsi	M 500 D0

### Öngermeli Kiri Üretim Merkezi

Öngermeli prekast kiriş üretimi; şim nehrinin akışına göre sol tarafında kurulan, özel olarak tasarlanan çadır içerisinde yapılmıştır. Üretim çadırı, 25 metre çapında 192 metre uzunluğunda yarı silindirik çelik konstrüksiyon şeklinde dizayn edilmiş ve üzeri, yansıtılabilir özel brandayla örtülmüştür. Dört kirişin aynı anda üretildiği üretim holünde, 35 ton kaldırma kapasiteli 2 adet portal vinç mevcut olup ray aralıkları, 16 metre, ray uzunluğu ise 192 metredir. Üretim merkezindeki görüntüler ekil 1 ve 2'de verilmiştir.



ekil 1,2. Üretim merkezinden görüntüler.

## Öngermeli Prekast Kiri Üretiminde Yapılan Çalışmalar

### Üretimden Önce Yapılan Çalışmalar

Betonun hazırlanmasında kullanılacak; Agregalar, çimento ve beton kimyasallarının temin edilebileceği yerler tespit edildikten sonra, bunların Kazakistan'da yürürlükte olan Gost standartları ile Türk Standartlarında belirtilen limit değerlere uygunluğu yapılmıştır.

laboratuar testleriyle tespit edilmiştir. Üretimler sırasında karışılmasın, muhtemel hususlar da dikkate alınarak, laboratuar şartlarında yapılan beton deneme karışımları ile üretimde kullanılacak beton karışımları tespit edilmiştir.

### Agrega

**Kırma agrega;** Beton santralinde kullanılan kırma agregaların çakıl bölümünde özgül ağırlıkları, 2,48 g/cm<sup>3</sup> ó 2,70 g/cm<sup>3</sup> arasında de i en, farklı renk ve görünümde agrega tanecikleri ile kırma kumun içerisinde de i ik renkli bölümlerin olduğu tespit edilmiştir. Agregadaki problemin nedenlerini tespit etmek amacıyla konkasör tesisi, kaya ocağı ve kırma agrega stoklarında yapılan incelemede; Kaya ocağının üst kısmındaki altere olmuş kayaktan üretilen agreganın karışım, tespiti edilmiştir. Bunun yanı sıra, konkasör tesisinin ön eleme sistemi çalışmadığından kayalık bantlar arasında kilin kırma kumun bünyesine girdiği tespit edilmiştir [2].

**Dere kumu;** Beton santrallerinde kullanılan kumun büyük bir kısmı demir yoluyla yüzlerce kilometre uzaklıktan getirilerek tupik denilen yerlerde depolanmakta ve talep edilen yerlere sevk edilmektedir. Beton santrali stoklarında yapılan incelemede; Dere kumunda farklı boyutlarda yabancı maddelerin karışımı olduğu tespit edilmiştir.

Beton üretiminde agregadan kaynaklanacak kalite problemlerini önlemek amacıyla; a- Kırma agreganın temini edildiği konkasör tesisindeki ön eleme sistemi çalışmaya başlanması ve kaya ocağının alt kısmındaki altere olmayan kısımın kullanılarak kırma agrega üretilmeye başlanması, t.r.

b- Dere kumundan kaynaklanacak kalite bozukluğuna engel olmak amacıyla; Dere kumu bunkerini üzerine sıkı aralıklı elek monte edilmiş beton talebi yapılmadan önce bunkerin dere kumu bölümü boşaltılarak kum stok sahasının daha kaliteli bölümündeki dere kumu kullanılması, t.r. Dere kumu içerisindeki yabancı maddelerin mikser gitmesini önlemek amacıyla; agrega bunkerinin üzeri ve tartım bandıyla konveyör bandının arasında görevlendirilen personel tarafından yabancı maddeler seçilmiştir. Beton santralinde kullanılan agregaların fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Üretimde Kullanılan Agregaların Fiziksel Özellikleri.

