

BETON
2011



HAZIR BETON KONGRESİ
BİLDİRİLERİ
20-22 EKİM 2011, İSTANBUL

BİLİM KURULU

Prof. Dr. Abdurrahman GÜNER	İÜ	Prof. Dr. Hulusi ÖZKUL	İTÜ
Prof. Asım YEĞİNOBALI	TÇMB	Prof. Dr. Mustafa TOKYAY	ODTÜ
Prof. Dr. Bülent BARADAN	DEÜ	Doç. Dr. Nabi YÜZER	YTÜ
Prof. Dr. Canan TAŞDEMİR	İTÜ	Doç. Dr. Özgür YAMAN	ODTÜ
Prof. Dr. Emine AĞAR	İTÜ	Prof. Dr. Saim AKYÜZ	İTÜ
Prof. Dr. Erbil ÖZTEKİN	KALTEK	Prof. Dr. Süheyl AKMAN	İTÜ
Prof. Dr. Fevziye AKÖZ	YTÜ	Prof. Dr. Şakir ERDOĞDU	KTÜ
Prof. Dr. Fikret TÜRKER	AÜ	Prof. Dr. Turan ÖZTURAN	BÜ
Prof. Dr. Kambiz RAMYAR	EÜ	Prof. Dr. Turhan Y. ERDOĞAN	ODTÜ
Prof. Dr. Mehmet Ali TAŞDEMİR	İTÜ	Doç. Dr. Yılmaz AKKAYA	İTÜ
Doç. Dr. Mustafa KARAGÜLER	İTÜ		

DÜZENLEME KURULU

Ayhan GÜLERYÜZ	THBB Y.K. Bşk.	Ramazan YÜCEL	THBB Y.K. Üyesi
Ender KIRCA	THBB Y.K. Bşk. V.	Şevketin SONAY	THBB Y.K. Üyesi
Halit İNCİ	THBB Sayman Üye	Tamer SAĞIR	THBB Y.K. Üyesi
Ahmet TAYFUR	THBB Y.K. Üyesi	Yavuz KAVAN	THBB Y.K. Üyesi
Ayhan PAKSOY	THBB Y.K. Üyesi	Yavuz IŞIK	THBB Y.K. Üyesi
Cenk EREN	THBB Y.K. Üyesi	Mustafa ULUCAN	THBB Y.K. Üyesi
Cüneyt ERTUĞRUL	THBB Y.K. Üyesi	M.Ali KAVUK	THBB Y.K. Üyesi
Kenan KURBAN	THBB Y.K. Üyesi	Sadık KALKAVAN	THBB Y.K. Üyesi
Mehmet Ali ONUR	THBB Y.K. Üyesi	Ferruh KARAKULE	THBB Danışmanı
Onurhan KİÇKİ	THBB Y.K. Üyesi	Dr. Tümer AKAKIN	THBB Genel Sekreteri

DANIŞMA KURULU

Bora Yıldırım	KÜB Y.K. Bşk.	Mesut Erkan	AGÜB Gen. Sek.
Buğra Küçükkayalar	Türkiye Prf. Birliği Y.K. Bşk.	Mustafa Güçlü	YÜF ve TÇMB Y.K. Bşk.
Bülent Tokman	Türkiye Prf. Birliği Gen. Sek.	Muzaffer Uyanık	KÜB Gen.Sek.
Cem Çelik	Kireç San. Derneği Y.K. Bşk.	M. Şükrü Koçoğlu	İNTES Y.K. Bşk.
Cemal Gökçe	İMO İst. Şb. Bşk.	Necati Ersoy	İNTES Genel Sekreteri
Coşkun Gönültaş	Kireç San. Derneği Gen. Sek.	Necip Mutlu	MO Genel Sekreteri
Cüneyt Ertuğrul	AGÜB Y.K. Bşk.	Nevzat Demirsoy	Yapı Den. Kur. Bir. Der. Gen. Bşk.
Deniz İncedayı	MO İst. Büyükkent Şb. Bşk.	Nusret Suna	İMO İst. Şb. Sayman Üy.
Doğan Hasol	İst. Ser. Mim. Der. Bşk.	Oğuz Tezmen	TÇMB Gen. Koordinatörü
Emin Sazak	Türkiye Müt. Birliği Y.K. Bşk.	Sancar Bayazıt	ÇEİS Gen. Sek.
Francesco Biasioli	ERMCO Gen. Sek.	Serdar Harp	İMO Gen. Bşk.
Haluk Büyükbaş	Türkiye Müt. Birliği Gen.Sek.		

BETON 2011'e BAŞLARKEN

Türkiye Hazır Beton Birliği'nin (THBB) düzenlediği ulusal kongrelerin üçüncüsü olan BETON 2011, 20-23 Ekim 2011 tarihleri arasında yapılmaktadır. 1995 yılında Avrupa Hazır Beton Kongresi'ni (ERMCO) İstanbul'da düzenleyen THBB daha sonra 2004 ve 2008 yıllarında iki ulusal kongre daha düzenlemiştir. Kongre yapmada dördüncü deneyimini yaşayan THBB'nin bu konuda kurumsallaşmaya başladığı görülmektedir.

