



1. KÖPRÜ VE VİYADÜKLER  
**SEMPOZYUMU**

**29-30 KASIM 2007**  
SHERATON VOYAGER ANTALYA



**BİLDİRİLER KİTABI**

## >> BİLİM KURULU

A. Melih YANMAZ, Prof. Dr.	ODTÜ
Ahmet DURMUŞ Prof. Dr.	KTÜ
Ahmet TÜRER ,Y. Doç. Dr.	ODTÜ
Ahmet YAKUT, Doç. Dr.	ODTÜ
Alemdar BAYRAKTAR Prof. Dr.	KTÜ
Ali TERZİBAŞOĞLU, Y. Müh.	Terzibaşoğlu Müh.
Aylin KÖSEOĞLU, Y. Müh.	Bir Mühendislik
Azmi TIRAŞ	TC Karayolları Genel Müd.
Barbaros SARICI, Y. Müh.	RUA Mühendislik
Cemal EYYUBOV, Prof. Dr.	Erciyes Üniv.
Coşkun ERKAY, Dr.	Yapı Merkezi
Erdem DOĞAN, Dr.	Parsons Brinckerhoff, New York
Erdoğan UZGİDER, Prof. Dr.	İTÜ
Ergun GEDİZLİOĞLU, Prof.Dr.	İTÜ
Erhan KARAESMEN, Dr.	ODTÜ
Erol KESKİN, Prof. Dr.	SDÜ
Esin ÇEVİK, Prof.Dr.	YTÜ
Fevziye AKÖZ, Prof. Dr.	YTÜ
Fikret GÜRDİL, Dr.	Temel Su
Fikret TÜRKER, Prof.Dr.	Akdeniz Üniv.
Gürsoy TURAN, Y. Doç. Dr.	İzmir Yük. Tek. Ens.
İ.Özgür YAMAN, Doç. Dr.	ODTÜ
İbrahim EKİZ, Prof. Dr.	YTÜ
İlhan SÜTAŞ, Prof. Dr.	Akdeniz Üniv.
M. Serdar KIRÇIL, Y. Doç. Dr.	YTÜ
Metin AYDOĞAN, Prof. Dr.	İTÜ
Mike ABRAHAMS	Parsons Brinckerhoff, New York
Murat DİCLELİ, Doç. Dr.	ODTÜ
Mustafa KARASHAHİN, Prof. Dr.	SDÜ
Nilay KESKİN, Prof. Dr.	SDÜ
Nuri ÇELEBİ, Yük. Müh.	Yüksel Proje
Orhan YILDIRIM	TC Karayolları Genel Müd.
Ömer CİVALEK, Doç. Dr.	Akdeniz Üniv
Polat GÜLKAN, Prof. Dr.	ODTÜ
Ruhi AYDIN Prof. Dr.	Osmangazi Üniv.
Sadık BAKIR, Doç. Dr.	ODTÜ
Sami ARSOY, Doç. Dr.	Kocaeli Üniv.
Seçil CAM	TC Karayolları Genel Müd.
Sinan ALTIN, Prof. Dr.	Gazi Üniv.
Tuğrul TANKUT, Prof. Dr.	ODTÜ
Varol AKAR, Dr.	TCDD Genel Müd.
Yalçın YÜKSEL, Prof. Dr.	YTÜ
Yaşar UĞUR, Yrd. Doç. Dr.	Erciyes Üniv.
Zekai CELEP, Prof. Dr.	İTÜ
Zekeriya POLAT, Prof. Dr.	YTÜ

## ÖNSÖZ

Sempozyum sırasında ülkemiz köprücülüğünün nerede olduğunu anlamaya çalışıp bundan sonra nereye yönelmemiz gerektiğini tespit etmeye çalışacağız. Ülkemiz köprü tiplerine baktığımızda son 10-15 sene içerisinde genellikle 25 veya 30 metre açıklıklı köprüler tercih edildiğini görürüz. Bu tip köprülerin üst yapılar da genellikle öngerilmeli betonarme hazır kirişlerden oluşmaktadır. Biraz daha ileri teknoloji olan ard germeli köprüler ülkemizde yabancı tasarımcıların yardımı ile de olsa bir kaç tane yapılmıştır. Bu tip köprüler ile 100 metreye kadar açıklıklar rahatlıkla geçilebilmektedir. Ülkemizde çelik makas köprüler genellikle demiryollarında kullanılmış ve bu tip köprüler ile 50 ve 70 metre arası açıklıklar geçilebilmiştir. Bunların yanında uzun açıklıklı gergin eğik askılı köprüler henüz bulunmasa da bir kaç tane proje hazırlanmış ve uygulamaya geçirilmeye çalışılmaktadır. Sadece iki adet uzun açıklıklı asma köprü bulunmaktadır. Özet olarak henüz yeni yeni gelişmekte olan Türk köprücülüğü dünya genelinde gelişmiş bir ülke köprücülüğünden açıklık olarak yaklaşık bir 75 metre geridedir ve özelliği olan 200-500 metre arası açıklıklı kablolu köprülerde maliyetleri açısından pek tercih edilmemektedir.