Test parametreleri	Agreganın cinsi			
	Kırma kum	Kırma çakıl		Dere kumu
		ince	iri	
Özgül ağırlık g/cm <sup>3</sup>	2,600	2,646	2,680	2,620
Su emme %	2,80	0,4	0,3	1,4
200# Elekten geçen ince madde %	9,2	0,4	0,3	1,1
Organik madde rengi	-	-	-	Renksiz
Los Angeles 100 Devir %	-	4,2	3,8	-
Aşınma kaybı 500 Devir %	-	21,6	19,8	-
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> don kaybı %	9,2	8,8	8,7	9,8

### Çimento

Gost 101786 85 standardına göre portland çimentoları, 28 günlük basınç dayanımları, dikkate alınarak; M 400 D0, M 500 D0, M 550 D0, M 600 D0 olarak tanımlanmakta, portland çimentonun içerisinde konulan yüksek fırın cürufu, puzzolan, gibi maddelerin % miktarlarına göre de M 400 D5, M 400 D10, M 400 D20 olarak adlandırılan diğer çimento sınıfları elde edilmektedir. Bunun yanı sıra; Gost 26633691'e göre M 350 marka betondan daha yüksek sınıfındaki betonlarda M 500 D0 çimentosunun kullanılması,



- b- Redozlama yapıldıktan sonra beton kalıplarını, tekrar tespit edilerek, üretimde kullanılacak beton kalıplarını, belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında yapılan deneme karışımlarında; 90 adet 15 cm çaplı küp numune ve 24 adet 60x15x15 cm prizma numunesi alınarak test edilmiştir. Projede kullanılacak kırılgan olumsuz koşullardan dolayı, donma çözülme riski altında kalacaktır. Bundan dolayı, deneme karışımlarına ait sonuçların değerlendirilmesinde; S/Ç, prizini almaması, betondaki su emme yüzdesi en düşük, beton birim haciminde, beton yarma, eğilme ve basınç dayanımları en fazla olan beton karışımı, kırılgan üretiminde kullanılmasına karar verilmiştir. Kırılgan üretiminde kullanılan beton karışımı, Tablo 5’de karakteristik özellikleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 5. Üretimde Kullanılan Beton Karışımı.

Beton bileşenleri	1m <sup>3</sup> Beton üretimi için miktarlar (Agregalar DKY durumuna göre dir.)
Dere kumu	450 kg
Kırmızı kum	429 kg
Kırmızı ince çakıl	410 kg
Kırmızı iri çakıl	505 kg
Çimento	480 kg
Beton kimyasal	6,75 kg
Su	170 l
S/Ç	0,354

Tablo 6. Üretimde Kullanılan Betonun Karakteristik Özellikleri.

Basınç dayanımı, N/mm <sup>2</sup>		Eğilme dayanımı, N/mm <sup>2</sup>		Yarma dayanımı, N/mm <sup>2</sup>		Su emme %
7 gün	28 gün	7 gün	28 gün	7 gün	28 gün	28 gün
51	60	5,0	7,3	2,4	3,9	2,9

## Sonuç Hava Koşullarına Karşı Alınan Tedbirler

Öngermeli kırılgan üretiminin kış mevsiminde de yapılması planlandığından dolayı, üretim sırasında alınması gereken tedbirleri belirlemek amacıyla yapılan araştırmada, hava sıcaklığının 2003 ve 2004 yıllarında -40°C’ye kadar düşmesi tespit edilmiştir. Üretimler sırasında alınan tedbirler sayesinde Tablo 7’den görüleceği üzere -30°C’deki hava sıcaklığında öngermeli kırılgan üretimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 7. Kırılgan Üretimlerinde Hava Sıcaklıkları.

Üretim tarihi	Hava sıcaklığı, (°C)	Üretim tarihi	Hava sıcaklığı, (°C)
05.07.2005	25	22.12.2005	- 15
04.08.2005	20	08.01.2006	- 30
02.09.2005	16	25.02.2006	- 17
29.10.2005	2	02.03.2006	- 10
26.11.2005	- 5	08.04.2006	- 4



verilerek ortam sıcaklığı, 30-35 °C'ye getirildikten sonra, diğer kırıntıların üretimi için beton talebi yapılmıştır.

- Üretim gündüz yapılmış, ancak özen gösterilmiştir, üretim sırasında birden fazla transmikserin beklemesine müsaade edilmemiştir, transmikserler kapalı, alanda bekletilmiştir.
- Kalıplar içerisine yerleştirilen beton, 35 °C'deki iç ortam sıcaklığında 3 saat dinlendirildikten sonra, ortam sıcaklığı, 3 saatte 60-65 °C'ye çıkarılmış, gerekirken, bu süre 2 saatte gerçekleştirilmiştir.
- 5 saat boyunca uygulanması gereken 60-65 °C'deki su buharı, kuru, 7 saatte yükseltilmiştir ve bu sıcaklıkta dört kırılık üretim hollü içerisinde homojen olması sağlanmıştır [3].
- Buhar kuru tamamlandıktan sonra 3 saat içerisinde buhar hollü içerisindeki sıcaklık, içinde ortam sıcaklığına düşürülüp hollerin kaldırılması gerekmektedir. Fakat üretim merkezi içerisindeki soğuk havanın kırık betonuna, soku etkisini önlemek için, buhar hollü içerisine ağız, azaltacak şekilde buhar verilmiştir ve buhar hollerini kaldırma süresi Tablo 9'da görüldüğü üzere uzatılmıştır.