Antik çağlardan bu yana kullanılan doğal puzolanların ya da öğütülmüş tuğla parçalarının kireçle karıştırılması ile elde edilen karışımlara ilk çimentoya benzer bağlayıcılar gözü ile bakılabilir; ancak günümüzdeki anlamı ile Portland Çimentosunun babasının, bu konuda 1824 yılında ilk kez patent alan Joseph Aspdin olduğu bilinmektedir. Hazır betonun tarihi ise çok yenidir. Hazır betona yönelik ilk patent 1903 yılında Almanya'da alınmakla birlikte henüz taşınabilir değildi. Taşınabilir hazır betonun ilk kez 1913 yılında Baltimore'da, ilk transmikserle taşınan hazır betonun ise 1926 yılında doğduğu söylenebilir. Türkiye'nin hazır betonla tanışması ise çok sonraki yıllara rastlamaktadır; genel olarak 1980'li yıllarda başladığı kabul edilmektedir.

Türkiye, hazır beton ile diğer gelişmiş ülkelerden daha sonra tanışmış olmakla birlikte hızlı bir gelişme göstermiş ve 2010'lu yıllarda üretim miktarı bakımından Avrupa ülkeleri arasında en üst sıraya tırmanmıştır. Üretimdeki bu artışa paralel olarak inşaat sektörü tarafından talep edilen beton sınıfları da yükselme göstermiş, eskiden C14 ve C18 sınıfları başı çekerken son yıllarda C25 ve C30 betonları bunların yerini almıştır. Ancak betonda kalite bilincinin henüz tam anlamı ile yerleştiği söylenemez. Bu gün tüm Avrupa ülkelerinde beton üretimi, üreticilerin gönüllü iradeleri ile 3. taraf denetimine tabi iken Yurdumuzda "G işaretlemesi" zorunlu olarak uygulamaya konulmasına karşın tüm sektörü kapsadığı söylenemez. "G işaretlemesi"ne benzer bir sistemi 1996 yılından bu yana uygulamakta olan KGS'nin üye sayısı tüm sektörün ancak üçte birini kapsamaktadır. Bu nedenle Yurdumuzda düzenlenen Beton 2011 ve benzeri toplantıların beton üretici ve tüketicilerinde kalite bilincinin gelişmesine katkı yapacağı açıktır.

Toplam 58 bildirinin yer aldığı kongrede, üzerinde en çok çalışılan konunun mineral katkılı betonlar olduğu, onu kendiliğinden yerleşen betonların izlediği anlaşılmaktadır. Daha sonra agregaların değişik özelliklerini ele alan bildiriler, hazır beton sektörünün durumunu ve sorunlarını irdeleyen bildiriler ve kütle betonlarına yönelik bildiriler sıralanmaktadır. Alkali silika reaksiyonu, lifli betonlar, beton yollar ve kimyasal katkılar konularının her birinin ikiden fazla bildiride yer aldığı görülmektedir. Bunların dışında iki ya da bir bildirinin yer aldığı konular da bulunmaktadır. Bu yıl, yurdumuzda beton konusunda yapılan iki ulusal kongrenin de aynı aya rastlamasının bildiri sayısı bakımından sorun yaratması beklenirken her bir kongrede sunulan bildirilerin sayısının ellinin üzerine çıkması bu konuda araştırma potansiyelinin bulunduğunu göstermesi açısından sevindiricidir. Ancak araştırmacılara daha uzun zaman bırakılması durumunda bildirilerin niteliğinin daha da yükseleceği açıktır.

Hazır beton kongrelerini başlatan ve üçüncüsünün de düzenlenmesinde önemli katkıları olan THBB'nin önceki Genel Sekreteri Sayın Ferruh Karakule için BETON 2011 bir anlamda jübile özelliği taşımaktadır; kendisine beton kongrelerine ve beton sektörünün gelişmesine yaptığı büyük katkılar nedeni ile teşekkürü bir borç biliriz.

BETON 2011'in beton üreticileri, beton tüketicileri ve betonarme yapıcılar ile tasarlayıcılarının bilgi birikiminin artmasına ve kalite bilincini yükselmesine önemli katkı yapacağına inanmaktayız. Kongrede bildiri sunan değerli araştırmacılara, kongreyi izleyenlere ve kongreyi destekleyen tüm sponsorlara teşekkürlerimizi sunarız.

Bilim Kurulu adına

Prof. Dr. M. Hulusi Özkul

✓ Kalker Agregadaki Kristalli Kalsitin Öngermeli Prekast Kiriş Kalitesine Etkisi	247
<i>Selahattin Düzbasan, Süleyman Uluöz, Erol Yakut, Mustafa Camcıoğlu</i>	
İnce Agregalarda Yapılan Metilen Mavisi ve Kum Eşdeğerliği Deney Sonuçlarının Beton Özelliklerine ve Maliyetine Etkisi	257
<i>Hakan Özbebek, Hasan Açık</i>	
Geri Dönüşüm Ünitesi Sularının Beton Karma Suyu Olarak Kullanımı	271
<i>A. Aslı Özbora, Ziya Yüceer, Ayşegül Bekler, Teoman Erenoğlu, Muhittin Tarhan</i>	
<u>3. OTURUM PARALEL</u>	
Vişne Çürüğü Mermer Tozu Katkılı Betonun Basınç Dayanımına Donma Çözülme Etkisinin Belirlenmesi	280
<i>Murat Şahin, Harun Tanyıldızı</i>	
Mineral Katkılı Betonların Donma Çözülme Etkisi Altındaki Davranışının İncelenmesi	290
<i>Mücteba Uysal</i>	
Hazır Beton Sektöründe İş Güvenliği: Hollanda ve Türkiye'nin Kıyaslanması	301
<i>Özge Akboğa, Selim Baradan</i>	
Yeşil Binalar ve Beton	312
<i>Berrin Şahin Diri, Cüneyt Diri</i>	
Hazır Beton Sektöründe Kullanılan Silobasların İş Sağlığı ve Güvenliği Bakımından Önemi	323
<i>Özge Kocakula, Hatice Gözmeral</i>	
<u>4. OTURUM</u>	
Katkı Tipinin ve Agregada İnce Malzeme Oranının Beton Basınç Dayanımına Etkisi	333
<i>Zeynep Dizdar, A.Erdem Tandırılı</i>	
Akıllı Dinamik Beton: Yenilikçi Viskozite Düzenleyici Katkı İle Kendiliğinden Sıkışan Betonlara Yeni Bir Bakış	340
<i>Emrah Karataş, Gülnihal Aykan, Roberta Magarotto</i>	
Yeni Nesil Çevreci Katkılar ile Betonda Yüksek Miktarda Mineral Katkı Kullanımı	348
<i>Oytun Emre, Oytun Yazan</i>	
Yeni Nesil Priz Hızlandırıcı ile Üretilmiş Yüksek Erken Dayanımlı Betonların Özellikleri	359
<i>Osman Tezel, İnan Bektaş, İsmail Gökalp, Muhittin Tarhan</i>	