Yeni yeni gelişmeye başlayan Türk köprücülüğündeki kıpırdanma sayesinde daha önceki senelerde değişik birimler tarafından düzenlenmeye çalışılan Köprü ve Viyadükler Sempozyumu ilk kez olarak TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi ve Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyetinin birlikte organizasyonu ile sponsorların desteği sayesinde gerçekleşmiştir. Sempozyuma olan ilgi beklenin üstünde olup sadece ulusal seviyede kalmamış uluslararası katılımında olmuştur. Sempozyuma akademisyenlerin yoğun ilgisi yanı sıra proje firmaları ve yapımcılar da ilgi göstermiştir. Sempozyumda 10 değişik teknik oturumun yanında 2 adet özel oturum ve 1 adet eğitim kursu da verilecektir.

Yurt dışı köprü deneyimleri teknik oturumunda uluslararası katılımcılar, halatlı köprüler, sismik yalıtım, deprem, hızlı tren ve köprü yenilenmesi konularını işleyeceklerdir. Köprü ve viyadük durum tespiti, tetkiki ve izlenmesi oturumunda ülkemizdeki karayolu ve demir yolu köprüleri detaylı bir şekilde çalışılmıştır. Genel köprü tasarımı ve analiz yöntemlerinde ağırlıklı üst yapı sistemlerinden bahsedilmiş ve belki de en önemlisi yapım aşaması bazlı tasarım ve analize yer verilmiştir. Aynı oturumda yapı-zemin ve yapı-hidrolik etkileşimi üstüne araştırmalardan bahsedilmiştir. Ülkemiz gibi deprem riskinin yoğun olduğu bir yerde köprü ve viyadüklerin deprem davranışlarına bir oturum ayrılmıştır. Sismik izolasyon, hasar değerlendirmeleri ve uygulama projelerini içeren oturumlarda eklenmiştir.

Peki bu sempozyumdan sonra Türk köprücülüğü nereye gider diye sorulur ise bizim en yakın hedefimiz açıklıklara bir 75 metre daha eklemek ve uzun açıklıklı köprü tasarım ve yapımında da söz sahibi ülkeler arasına girmeyi başarmak sayılabilir. Bunun yanı sıra eski köprülerimizi kullanmaya devam edebilmek için köprü işletim, onarım ve bakım alanlarında atılımlar yapmamız zorunlu gözükmektedir.

Bu sempozyumda emeği geçen köprü sever meslektaşlarıma teşekkür eder ve bu tip sempozyumların kalıcı olmasını temenni ederim. Ayrıca Sempozyumun oluşumundan bu yana desteğini esirgemeyen, ev sahipliği yapan İnşaat Mühendisleri Odası Antalya Şubesi'ne, Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti'ne, ODTÜ'ye, Yıldız Teknik Üniversitesi'ne, Akdeniz Üniversitesi'ne, Karayolları Genel Müdürlüğü'ne, Tübitak'a, Danışma Kuruluna, Düzenleme Kuruluna, Bilim Kuruluna, Sponsorlarımıza, bildiri sunan meslektaşlarımıza, uzmanlara, katılımcılara ve emeği geçen herkese teşekkür ederim. Gelen çok sayıda bildiri ve proje çalışması ile sempozyumun istenilen hedefine ulaştığı gibi konu tartışma platformuna da taşınmıştır. Ülkemiz için bir ilk olan bu sempozyumun bir sonraki yıl uluslararası olacak şekilde tekrarlanması, sorunlara ilişkin çözüm yöntemlerinin uygulamaya sokulması en büyük dileğimizdir.