Tablo 9. Hava Sıcaklığı, ve Buhar Kür Hollününün Kaldırma Süreleri.

Üretim tarihi	Üretim sırasında hava sıcaklığı, °C	Buhar hollününün kaldırma süresi Saat
05.07.2005	25	5
02.09.2005	16	5
26.11.2005	- 5	18
22.12.2005	- 15	26
08.01.2006	- 30	47
25.02.2006	- 17	27
02.03.2006	- 10	20
08.04.2006	- 4	16

## Öngermeli Prekast Kiri Üretiminde Beton Kalitesi

Beton santralinden hazırlanan betonun kıvamı, 15cm iken, transmikserin üretim merkezine gelmesine kadar geçen sürede 7-8 cm'den düşen, betonu kırık üretiminde kullanmak mümkün olmamaktadır. Bundan dolayı, beton üretiminde kullanılması, öngörülen % 1,5 oranındaki beton kimyasalının % 0,7'si beton santralinde konulmuş, geriye kalan % 0,8'lik kısma ise, transmikser, üretim merkezine geldiğinde ilave edilmek suretiyle, redozlama yapılmıştır.

## Öngermeli Prekast Kiri Üretiminde Yapılan Testler

Üretim merkezine getirilen betonların sıcaklıklarını ölçülerek 10°C'den düşük sıcaklıktaki betonlar üretimde kullanılmamıştır. Betonun kıvamı; Beton santralinde hazırlanmış ve trans mikser üretim merkezine geldiğinde tespit edilmiştir. Trans mikserdeki betonun kıvamı, dikkate alınarak yapılan redozlama ile betonun kıvamı, yaklaşık 15 cm olması sağlanmıştır.

**Prizini Alm, Betonda Yapılan Testler**

**Bas,nc Dayan,m,,** Kazakistan'da inaat sektöründe kullanılan beton s,n,flar, Gost 26633691'de belirlenmiştir. Öngermeli kiri üretiminde M 550 ( B40) marka betonu kullanılm, olup, kullanılan beton s,n,flar, Tablo 10'da verilmiştir. Kiri üretimi s,ras,nda, her kiri için alın,an 12 adet 15 cm'lik küp numuneden; 6 adedi kiri lerle aynı artlarda buhar küreüne tabi tutulduktan sonra öngörme tellerinin kesilebilmesi için transfer dayan,m,n,n tespitinde kullanılm, t,r. Alt, adedi ise sertifika olarak adlandır,lan ba ,ms,z laboratuvarlarca test edilerek 7 ve 28 günlük beton bas,nc dayan,mlar, tespit edilmiştir. Üretimler s,ras,nda alın,an numunelerdeki beton bas,nc dayan,mlar, Tablo 11'de istatistiksel de erlendirilmesi Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 10. Gost 26633691'e Göre Beton S,n,f ve Markalar,.

Beton s,n,f,	Bas,nc dayan,m, kgf/cm <sup>2</sup>	Beton markas,	Beton s,n,f,	Bas,nc dayn,m, kgf/cm <sup>2</sup>	Beton markas,
B 20	261,9	M 200	<b>B 40</b>	<b>523,9</b>	<b>M 550</b>
B 22,5	294,5	M 250	B 45	589,4	M 600
B 25	327,4	M 300	B 50	654,8	M 700
B 30	392,9	M 400	B 60	785,8	M 800
B 35	453,4	M 450	B 65	851,5	M 900

Tablo 11. Beton Bas,nc Dayan,mlar,.

Üretim tarihi	Üretim S,ras,nda Hava s,cakl, , °C	Beton bas,nc dayan,m, kgf/cm <sup>2</sup> *		Üretim tarihi	Üretim S,ras,nda Hava s,cakl, , °C	Beton bas,nc Dayan,m, K g /cm <sup>2</sup> *	
		7 gün	28 gün			7 gün	28 gün
05.07.2005	25	427	568	22.12.2005	- 15	440	546
04.08.2005	20	412	538	08.01.2006	- 30	402	584
02.09.2005	16	445	588	11.01.2006	- 27	335	563
29.10.2005	2	469	604	14.01.2006	- 13	379	583
26.11.2005	- 5	455	610	25.02.2006	- 17	392	584

\* Gost 26663691'e göre 28 günlük beton bas,nc dayan,m, 523,9 kgf/cm<sup>2</sup>dir.