KALKER AGREGADAKI KRİSTALLİ KALSİTİN ÖNGERMELİ PREKAST KİRİ KALİTESİNE ETKİSİ

EFFECT OF CRYSTALLINE CALCITE IN LIMESTONE AGGREGATE ON PRE-STRESSED PRECAST BEAM QUALITY

Selahattin Düzbasan

İlgaz İnşaat Tic. Ltd. ti
Ankara

Süleyman Uluöz

İlgaz İnşaat Tic. Ltd. ti
Adana

Erol Yakıt

İlgaz İnşaat Tic. Ltd. ti
Yenice/ Mersin

Mustafa Camcıoğlu

İlgaz İnşaat Tic. Ltd. ti
Polatlı/Ankara

ÖZET

Beton kalitesini olumsuz yönde etkileyen parametrelerden birisi de, kalker agrega içerisinde bulunan kristalli kalsitin cinsi, şekli ve miktarıdır. Kalker kayaçları, kırma tesislerinde hazırlanması sırasında granüle kalker agrega içerisine de farklı oranlarda giren kristalli kalsit tanecikleri kırılan olup, düz yüzeyi parlak, pürüzsüz ve bir bölümü dikdörtgen prizma ve küpe şeklindedir. Fiziksel özelliklerine bakıldığında ise, özgül ağırlıkları ile MgSO₄ donma çözülme etkisine karşı dayanımları daha az, su emme oranıyla Los Angeles aşınma deneyindeki malzeme kaybı daha fazladır.

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi bünyesinde bulunan 2400 metre uzunluğundaki V4 viyadüünün yapımında, deprem sınıfta 175.000 m³ beton üretilmiştir. Proje kapsamında ihtiyaç duyulan öngermeli kırilerin üretiminde kalker agrega kullanılması planlanmıştır. Antiyeye ekonomik mesafede olan kırma tesislerinin agrega stok sahasında yapılan incelemede, granüle kalker agrega içerisinde deprem oranlarında kristalli kalsitin mevcut olduğu tespit edilmesi üzerine, kalker içerisindeki kristalli kalsitin beton kalitesine olumsuz yönde etki yapmayacağına, belirlemek amacıyla Ar-Ge çalışmaları yapılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonunda elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde; Kalker içerisindeki kristalli kalsitin beton kalitesini olumsuz yönde etkilediği tespit edildiğinden dolayı, Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi V4 viyadüündeki 792 adet I 195 tipindeki öngermeli kırilerin üretiminde kullanılan C 40/50 sınıfındaki betonda, kalker agrega yerine bazalt agrega kullanılmasına karar verilmiştir.

ABSTRACT

One of the parameters that negatively affect the quality of concrete is the type, shape and quantity of crystalline calcite in limestone aggregate used in concrete production. Particles of crystalline calcite, which enter into granulated limestone aggregate at different rates during the preparation of calcareous rocks in crusher plants, are fragile, and their outer

surface is shiny, and some are smooth and rectangular prism and cube shaped. In terms of their physical characteristics, their pressure strength against the effects of freezing and thawing of MgSO₄ with their specific gravity is lower, and material loss in los angeles abrasion test and % water absorption rate is higher.

175,000 m³ concrete in different classes have been produced in the construction of the viaduct V4 in length of 2400 meters within Ankara-Istanbul High Speed Train Project. The use of limestone aggregate has been planned in the production of pre-stressed beams needed within the scope of the project. In examination made in aggregate stock field of the crusher plants, which economically close to the construction site, an R & D study has been carried out upon detection of various amounts of crystalline calcite in granular limestone aggregate in order to determine whether crystalline calcite has a negative effect on the quality of concrete.

According to the evaluation of the results obtained from the R & D; it has been decided that basalt aggregate will be used instead of limestone aggregate in class C 40/50 concrete for production of 792 units of 195 I - type pre-stressed beams in the viaduct V4 of Ankara-Istanbul High Speed Train Project as crystalline calcite in limestone will negatively affect the quality of concrete.

1. G R

Türkiye'de, TS 706 EN 12620 Standard, kriterlerine uygun agrega üreten TSE Belgeli 199 tesisin yaklaşık % 50'si, kalker ve kireç kayacından, kısmen ta agrega üretmektedir.