Saygılarımla,

**Alp CANER**

Sempozyum Başkanı

PREKAST KİRİŞLİ BETONARME KÖPRÜLERİN AASHTO'YA GÖRE DEPREME DAYANIKLI TASARIMI.....	263
Can AKOĞUL, Oğuz Cem ÇELİK	
TÜRKİYEDE HIZLI TREN PROJELERİ VE PROJE YAPILARI.....	275
Tanju DEMİREZER	
ANKARA - İSTANBUL DEMİRYOLU HIZLI TREN PROJESİ KAPSAMINDA SAKARYA NEHRİ ÜZERİNE YAPILAN 2400 METRE UZUNLUĞUNDAKİ V 4 VİYADÜĞÜ İNŞAATI.....	289
Selahattin DÜZBASAN, Erol YAKIT, Naim ÇOTUR, Mustafa CAMCIOĞLU ve Süleyman ULUÖZ	
DEMİRYOLU KÖPRÜLERİNİN SİSTEM GÜVENİLİRLİK İNDİSLERİNİ BELİRLEMEK İÇİN GELİŞTİRİLEN YAPI ANALİZ PROGRAMI .....	301
Varol AKAR, Erdoğan UZGİDER	
ÖNGERİLMELİ BETONDAN İ KESİTLİ PREFABRİKE KİRİŞLERİN DEMİRYOLU KÖPRÜLERİNDE ETKİN KULLANIMI.....	315
Tamer FENERCİOĞLU, Nesim SÖNMEZ, Ali KOÇAK , Yaşar UÇUR ve İ. Keykan SÖNMEZ	
YÜKSEK HIZLI TREN KÖPRÜLERİ İÇİN ÜSTYAPI SİSTEMLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	325
Alp CANER, Arda ERDEM ve Doğu BOZALIOĞLU	
ÇANAKKALE-BURSA ARASINDAKİ MEVCUT KÖPRÜLERİN EKONOMİK ÖMÜRLERİNİN İSTATİSEL OLARAK HESAPLANMASI.....	337
Alp CANER, A. Melih YANMAZ, Ahmet YAKUT, Orhan YILDIRIM, Özgür AVŞAR ve Taner YILMAZ	
KÖPRÜLERİN TETKİK VE İZLENMESİNDE HİDROLİK ETKENLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	347
A. Melih YANMAZ, Alp CANER	
KARAYOLU KÖPRÜLERİNİN SONLU ELEMAN MODELLERİNİN OPERASYONAL MODAL ANALİZ YÖNTEMİYLE İYİLEŞTİRİLMESİ .....	355
Alemdar BAYRAKTAR, Ahmet Can ALTUNIŞIK, Temel TÜRKER, Barış SEVİM ve Şevket ATEŞ	
MATRİS METODU İLE KÖPRÜ KABLOLARINA DÜZENLİ GERGİ UYGULAMASI .....	365
Ahmet TÜNER, Mustafa Can YÜCEL, Çetin YILMAZ	
KÖPRÜLERİN YAPISAL ÖZELLİKLERİNİN DİNAMİK ÖLÇÜMLER VE MODAL ANALİZ İLE BELİRLENMESİ .....	377
Ahmet TÜNER, Hüseyin KAYA	
HAREKETLİ YÜKE MARUZ KÖPRÜ KİRİŞİNİN DİNAMİK HAREKETİNİN SÖNÜMLENMESİNDE FARKLI TÜR SÖNÜMLEYİCİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI .....	389
B.Gültekin SINIR, M. Erkan TURAN ve Nagihan BAFRALI	
SİSMİK İZOLASYONLU VE TERS T BAŞLIK KİRİŞLİ STANDART KARAYOLU KÖPRÜLERİNİN DEPREM DAVRANIŞININ BELİRLENMESİ .....	399
Cenan ÖZKAYA, Alp CANER	
ZAMANLA DEĞİŞEN HIZDA HAREKET EDEN YÜKE MARUZ KİRİŞ/KÖPRÜ'NÜN DİNAMİK TEPKİSİ .....	411
B. Gültekin SINIR, M. Erkan TURAN ve S. Emine KOCABAŞ	

# ANKARA 6 STANBUL DEMİRYOLU HIZLI TREN PROJESİ KAPSAMINDA SAKARYA NEHRİ ÜZERİNE YAPILAN 2400 METRE UZUNLUKTAKİ V4 VİYADÜKÜNÜN İNŞAATI

**Selahattin DÜZBASAN, Erol YAKIT, Naim ÇOTUR,  
Mustafa CAMCIOĞLU ve Süleyman ULUÖZ**

**İlgaz İnşaat Tic. Ltd. Şti., Adana - Türkiye**

## ÖZET

Ankara 6 İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi kapsamında Polatlı, 6 Eskişehir arasında 2400 metre uzunluğundaki Türkiye'nin en uzun viyadüklerinden birinin yapımı, daha gerçekleştirelmştir. Projede görev alan farklı meslek disiplinindeki teknik elemanlar, formen ve kalifiye elemanların vardiya sistemiyle 24 saat kesintisiz özveriyle ve koordineli çalışmaları, antiyenin ihtiyacı olan makine ve ekipmanların zamanında temini, olumsuz hava ve arazi koşullarında alınmış tedbirler sayesinde viyadükün yapımı, 7 ay gibi rekor bir sürede gerçekleştirilmiştir.

Elektrik kesintilerinin antiye faaliyetlerini aksatmaması amacıyla, elektrik şebeke sistemi jeneratörlerle takviye edilmiş, 2400 metrelik viyadükün inşaatı boyunca tesis edilen trafolar yardımıyla, Tedavi alanın orta gerilim elektrik enerjisi, alçak gerilime dönüştürülerek kullanılarak duruma getirilmiştir.

1100 adet form kazık, 67 adet temel ve elevasyon, 792 adet öngermeli kiriş ayrıca prefabrik kablo kanalları ve alınan elemanların yapımı sırasında, deprem için yaklaşık 175.000 m<sup>3</sup> beton, 25.000 ton demir ve 1000 ton öngerme halat kullanılmıştır.