Tablo 12. Bas,nc Dayan,mlar,n,n istatistiksel De erlendirilmesi.

Üretim dönemi	Bas,nc dayan,m, (28 gün) kgf /cm <sup>2</sup>	Standart sapma kgf /cm <sup>2</sup>	Varyasyon katsay,s, %
2005	Temmuz	590	19,3
	A ustos	580	20,5
	Eylül	585	21,5
	Ekim	620	22,0
	Kas,m	615	24,8
	Aral,k	577	25,6
2006	Ocak	572	27,3
	ubat	587	24,6
	Mart	599	23,3
	Nisan	635	23,3
	May,s	620	20,6

**E ilme ve Yarma Dayan,m,;** Öngermeli prekast kiri üretimi s,ras,nda taze betondan al,nm, olunan numuneler kür havuzunda 28 gün bekletildikten sonra e ilme ve yarma dayan,mlar, tespit edilmi tir. Yap,lan testlerde elde edilen sonuçlar, üretime ba lan,lmadan önce laboratuvar artlar,nda al,nm, olunan numunelere uygulanan test sonunda elde edilen sonuçlarla birlikte mukayeseli olarak Tablo 13øde verilmi tir. Sonuçlar,n tetkikinden de görülece i üzere; E ilme dayan,m,nda % 0,28 oran,nda, yarma dayan,m,nda ise % 1,0 oran,nda azalman,n oldu u tespit edilmi tir.

Tablo13. E ilme ve Yarma Dayan,mlar,.

Üretim Tarihi	Üretim S,ras,nda Hava s,cakl, , °C	E ilme dayan,m, N/mm <sup>2</sup>			Yarma dayan,m, N/mm <sup>2</sup>		
		Üretim	ahit	Fark %	Üretim	ahit	Fark %
05.07.2005	25	7,3	7,3	0	4,0	3,9	2,6
02.09.2005	16	7,4	7,3	1,4	3,9	3,9	0
26.11.2005	- 5	7,2	7,3	- 1,4	3,9	3,9	0
08.01.2006	- 30	7,2	7,3	- 1,4	3,8	3,9	2,6
25.02.2006	- 17	7,3	7,3	0	3,8	3,9	2,6
Ortalama		7,28	7,3	0,28	3,88	3,9	1,0

**Su Emme Yüzdesi;** Üretim s,ras,nda al,nan numuneler 28 günlük iken su emme testleri yap,lm, olup, beton deneme kar, ,m, çal, malar,nda al,nan numunelerde yap,lan testlerde elde edilen sonuçlarla birlikte mukayeseli olarak Tablo 14øde verilmi tir.

Tablo 14. Beton Numunelerde Su Emme Yüzdesi Test Sonuçlar,.

Üretim tarihi	Üretimdeki Hava s,cakl, , °C	Su emme %		
		Üretim	ahit	Fark
05.07.2005	25	2,9	2,9	0
02.09.2005	16	2,9	2,9	0
26.11.2005	- 5	2,9	2,9	0
08.01.2006	- 30	2,9	2,9	0
25.02.2006	- 17	2,9	2,9	0
Ortalama		2,9	2,9	0

**Yüklemeye testi;** Öngermeli prekast kiri yüklemeye testinde; Kiri e uygulanacak test yüküne 10 a amada ula ,ld,ktan sonra 5 dakika beklenilmekte ve 5 a amada da yük azalt,lmaktadır. Maksimum test yükünderken kiri te meydana gelen sehimin, yük bo alt,ld,ktan sonra en az % 90ø,n,n geri gelmesi gerekmektedir. 08.01.2006 tarihinde -30 °Cødik hava s,cakl, ,nda üretilen öngermeli prekast kiri e uygulanan yüklemeye testinde maksimum yükte iken meydan gelen sehimin, yük kald,r,ld,ktan sonra % 96,6ø,k bölümüne geldi i tespit edilmi tir. Dolay,s,yla olumsuz hava ko ular,nda yap,lan öngermeli prekast kiri üretiminde al,nan tedbirler sayesinde yüklemeye testi sonucu bak,m,ndan TCK Otoyol leri Teknik artnamesine uygun oldu u tespit edilmi tir[4].