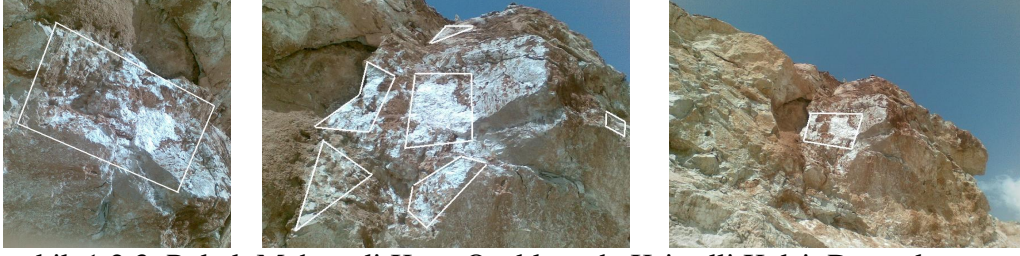
Kalker sedimenter kalsiyum karbonat, bir sedimantasyon havzasında çökmesiyle meydana gelmektedir. Kalker agregalar, beton üretiminde kullanılmada, kararlaştırılan problemlerden en önemlisi kayalar arasında bulunan kil bantlarındaki kilin özellikle, kısmen kum içerisine girmesi [1], diğeri ise kalker kayalarda tektonik hareketlerden dolayı, meydana gelen kırıklar ve boşlukların içerisine giren kristalli kalsitlerin konkasör tesislerinde hazırlanan kalker agrega içerisine karışmasıdır.

Ankara-İstanbul Hızlı Tren Projesi V4 Viyadüünde kullanılan 792 adet öngermeli kiriş üretiminde kalker içerisinde bulunan kristalli kalsitin betona yaptırılan olumsuz etki tespit edildiğinden dolayı, üretimlerde kalker agrega yerine bazalt agrega kullanılmaktadır.

2. KALKER VE KRİSTALLİ KALSİTİN OLUŞUMU

Kalker, sedimenter kalsiyum karbonat, bir sedimantasyon havzasında çökmesi sonucunda milyonlarca yılda oluşmaktadır. Kalker kayanın içerisindeki kristalli kalsit damarları ise, tektonik hareketler sonunda kalker kayalarda meydana gelen kırıklar ve boşlukların içerisine kalsiyum karbonat kristallerinin yoğunlaşarak meydana gelir. Kızılmaya çok sık rastlanılan kalsit kristalleri yaklaşık 300 de mikrometre ve renkte olup

Genellikle Polatlı, Mehmetli mevkiindeki kaya ocaklarında, kalker içerisindeki kristalli kalsit damarları görülmektedir.



ekil 1,2,3. Polatlı, Mehmetli Kaya Ocakları,nda Kristalli Kalsit Damarları,,

3. ÖNGERMELİ KIRILTA KALKER AGREGA KULLANILMASI

Ankara - İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi kapsamında bulunan V4 viyadüğü; Polatlı, Çukurova, 14. kilometrede bulunmaktadır ve Sakarya nehrinin üzerinden geçerek demiryolu ana güzergâhına bulunmaktadır. Projede de kullanılan beton sınıfında 175.000 m³ beton kullanılmaktadır. [2] Projede kullanılacak beton kalitesinin proje kriterlerine uygun olmasını sağlamak amacıyla, beton üretiminde kullanılacak agrega, çimento, kum, su ve beton kimyasalların, belirlemek amacıyla antiyeye tesisleri henüz kurulmuş olmasında iken Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır.

Beton üretiminde yaklaşık % 70-75 oranında agrega kullanılmakta olup, agreganın mineralojik yapısı, fiziksel özellikleri ve geometrik şekli beton kalitesini etkileyen en önemli parametredir. Bu husus dikkate alınarak, antiyeye ekonomik mesafede bulunan TSE Kurumundan belgeli konkasör tesislerinin stok sahasından alınan numunelerin TS 706 EN 12620 Standardı kriterlerine uygunluğu kontrol edilmiştir. Konkasör tesislerinin agrega stok sahasının baz bölümlerinde yaklaşık %25 mertebesinde ekil 4 ve 5'te görülen beyaz renkli, üzeri parlak ve pürüzsüz, camsı, görünümlü, yapraklı, düzgün geometrik şekilli taneciklerin olduğu tespit edilmiştir.



ekil 4, 5. Agregası Stok Sahası,ndaki Kristalize Kalsitler.

Proje kapsamında C 40/50 sınıfında beton kullanılarak 792 adet öngermeli kiri kullanılmaktadır. Beton üretiminde kalker agrega içerisindeki kristalli kalsitin, beton kalitesi ve öngermeli kiri in üretim hızına yapacağı katkıyı tespit amacıyla;

- Kalker agrega kullanılarak,
- Kalker agrega içerisinde de kullanılan oranlarda kristalli kalsit konularak beton deneme çalışmaları yapılmış ve bu kapsamda alınan numunelerde beton basınç dayanımı, su emme oranları ve basınçlı su geçirimsizlik testleri yapılmıştır.

3.1. Kalker ve Kristalli Kalsit Agregaların Fiziksel Özellikleri

Konkasör tesislerinden alınan kalker agrega numune içerisinde bulunan kristalli kalsitin fiziksel özellikleri, mineralojik yapıları, granül kalker içerisindeki miktarı, kristalli kalsit

taneciklerinin geometrik şekilleri dikkate alınarak, agreganın temin edileceği konkasör tesisi belirlenmiştir. Konkasör tesislerinin stok sahasındaki kırma kalker agregadan alınan numune içerisindeki kalker ve kristalli kalsit taneciklerinin fiziksel özellikleri tespit edilmiştir. Tablo 1'de 12-22 mm'lik elek aralığında bulunan kırma agreganın test sonuçları verilmiştir.

Tablo 1. Kalker ve Kristalli Kalsitin Fiziksel Özellikleri.