Üretimi tamamlanan öngermeli kirişler, ön stok sahasına nakledildikten sonra dolyelere yüklenerek montaj mahalline taşınmıştır. Öngermeli kirişlerin montajının Firmamızın makine parkında bulunan launching girderlerle (Kiriş süren) yapılması planlanmış, fakat antiye artları ve baskı betonunun etkili dikkate alınmamasından dolayı, montajlarda 250 ton kapasiteli kafes bumlu paletli vinçle 400 ton kapasiteli teleskopik mobil vinç kullanılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Hızlı tren, viyadük, öngermeli prekast kiriş.

# THE CONSTRUCTION OF 2400 METER V 4 VIADUCT WHICH IS BUILDED ABOVE SAKARYA RIVER WITHIN THE SCOPE OF ANKARA 6 STANBUL RAILWAY HIGH-SPEED PROJECT

## ABSTRACT

One of the Turkey's longest viaduct constructions which is 2.400 meter long is eventuated again between Polatl, 6 Eski ehir within the scope of Ankara 6 stanbul Railway High-Speed Project. The construction of viaduct is eventuated on 7 months record time with 24 hours continuous, self-sacrificing, coordinated working in shifts of technical staff, pit boss, specialized clerk who is served at project with several professional disciplines, providing of required machine and equipments of site on time, measure which is taken at adverse weather conditions and land conditions.

Middle-tension electrical energy which is taken from Teda is treated by reducing to low tension by the help of transformers which is established throughout 2.400 meter viaduct construction and electrical network system which is strengthened with generators for the purpose of power outage not to hinder site activities.

1100 bored pile, 67 structure and elevation, 792 pre-draw joist is used, furthermore various classes of 175.000 m<sup>3</sup> concrete, 25.000 ton iron and 1000 ton pre-draw rope is used approximately during building of tympan, prefabricated cable channels.

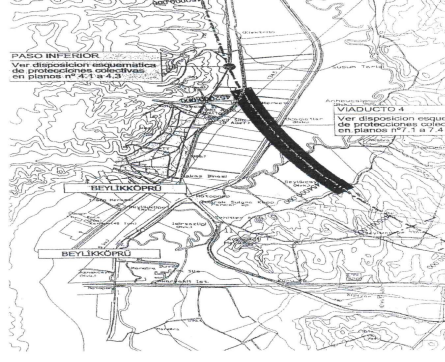
Fully-manufactured pre-draw joists are carried to montage place by loading dolies after transporting to front stock field. It is planned that to make montage of pre-draw joists by launching griders which is at Machine Park but 250 tones capacity framework boom crawler crane and 400 tones capacity telescopic mobile crane is used because of considering of site conditions and shape of capital concrete.

**Keywords:** High-Speed, Viaduct, prestressed precast girder

## 1. G R

Ankara stanbul demiryolu h,zl, tren projesi kapsam,ndaki V 4 viyadü ü; Harita lde görüldü ü üzere, Polatl, ç,k, ,ndan yakla ,k 14. kilometrede ba lamakta ve Sakarya nehrinin üzerinden geçerek ana demiryolu güzergâh,na ba lanmaktad,r.

Proje kapsam,nda yap,lan çal, malarda; farklı, meslek disiplinindeki teknik eleman, formen ve kalifiye elemanlar,n, vardiya sistemiyle 24 saat kesintisiz özverili ve koordineli çal, mas,, antiyenin ihtiyac, olan makine ve ekipmanlar,n zaman,nda temini, olumsuz hava ve arazi ko ullar,nda al,nan tedbirler sayesinde viyadü ün yap,m, 7 ay gibi rekor bir sürede gerçekte tirilmi tir. Viyadü ün karakteristik özellikleri çizelge lde verilmi tir.



Harita 1. Viyadü ün yerle imi

Çizelge 1. Projenin karakteristik özellikleri

Viyadü ün uzunlu u	(m)	2.400
Fore kaz,k adedi		1.100
Temel adedi		67
Elevasyon adedi		67
Öngermeli kiri adedi		792
Kiri tipi		I 195
Kiri uzunlu u	(m)	33,20
Projede kullan,lan beton	(m <sup>3</sup> )	175.000
Projede kullan,lan demir	( ton )	25.000
Projede kullan,lan öngörme teli	( ton )	1.000

## 2. ALT YAPI ÇALI MALARI

### 2.1 Elektrik ve Su

Viyadü ün yap,m,nda 24 saat sürekli olarak beton imalat, yap,lm, t,r. Faaliyetlerin aksat,lmadan yürütülmesi amac,yla Teda ın orta gerilim hatlar,ndan al,nan elektrik enerjisi, burada tesis edilen trafolar yard,m,yla alçak gerilime dönü türülmü tür. Viyadükteki 67 adet temelin her birine elektrik dire i dikilerek, elektri in da ,t,m, buradan yap,lm, ve elektrik kesildi inde otomatik olarak devreye giren jeneratörlerle ebeke desteklenmi tir. Su kesintilerinin çal, malar,m,z, olumsuz yönde etkilemesini önlemek amac,yla beton santraline, her biri 15 ton olan 4 adet su tank,, buhar jeneratör merkezine her biri 20 ton kapasiteli 2 adet su tank, yap,lm, t,r. Kapal, alanda muhafaza alt,na al,nan tanklar, içerisindeki suyun ,s,t,labilmesi amac,yla ,s,t,c, sistemlerle teçhiz edilmi tir.