## Sonuç

Ara t,rmam,zda; Astana shim nehri köprüsünün yap,m,nda kullan,lan 380 adet öngermeli prekast kiri in olumsuz k, artlar,nda yap,lan üretimleri s,ras,nda; Betonun üretimi, nakledilmesi, kiri üretimi s,ras,nda gerekli tedbirler al,nm, t,r. Olumsuz hava ko ullar,n,n öngermeli prekast kiri e olan etkisinin tespitine yönelik olarak yap,lan ara t,rma s,ras,nda iki a amada testler yap,lm, t,r. Ara t,rmam,z,n birinci a amas,nda; Öngermeli prekast kiri üretim arnamelerinde olmayan e ilme dayan,m,, yarma dayan,m, ve su emme yüzdesi tespiti amac,yla testler yap,lm, t,r. Testler sonunda elde edilen sonuçlar, laboratuvar artlar,nda üretilen betondan al,nan numunelere uygulanan testlerdeki sonuçlarla mukayese edildi inde; E ilme dayan,m,n,n % 0,28 oran,nda azald, ,, yarma dayan,m,n,n % 1,0 oran,nda azald, , fakat betondaki su emme yüzdesi test sonucunun de i medi i tespit edilmi tir. Ara t,rman,n ikinci a amas,nda; Öngermeli prekast kiri üretimiyle ilgili arname ve standartlara göre beton bas,nc dayanam, ve öngermeli prekast kiri yükleme testi yap,lm, t,r. Gost 26663-91ø göre öngermeli kiri lerdeki bas,nc dayanam, 523,9 kg/cm<sup>2</sup>ødir. Üretimler s,ras,nda al,nan 1140 adet beton numunenin 28 günlük bas,nc dayanam, sonucu de erlendirildi inde, Gost 26663691 ve proje teknik arnamesinde belirtilen 523,9 kg/cm<sup>2</sup>ølik bas,nc dayanam,dan daha yüksek oldu u tespit edilmi tir. TCK Otoyol teknik arnamesine göre; Kiri lere yükleme testinde uygulanan yük, maksimum test yükünderken kiri te meydana gelen sehimin, yük bo alt,ld,ktan sonra en az % 90ø,n,n gelmesi gerekmektedir. Yap,lan testte, yükte iken meydana gelen sehimin yük bo alt,ld,ktan sonra % 96,6ø,s,n,n geri geldi i tespit edildi inden, yükleme testi sonucunun standartlara uygun oldu u tespit edilmi tir.

Yukar,da belirtilen sonuçlar dikkate al,nd, ,nda; -30 °Cødeki olumsuz hava ko ullar,nda bile, gerekli tedbirlerin al,nmas, kayd,yla; Gost 26663691, proje kriterleri ve TCK Otoyol leri Teknik arnamesine uygun kalitede öngermeli prekast kiri üretmek mümkün olmaktadır.

## Te ekkür

Yazarlar, ara t,rma s,ras,nda katkı,lar,ndan dolayı,; Ilgaz n aat Tic.Ltd. Genel Müdürlü ü ile Fil n aat Makine ve Sanayi Tic.Ltd. ti Genel Müdürlü ü Üst Yönetimine, TSE Adana Ürün Belgelendirme Müdürlü ünden Kür at ONURø, OYAK Beton Akdeniz Bölge Müdürü Nevzat ULUÖZø, BASF Yap, kimyasal,ndan Nizamettin GÜNEL, Nuhay ÖZEL, Saule BAYTJAUNOVA ve Yakup TÜMENø e te ekkür eder.

## Kaynaklar

1. ULUÖZ,S., TAYAKISI,A., (2003) 1960 ó 1966 Y,llar, Aras,nda Üretilerek Sulama ebekelerinde Kullan,lan Prefabrik Kanaletlerin 2000 Y,1,ndaki Mevcut Kalitesi, Be inci Ulusal Beton Kongresi, Bildiriler Kitab,, stanbul Teknik Üniversitesi, stanbul, s. 545-554

2. DÜZBASAN,S.,ULUÖZ,S.,YAKIT,E., ( 2004 ) Kırma Agregadaki Ta Unu ve Kil Miktarının Beton Kalitesine Etkisi., Beton 2004 Kongresi, Bildiriler Kitab,, Türkiye Hazır Beton Birliği, İstanbul, s. 697-706.
3. DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2005) Deniz Yapılarında Mikro Silika Kullanımı, Altın, Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitab,, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, s. 191-200.
4. TCK Otoyolları Teknik Yönetmeliği
5. Araştırmada kullanılan standartlar; TS EN (12390-5,12390-6,12390-7, 197-1,196-2, 933-9, 1367-2, 1097 -2, 12350-2, 12350-7, 206-1/Nisan 2002), TS 3530 EN 933-1, TS 706 EN 12620, TS 3286, TS 1248, Gost 101786 85, Gost 26633 -91

## KONGREDE SUNUM YAPAN TEKNİK ELEMANLARIMIZDAN GÖRÜNTÜLER