TSE Belgeli Konkasör Tesisi No	Agrega Cinsi	Numune içerisinde ağırlıkça oran, %	Test Parametreleri				
			Özgül ağırlık, g/cm ³	Su emme, %	Los Angeles aşınma kaybı,		MgSO ₄ Donma çözülme kaybı, %
					100 Devir, %	500 Devir, %	
1	Kalker	89,5	2,680	0,8	4,3	17,8	5,6
	Kristalli kalsit	10,5	2,675	0,9	12,8	35,4	12,8
2	Kalker	81,2	2,670	0,9	4,7	18,2	6,8
	Kristalli kalsit	18,8	2,650	0,9	18,9	42,8	13,3

TS 3526'ya göre özgül ağırlık tayini deneyinde, etüv kurusu durumundaki kristalli kalsit taneciklerinden bazıları çatlayıp ufalandığı tespit edilmiştir.

Kristalli kalsit taneciklerinde, sıradan kaynaklanan çatlaklar, agregası çimento hamuru ara yüzeyini zayıflatır, ihtimali dikkate alınarak, sıradan dolayısıyla aynı gradasyondaki kalker ve kristalli kalsit tanecikleri, 200°C'de homojen ortamda 1 saat bekletildikten sonra tekrar elek analizleri yapılarak, yüksek sınıfta kalker ve kristalli kalsit taneciklerine yapılmış etki incelenmiştir.

Tablo 2'den görüleceği üzere; yüksek sınıfta etkisinde kalan kalker agregası gradasyonunda deşim olmamasına rağmen, kristalli kalsit tanecikleri, sıradan etkisiyle kırılıp ufalanarak daha küçük ebatlara geldiğinden dolayı gradasyonu deşimlidir.

Tablo 2. Kristalli Kalsitin Yüksek Sınıf Etkisinde Gradasyonundaki Deşim.

Elek analizinin yapıldığı şartlar	Agrega cinsi	Kare delikli elek ebadı (mm) % Kalan									
		19,1	16	8,0	4,0	2,0	1,0	0,500	0,250	0,125	0,063
Normal hava koşulları	Kalker	25	50	75	100						
	Kristalli kalsit	25	50	75	100						
200 °C'de 1 saat	Kalker	25	50	75	100						
	Kristalli kalsit	12	22	32	55	64	70	78	85	95	99

3.2. Beton Tasarım Çalmaları

Beton üretimlerinde kullanılacak kalker agregasının temin edileceği konkasör tesisi belirlendikten sonra beton tasarım çalmaları belirlenmiştir. Beton tasarım çalmalarında TS EN 197-1'e uygun özellikte CEM I 42,5 çimento, TS EN 1008'e uygun beton karışımı

suyu, TS EN 93462 ve ASTM C 494 Tip F yüksek oranda su azaltıcı ve süper ak, kanlatıcı, beton katkıları kullanılmamıştır.

C 40/50 sınıfı beton dizaynının hedeflendiği beton tasarımı çalınmasıdır;

- içerisinde kristalli kalsit bulunmayan kalker agrega ile beton karışımı yapılmıştır, bunun yanı sıra kalker agrega içerisine belli oranlarda kristalli kalsit konularak beton deneme karışımları yapılmıştır ve alınan 15 cm'lik küp numuneler 28 gün normal kür koşullarında muhafaza edilmiştir.
- Betondan ince kesit numuneleri alınarak kalker ve kristalli kalsit agregaları, çimento hamuru ara yüzeyleri incelenmiştir.
- Beton numunelerde yapılan testlerle 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları, su emme oranları ve DIN 1048'e göre basınçlı su geçirimsizlik testleri yapılmıştır. Tablo 3'de yapılan deneme üretimlerinde kullanılan beton dizaynlarıyla alınan beton numunelerde yapılan test sonuçları verilmiştir.

Tablo 3. Beton Deneme Karışımları Sonuçları.

Beton bileşenleri	1 m ³ Beton için kullanılan beton bileşenleri		
	Kalker (çapı)	Kristalli kalsit kullanımı	
		1. Karışım	2. Karışım
Kalker (0,64 mm)	880 kg	880 kg	880 kg
Kalker (0,12 mm)	464 kg	348 kg	325 kg
Kristalli kalsit (0,12 mm)	-	116 kg	139 kg
Kalker (12,622 mm)	464 kg	348 kg	325 kg
Kristalli kalsit (12,622 mm)	-	116 kg	139 kg
Çimento (CEM I 42,5)	450 kg	450 kg	450 kg
Su	168 l	168 l	168 l
Beton kimyasalları	4,5 kg	4,5 kg	4,5 kg
Prizini Alınan Betonda Yapılan Testler			
Su emme (%)	1,9	2,8	3,2
Basınçlı su geçirimsizlik mm	14	19	21
Basınç dayanımı N/mm ²	3 gün	34,9	33,9
	7 gün	44,9	43,3
	28 gün	59,0	51,0

3.2.1. Test Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Kristalli kalsitin beton kalitesine yapmış olduğu etkiyi tespit amacıyla yapılan deneme karışımlarından alınan numunelerdeki test sonuçları değerlendirildiğinde aşağıda belirtilen sonuçlar elde edilmiştir.

a. Basınç dayanımı test sonuçlarının değerlendirilmesi;

3 Günlük numunelerde; Basınç dayanımı testine tabi tutulan numunelerdeki kırılmalar çimento hamurundan olmuştur.

7 Günlük numunelerde; Basınç dayanımı testine tabi tutulan numunelerdeki kırılmalar çimento hamurunun yanı sıra kristalli kalsit taneciklerinden de olmaya başlamıştır.