### 2.2 antiye Ula ,m Yollar,

Viyadük in aat,n,n bulundu u saha CH ve CL s,n,f, kil oldu u dikkate al,nd, ,ndan, ya murlu havalarda çal, malar,m,z,n aksamas,n, önlemek amac,yla, yakla ,k 10 km uzunlu unda yol yap,lm, t,r. Yol yap,m çal, malar, ,ras,nda; ana zeminde gerekli iyile tirmeler yap,ld,ktan sonra yakla ,k, 100.000 ton civar,nda bazalt agregas, serilip s,k, t,r,lm, t,r. Yol yap,m çal, malar, ,ras,nda yap,lan testlerle, yolun her tabakas,ndaki s,k, ma yüzdesi tespit edilmi tir.

### 2.3 İletim

Projenin yapımı, sırasında 24 saat sürekli çalışmaya planlanmaktadır, bu nedenle 10 km kapsama alanı olan telsiz sistemi kurulmuştur, bu sayede görevli personeller arasında iletişim sağlanmıştır.

### 3. BETON SANTRAL

Projede kullanılacak betonun üretilmesi amacıyla, fotoğrafta görülen 120 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli sabit beton santraliyle, 60 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli mobil beton santrali kurulmuştur. Elektrik kesintilerine tedbir olarak beton santralini besleyen elektrik şebekesi 200 KW'lık jeneratörlerle desteklenmiş ayrıca her biri 15 ton olan 4 adet su tankı kurulmuştur.



Fotoğraf 1. Sabit beton santrali.

### 3.1 Agregalar

Beton üretiminde 4 adet ikinci gradasyonda kalker ve 2 adet ikinci gradasyonda bazalt olmak üzere, 6 adet ikinci gradasyonda agrega kullanılmaktadır. Beton üretiminde ihtiyaç duyulan agregaların temini amacıyla 10 adet damperli kamyon sürekli çalışmaktadır.

### 3.2 Çimento

Proje kapsamındaki beton üretimlerinde SDC 32,5 ve PÇ 42,5 R (CEM I) çimentosu kullanılmaktadır. Üretimde kullanılacak çimentonun depolanması amacıyla sabit beton santraline her biri 100 ton kapasiteli 4 adet çimento silosu, mobil beton santraline 75 ton kapasiteli çimento silosu konulmuştur. Üretimde kullanılan çimentonun temini 8 adet çimento silobazının, 24 saat sürekli olarak çimento nakletmesiyle sağlanmıştır.

### 3.3 Beton Kimyasal,

Beton üretiminde; süper ak, kanlı, beton kimyasalları, taze betonu soğuk ve sıcak hava koşullarından olumsuz etkisinden korumak amacıyla de i ik beton kimyasallar kullanılmaktadır. Tesiste her biri 25 ton kapasiteli olan 2 bölmeli 2 adet beton kimyasal tankı kurulmuştur.

### 3.4 Beton Kar, m ve Kür Suyu

Tesiste mevcut olan kullanma suyunda laboratuvar testleri yapılmış ve kalitesinin beton üretimine uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle beton kar, m ve kür suyu olarak kullanılmaktadır.

### 3.5 Üretimlerde Kullanılan Beton Dizaynlar,

Projede kullanılacak beton kar, mlar, tespit çalışmaları 5 a mada yapılmıştır.

- 1.A mada, Proje kapsamındaki beton imalatlarında kullanılacak agregalar, tespit etmek amacıyla, yörede mevcut agrega ocaklarından agrega numuneleri alınarak laboratuvar testleri yapılmış, TS 706 EN 12620'e uygunlukları belirlenmiştir.
- 2.A mada, Beton kar, mlar,da kullanılacak çimento, kar, m suyu ve beton kimyasalları laboratuvar testleri yapılarak uygunlukları kontrol edilmiştir.
- 4.A mada, Laboratuvar ortamında beton deneme kar, mlar, yapılmış ve buradan alınan numuneler olumsuz hava koşulları, dikkate alınarak değişik ortamlarda muhafaza edildikten sonra teste tabi tutulmuştur.
- 5.A mada, Hazırlanan beton dizayn raporu, kontrollük tekilatına verilmiş ve heyet huzurunda tekrarlanan beton deneme kar, mlar,ndan alınan numuneler kontrollük laboratuvarlarında test edilerek projede kullanılacak beton sınıfının uygunluğu onaylanmıştır.

### 3.6 Olumsuz Hava Koşullarında Alınan Tedbirler

- a.Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan 10 yıllık mevsimsel sıcaklık değişim değerleri istatistiki olarak değerlendirildikten sonra, antiye çalışmaları planları ve çalışmaların yapılacağı yerlerde alınması gereken tedbirler belirlenmiştir.
- b.Agrega stok sahasına drenaj sistemi yapılarak su birikintilerinin ortamdaki uzaklaşmasını sağlamak için stoktaki agregaların üzerine çimento ve dondan yazın ise agrega, sıcaklığından etkilenmesini önlemek amacıyla belli bir miktarda agreganın üzerine örtülerek muhafaza altına alınmıştır. Soğuk havalarda konkasör tesisinde yeni hazırlanmış olan agregaların kullanılması için özen gösterilmiştir.
- c.Beton santralini; bunkerleri, konveyör bandı, mikseri, beton kimyasalları ve su tanklarıyla birlikte, ebekeleri özel muhafaza sistemiyle kapatılmıştır.
- d.Agrega bunkerlerinin sac kısımlarını, doygun su buharı ile ısıtılmıştır.
- e. Soğuk havalarda kar, m suyu 50°C'den daha yüksek olarak kullanılmaktadır.
- f.Trans mikserler çalışırken, süre zarfında kapalı alanda muhafaza edilmiş ve kazan kısımları, telisle ısıtılmıştır. Dış ortam sıcaklığı, dikkate alınarak gerek görüldüğünde trans mikserin kazan kısmına sıcak veya normal sıcaklıktaki su konulup bu şekilde bir süre çalıştırıldıktan sonra kazandaki su boşaltılıp, beton yüklemesi yapılmıştır.
- g.Transmikser operatörünün betona ilave etmesini önlemek amacıyla, tankındaki su boşaltılmış, beton kalitesi uygun olmadığı takdirde redozlama yapılmıştır.
- h.Agreganın teslim alınması, bunkerlere doldurulması, betonun üretim ve nakli, inşaat mahallinde kullanılması, su ve buhar kuruyla ilgili olarak, görevli tüm personele olumsuz hava koşullarında alınması gereken tedbirlerle ilgili uygulamaları, eğitimler verilmiştir.[1]

#### 4. ÖNGERMEL PREKAST KIRI ÜRETİM TESİS VE KIRI ÜRETİM

Proje kapsamında kullanılacak 792 adet I 195 tipi öngermeli prekast kiriğin üretilmesi amacıyla, antiye sahasına sabit tesis kurulmuştur. Tesiste her biri aynı anda 4 adet kiri üretebilen 2 üretim hollü mevcuttur. Kiri üretiminde foto raf 2'de görüldüğü üzere hidrolik sistemle açılıp kapanan kalıplar kullanılmaktadır. Üretim planlandığı sürede tamamlanabilmesi, üretim akışının aksamadan yürütülmesi ve 24 saat sürekli üretim yapılabilmesi için üretim için ihtiyaç duyulan makine ve ekipmanların yanı sıra, kiri üretim tesisi; 40 ton kapasiteli 4 adet portal vinç, 2.500 kg/saat kapasiteli 2 adet buhar jeneratörü, 6 adet demir bükme makinesi ve 5 adet demir kesme makinesi, her biri 20 ton kapasiteli 2 adet su tankı, 1 adet 150 KVA'lık jeneratörle teçhiz edilmiştir.



Foto raf 2. Kiri üretim holü ve kalıplar.

#### 4.1 Öngermeli Prekast Kiri lerin Karakteristik Özellikleri

Yıyadükte kullanılan öngermeli prekast kiri lerin karakteristik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Öngermeli kiri lerin karakteristik özellikleri

Projede kullanılan kiri	792 adet
Tipi	I 195
Uzunluğu	33,20 m
Ağırlığı	75 ton
Öngermeli çelik tel	34 adet
Beton sınıfı	C 40

#### 4.2 Öngermeli Prekast Kiri lerin Üretimi

Öngermeli kiri üretimi 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. [2]

1. A aşamada; Üretime hazırlanmış olan kiri kalıplarının içerisine donatı yerleştirildikten sonra, öngerme halatları ile germe işlemi yapılmıştır.
2. A aşamada; Beton, trans mikserle üretim merkezine getirilerek kalıp içerisine ağırlıklı olarak doldurulurken, kiri kalıbı üzerindeki 12 adet yatay vibratörü çalıştırılarak, betonun kalıp içerisine yerleştirilmesi sağlanmıştır.
3. A aşamada; kalıp içerisindeki betona minimum,12 saatlik buhar kürü uygulandıktan sonra, kalıptan çıkarılan kiri ler ön stok sahasında su kürüne tabi tutulduktan sonra dolylere yüklenerek montaja gönderilmiştir. Foto raf 3,4,5'de üretimin aşamaları verilmiştir.