28 Günlük numunelerde; Basınç dayanımı testine tabi tutulan numunelerde kalker tanecikleri sağlam olmasına rağmen kırılmalar kristalli kalsit taneciklerinden olmuş ve kırılan kristalli kalsit tanecikleri elle ufalanacak duruma gelmiştir. Bunun yanı sıra; kristalli kalsit d,

yüzeyinin düzgün geometrik ekli, cams, ve cilal, yap,s,ndan dolayı, kristalli kalsit ile çimento hamuru aras,nda yeterince aderans olmad, ,ndan, teste tabi tutulan numunelerdeki kristalli kalsit tanecikleri bulunduklar, yerden, ekil 6 ve 7de görüldü ü üzere s,yr,larak ç,kt, , tespit edilmi tir.



Resim 6,7. Betondaki Kristalize Kalsitin Düzgün Geometrik Yap,s,.

Tablo 4de Kristalli kalsitle üretilen betondaki bas,ıç dayan,m,lar,n,n, kalker agregayla yap,lan ahit betondaki bas,ıç dayan,m,lar,na göre mukayesesi verilmi tir. .

Tablo 4. ahit Numuneye Nazaran Bas,ıç Dayan,m,lardaki Azalma.

Kar, ,m No	Kristalli kalsit kullan,m oran,	ahit numuneye nazaran bas,ıç dayan,m,ndaki azalma (%)		
		3 Gün	7 Gün	28 gün
1	% 12,8	2,6	3,2	13,6
2	% 15,4	2,9	3,6	15,6

b. % su emme ve bas,ıçl, su i leme derinli i test sonuçlar,n,n de erlendirilmesi;
 Beton içerisindeki kristalli kalsit miktar, artt,kça su emme %øsi ve bas,ıçl, su i leme derinli inin artt, , tespit edilmi tir. Laboratuar test sonuçlar, dikkate al,nd, ,nda; C 40/50 s,n,f, betonu kalker agregayla üretmek mümkün olmas,na ra men, kalker agregası içerisindeki kristalli kalsit miktar,n,n art, ,na paralel olarak beton kalitesinin olumsuz yönde de i ece i tespit edilmi tir.

Ankara- stanbul H,zl, Tren Projesi V4 viyadü ünde;

- Kalker agregası içerisinde farklı oranlarda kristalli kalsitin gelme riskinin olmas,,
- Öngermeli kiri üretiminde buhar kürü uygulanmas,,
- H,zl, tren güzergâh,ndan 2506300 km/h h,z,nda geçecek olan trenlerdeki katar yüklerinin öngermeli kiri lere olumsuz yönde etki yapacağı,,
- Projenin bulunduğu sahadaki olumsuz hava koşulları,n,n beton kalitesiyle beton performans,na olumsuz yönde etki yapacağı, gibi hususlar dikkate al,nd, ,ndan dolayı, öngermeli kiri üretimlerinde kalker yerine bazalt agregası kullan,ımas,na karar verilmi tir.

4. ÖNGERMELİ KİRİ ÜRETİMİNDE KALKER KULLANILMASI

Öngermeli kirelerin üretime başlan,lacağı tarihte, ekonomik mesafede bazalt agregası üreten konkasör tesisi olmad, ,ndan öngermeli kirelerin planlanan sürede üretilmesi amacıyla bazalt

agrega temin edilene kadar geçen sürede, kontrollü şekilde kalker agrega kullanılm, t.r. Öngermeli kiri üretimine başlanılmadan önce müavin ve müteahhit firma teknik elemanlar,yla birlikte beton deneme karışım,lar, yapıldıktan sonra Tablo 5'te verilen beton karışım, üretimde kullanılmaya başlanılm, t.r. Bazalt agrega temin edilene kadar geçen sürede, kalker agrega kullanılm,arak 50 adet öngermeli kiri üretilmiştir.

Tablo 5. Öngermeli Kiri Üretiminde Kullanılan Beton Karışım,

Beton bileşenleri	1 m ³ beton üretimi için miktarlar (kg)	Taze beton özelliği	
Kalker (0-4 mm)	880	Slump (0 dk)	17 cm
Kalker (4-12 mm)	464	Slump (15 dk)	16 cm
Kalker (12-22 mm)	464	Slump (30 dk)	14 cm
Çimento (CEM I 42,5)	450	Hava	% 1,1
Su	168	Beton sıcaklığı	19°C
Beton kimyasal,	4,5	Kesafet	2.420 kg/m ³

4.1. Öngermeli Kiri Üretiminde Kalker Agrega Kullanılırken Alınan Tedbirler

4.1.1. Agrega Temini Süresinde Alınan Tedbirler

Kalker agrega içerisinde olması, muhtemel kristalli kalsitin beton kalitesine yapacağı olumsuz etkiyi önlemek amacıyla, agrega temininde aşağıdaki tedbirler alınmıştır.

- Kalker agreganın temin edildiği konkasör tesisinde projede kullanılacak kalker agrega için de iki yerde agrega stok sahası oluşturulmuştur.
- Kalker agrega içerisine kristalli kalsit karışması, önlemek amacıyla, kalite kontrol personeli görevlendirilmiştir. Alınan tedbirler sayesinde ekil 8 ve 9'da görülen kristal kalsit kaya parçaları, konkasör kırıcıları,na gönderilmesi önlenmiştir. Ayrıca kalker kayalar, arasında kil bantları,ndaki ince malzemeler, ön eleme yapılarak ortamdan uzaklaştırılm, sağlanmıştır.
- antiyeye getirilen kalker agrega kamyon üzerinde iken kontrol edilmiş içerisinde kristalli kalsit olan kamyonlar boşlandıktan geri gönderilmiştir. Kamyonlar geçici stok sahasına boşlandıktan sonra tekrar kontrol edilmiş uygun olduğu tespit edilen kalker agrega ana stok sahasına taşınmıştır.



ekil 8, 9. Patlatma Sonunda Kalker içerisindeki Kristalli Kalsit Kayalar.