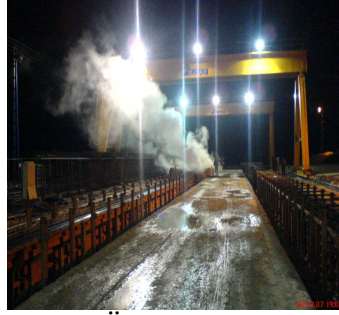


Foto raf 3,4,5 Öngermeli prekast kiri üretimi.

### 4.3 Öngermeli Prekast Kiri Üretiminde Kullanılan Beton Kalitesi

Kiri üretiminde C 40 normunda beton kullanılm, t.r. Üretim s,ras,nda 15 cm ebad,nda 12 adet küp numune alınm, ve bunlardan 6 adedi transfer dayan,m,n, tespit amacıyla buhar küreüne tabi tutulmu tur. Diğer numuneler ise 7 ve 28 günlük basınç dayan,m,lar, tespit amacıyla d, ar,da bırakılm, t.r. Öngermeli kiri lerin üretimi s,ras,nda, 9700 adet beton küp numune alınarak basınç dayan,m, tespit edilmi tir.ubat 2007 döneminde kiri üretiminde alınan numunelerdeki basınç dayan,m sonuçlar,n,n istatistikî de erlendirilmesi çizelge 3'de verilmi tir.

Çizelge 3. Kiri üretiminde alınan beton dayan,m,lar,n,n istatistikî de erlendirilmesi.

Beton numunenin ya ,	Numune Adedi	Matematiksel Ortalama N/mm <sup>2</sup>	Standart Sapma N/mm <sup>2</sup>	Varyasyon katsay,s, %
Transfer numunesi	258	39,5	1,1	2,8
7 gün	258	50,6	1,2	2,4
28 gün	258	61,9	0,9	1,5

## 5. V YADÜK ANT YES NDE YAPILAN ÇALI MALAR

### 5.1 Fore kaz,k

Proje kapsam,nda her temelde 16 adet olmak üzere toplam 1100 adet fore kaz,k yapılm, t.r. Fore kaz,k,lar,n yapı,m,nda, 7 ta eron 10 adet fore kaz,k makinesi kullanarak 24 saat sürekli çal, ma yapı,m, t.r. Proje kapsam,nda yapı,lan fore kaz,k,lara ait karakteristik de erler çizelge 4'de fore kaz,k yapı,m, foto raf 6,7,8'de verilmi tir.

Çizelge 4. Fore kaz,k,lar,n karakteristik de erleri

Fore kaz,k adedi	1100 adet
Çap,	120 cm
Derinlik	18 ó 34 metre
Çimento cinsi	SDÇ 32,5
Dozaj	400
Transmikser	10 adet



Foto raf 6,7,8 Fore kaz,k çal, mas,.

Fore kaz,k yap,m,nda kullan,lan donat,n,n haz,rlanmas, amac,yla 3000 m<sup>2</sup> kapalı alan tahsis edilmiştir. Fore kaz,kta kullan,lan donat,lar; Gaz alt, kayna ,yla çal, an robot teknolojisiyle donat,lm, , spiral ad,mlar, ve donat, çaplar,n,n ayarlanmas, milimetre hassasiyetinde olan otomasyon a ,r,kl, olarak çal, an 2 adet makineyle yap,lm, t,r. Foto raf 9'da görülen donat, üretim makinelerinin 8 saatlik vardiyada toplam üretim kapasitesi 250 metre / 8 saattir.



Foto raf 9. Fore kaz,k donat,s, haz,rlama makinesi.

**Beton kalitesi,** fore kaz,k yap,m,nda C 25 normunda beton kullan,lm, t,r. Fore kaz,k yap,m,nda her trans mikserde slump testi yap,lm, ve al,nan numunelerde beton bas,ıç dayan,m,n, tespit edilmiştir. Çizelge 5'de fore kaz,klarda kullan,lan betonun bas,ıç dayan,mlar, verilmiştir.

Çizelge 5. Fore kaz,k yap,m,nda kullan,lan betonlar,n karakteristik özellikleri.

Fore kaz,k No	Beton s,n,f,	Çimento cinsi	Dozaj	Beton kimyasal,	Bas,ıç Dayan,m, N/mm <sup>2</sup>	
					7 Gün	28 gün
1	C 25	SDÇ 32,5	400	% 1,2	28,6	37,5
2					25,0	34,7
3					27,9	36,5
4					22,6	35,0
5					27,0	37,1

## 5.2 Radye Temel

Viyadük in aat,nda hacimleri 400 ó 650 m<sup>3</sup> aras,nda de i en 67 adet radye temel yap,lm, t,r. Radye temellerin yap,lm,as, 3 a amada gerçekte tirilmiştir.