4.1.2. Üretim Süresinde Alınan Tedbirler

Öngermeli kiri üretiminde; Kalıp içerisine yerleştirilen beton 2 saat dinlendirildikten sonra, TS 3480'de öngörüldüğü üzere ortam sıcaklığı, 3 saatte 65 °C'ye yükseltilmekte ve 5 saat doygun su buharı, kürüne tabi tutulduktan sonra, kalıp içerisindeki öngermeli kiri ler 3 saat

dinlendirilmektedir. Öngermeli kiri lerle ayn, ortamda buhar kürüne tabi tutulan 15 cmØdik küp numunelerdeki bas,nc dayan,m, 37,5 N/mm²Ø geldi i tespit edildikten sonra, öngermel halatlar, kesilmekte ve kal,ptan ç,kar,lan kiri ler, su kürü uyguland,ktan sonra elefantilerle ana stok sahas,na ta ,nmaktad,r.

Öngermeli kiri üretiminde; 37,5 N/mm²Ødik transfer dayan,m,n, mümkün oldu unca daha öne çekebilmek amac,yla; 450 kg/m³ olarak tespit edilen çimento dozaj, 475 kg/m³Ø yükseltildi , 5 saat uygulanan 65 °CØdik doygun su buhar, kürü, 7 saate yükseltildi tir. Kalker agrega kullan,larak bu ekilde üretilen öngermeli kiri lerde Tablo 6Øda belirtilen bas,nc dayan,m,lar, elde edilmi tir.

Tablo 6. Kalker Agregayla Yap,lan Üretimde Beton Bas,nc Dayan,m,lar,.

Üretim tarihi (2006)	Bas,nc dayan,m, N/mm ²		Üretim tarihi 2006	Bas,nc dayan,m, N/mm ²		Üretim tarihi 2006	Bas,nc dayan,m, N/mm ²	
	7 Gün	28 Gün		7 Gün	28 Gün		7 Gün	28 Gün
03/06	43,1	53,2	08/06	39,5	51,9	17/06	40,9	53,0
03/06	42,5	52,6	08/06	39,3	53,4	17/06	39,9	53,2
03/06	40,5	52,3	08/06	39,6	54,1	17/06	40,3	53,3

5. ÖNGERMEL K R ÜRET M NDE BAZALT KULLANILMASI

Ankara- stanbul H,zl, Tren Projesinin ana yüklenicilerinden olan, spanyol Obrascon Huarte Lain S.A.(OHL) taraf,ndan balast üretmek amac,yla Polatlı,Øda kurulmu olan konkasör tesisindeki elek sistemi de i tirilerek, beton imalatlarda kullan,lmak amac,yla Tablo 7Øde fiziksel özellikleri verilen 3 farklı gradasyonda bazalt agrega haz,rlandı, t,r.

Tablo 7. Bazalt Agregası Fiziksel Özellikleri.

Test Parametreleri	Bazalt agregası		
	(0/5)	(5/12)	(12/22)
Özgül a ,rl,k g/cm ³	2,850	2,852	2,850
Su emme %	2,37	0,9	0,8
MgSO ₄ Don deneyi kayb, %	1,9	1,8	1,7
Los Angeles A ,nma kayb, %	100 Devir	2,9	
	500 Devir	11	

5.1. Bazalt Agregası Kullan,lmak, Üretime Etkisi

- Kalker agrega kullan,larak yap,lan üretimlerde 475 kg/m³ çimento kullan,lmakta iken, beton kar, ,mlar,nda mü avir firma taraf,ndan onaylı, olan 450 kg/m³ çimento kullan,lmaya ba lanm, t,r.
- 65 °CØdeki doygun buhar kürü 7 saat uygulanmakta iken, bazalt agrega kullan,lmaya ba lamas,yla birlikte bu süre 5 saate dü ürülmü tür. Bu sayede buhar küründen

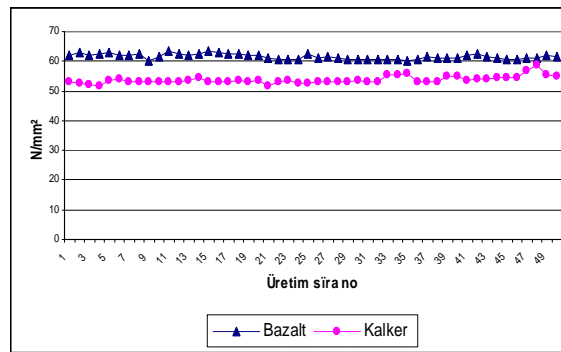
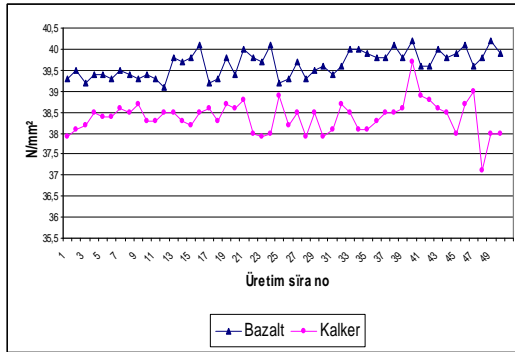
sonraki bekleme süresi yaklaşık % 40 azaltıldı, bundan, öngermeli kiri lerin üretimi, planlandı, , tarihten daha erken tamamlandı, t.r.

- c- Transfer basıncı dayanımıyla, 7 ve 28 günlük basıncı dayanımlar, arasında homojenlik sağlandı, t.r.
- d- Projede kullanılan 792 adet öngermeli kiri in üretimi sırasında, kontrollük tekilat, teknik elemanlar, nca 9700 adet 15 cm'lik beton küp numune alınarak transfer basıncı dayanımıyla 7 ve 28 günlük basıncı dayanımlar, tespit edilmiştir. 65°C'deki doygun buhar kücü 2 saat daha az uygulanmasına rağmen; transfer dayanımlarında yaklaşık % 3,0 28 günlük basıncı dayanımların, n ise, % 12 mertebesinde artış meydana gelmiştir. [3]

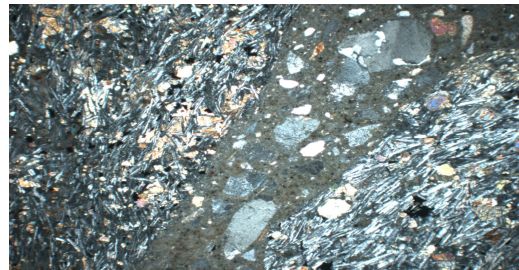
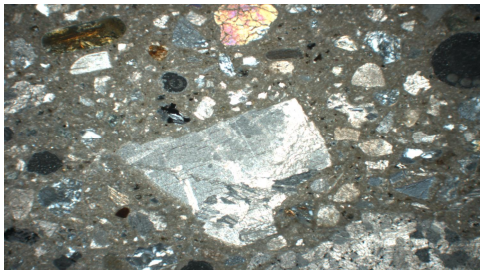
Kalker agrega kullanılarak yapılan üretimle, 13-26.01.2007 tarihleri arasında bazalt agrega kullanılarak üretilen 50 adet öngermeli kiri teki basıncı dayanımların mukayesesi Tablo 8, ekil 1 ve 2'de, kalker ve bazalt agregalarla üretilen betonlardan alınan ince kesitlerin beneküler mikroskop altında görünümü ekil 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 8. Basıncı Dayanım Test Sonuçlarının Mukayesesi.

Beton yaşı,	Numune adedi	Basıncı dayanım, (N/mm ²)		Basıncı dayanım artışı, %
		Kalker agrega	Bazalt agrega	
Transfer	150	38,7	39,7	2,6
7 gün	150	42,0	50,2	19,5
28 gün	150	53,7	61,6	14,7



ekil 1,2. Transfer ve 28 Günlük Basıncı Dayanımlarının Mukayesesi.



ekil 10,11. Kalker ve Bazalt Agregayla Üretilen Betonların İnce Kesitleri.

7. SONUÇ

Kalker agrega içerisinde bulunan kristalli kalsitin, C40/50 s,n,f, beton ile üretilen öngermeli kiri üretimine etkisini tespit etmek için yapılan Ar-Ge çalışmaları, sonuçları;

- Kristalli kalsit agrega taneciklerinin kırılgan ve yapraklı yapısı,
- Düz yüzeyinin pürüzsüz, parlak ve cilalı olması,
- Agreganın bir bölümünün düzgün geometrik yapıda olması, nedeniyle beton içerisindeki kristalli kalsit agrega ile çimento hamuru arasındaki yüzeyi, kalkerle çimento hamuru arasındaki yüzeye nazaran daha zayıf ve kırılabilir. Bu nedenlerden dolayı, beton içerisindeki kristalli kalsit kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir.

Yukarıda belirtilen hususlar dikkate alınarak, bundan dolayı, Ankara- İstanbul Hızlı Tren Projesi V4 Viyadüğü için yapılacak olan 792 adet öngermeli kiriğin üretiminde kalker agregası yerine bazalt agregası kullanılmaktadır.

8. TEŞEKKÜR

Yazarlar, sunumun hazırlanmasındaki katkılardan dolayı;
Ç.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Prof Dr. Fikret Akınlar
ASM Yapı Malzeme Laboratuvarından Ahmet Belice, Tolga Uluöz, Murat Ersoy
Mersin DOĞA İnşaat ve Beton'dan Nevzat Uluöz ve Veysi Uyan, Konya
Adana OYAK İnşaat ve Beton'dan Hakan Özbebek ve Hasan Açıkkaya teşekkür eder.

9. KAYNAKLAR

- 1.Uluöz,S., Düzbasan,S., Yakıt,E., 6. Ulusal Beton Agregadaki Taş Unu ve Kil Miktarının Beton Kalitesine Etkisi, BETON 2004 Kongresi, 2004.
- 2.Uluöz,S., Düzbasan,S., Yakıt,E., Camcıoğlu,M., Çotur,N., 6. Ankara- İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi Kapsamında Sakarya Nehri Üzerine Yapılan 2400 m. Uzunluğundaki V4 Viyadüğü için 1. Köprü ve Viyadükler Sempozyumu, 2007.
- 3.Uluöz,S., Düzbasan,S., Yakıt,E., Camcıoğlu,M., 6. Ankara- İstanbul Hızlı Tren Projesi Kapsamında Sakarya Nehri Üzerine Yapılan V4 Viyadüğünde Kullanılan Öngermeli Kiriğin Üretimi ve Kalitesi, Beton 2008 Uluslararası, Hazır Beton Kongresi, 2008.

**BETON 2011 KONGRESİNDE SUNUM YAPAN TEKNİK ELEMANLARIMIZDAN
GÖRÜNTÜLER**