- 1.A ama; Radye temellerin kazılması, amacıyla 4 ekskavatör ve 20 damperli kamyon 24 saat sürekli çalışır. Temel kazılmasında fore kazıkların başlıklarına betonlar, kırılmaması, yönünde dikkatli olunmuştur.
- 2.A ama; Fore kazıkların başlıklarına betonlar, kırılmaları ve donatılar başlıklarına hava ve suyla temizlenmiştir. Ayrıca temele gelen taban sular, motor pompalarla derinleştirilmiştir.
- 3.A ama; Radye temel donatılarının hazırlanmasında 4 demir taeronu, 170 demir ustasıyla vardiya sistemiyle 24 saat çalışır, ve her temelde yaklaşık 110 ton civarında demir kullanılır.
4. A ama; Beton dökümüne hazır olan radye temelinin iç kısımlarında başlıklar, havayla gerekli temizlikler yapıldıktan sonra beton dökümüne başlanmıştır. Beton dökümleri sırasında 2 beton pompası, 10 trans mikser kullanılır, ve radye temel için 2 farklı bölgede vibrasyon uygulanmıştır. Beton dökümü sırasında temelde mevcut olan suyun tahliye edilmesi ve betonda sorun derz olması, önlemek amacıyla gerekli tedbirler alınmıştır.

**Radye temellerde beton kalitesi,** radye temellerin yapımında SDC 32,5 çimentosu kullanılarak C 25 normunda beton üretilmiştir. Kullanılan beton kalitesi, 10 x 15 cm olması, özen gösterilmiştir, beton kalitesi, düzgün olması, durumunda redolama yapılarak beton kalitesi, ayarlanmıştır. Üretilen 50 m<sup>3</sup> betondan 1 set numune alınarak 7 ve 28 günlük beton dayanımları, tespit edilmiştir. Çizelge 6'da 10.11.2006 tarihinde yapılan radye temel için farklı kotlarda kullanılan betonun başlıklar dayanımları, verilmiştir.

Çizelge 6. Radye temel yapımında kullanılan betonların başlıklar dayanımları.

Beton sınıfı,	C 25						
Çimento sınıfı,	SDC 32,5						
Dozaj ( kg )	350						
Süper ak, katkı t,r,c,	% 0,7						
Priz geciktirici	% 0,3						
Beton başlıklar dayanımı, ( 7 gün ) N/mm <sup>2</sup>	27	27,5	28,5	26,8	25,6	30,8	
Beton başlıklar dayanımı, ( 28 gün ) N/mm <sup>2</sup>	32,9	33,6	34,6	32,2	33,5	36,7	

### 5.3 Elevasyon

Projede 67 adet temel için sa ve sol olmak üzere her birinde 2 adet elevasyon yapılmıştır. Elevasyonlar 4 metrelik kademeler şeklinde yapılmıştır, ve her kademede yaklaşık 10 ton demir kullanılır, t,r. Plywood kaplamalar, t,rman, r kalıplar, teleskopik mobil vinçlerle monte edilmiştir. Elevasyona beton dökümü sırasında beton pompasında arıza olma ihtimali dikkate alınarak, 1 adet beton pompası, yedek olmak üzere, 2 adet beton pompası kullanılır, t,r. Elevasyonlarda yapılan çalışmalar foto raf 10'da verilmiştir.



Foto raf 10. Elevasyonda yap,lan al, malar.

**Elevasyonlarda beton kalitesi,** elevasyon yap,m,nda P 42,5 ( CEM I ) imentosu kullan,larak C 25 normunda beton üretilmi tir. Beton dökümü s,ras,nda gerekti inde redozlama yap,larak k,vam ayarlanm, ve elevasyonun her kademesi için en az 1 set beton numunesi al,narak 7 ve 28 günlük beton bas,n dayan,m,lar, tespit edilmi tir. Çizelge 7’de elevasyonun de i ik kademelerinde kullan,lan betonun bas,n dayan,m sonuçlar, verilmi tir.

Çizelge 7. Elevasyon yap,m,nda kullan,lan beton bas,n dayan,m,lar,

Beton s,n,f,	C 25					
Çimento s,n,f,	P 42,5 ( CEM I )					
Dozaj ( kg )	350					
Süper ak, kanla t,r,c,	% 0,7					
Priz geciktirici	% 0,3					
Beton bas,n dayan,m,						
Beton numunelerin al,nd, , tarih ve ya ,	Elevasyonun kademesi					
	1.		2.		3.	
	Sol	Sa	Sol	Sa	Sol	Sa
Numunenin al,nd, , tarih	14.11.2006		25.11.2006		07.12.2006	
Beton bas,n dayan,m, ( 7 gün ) N/mm <sup>2</sup>	25,1	27,1	32,9	34,5	28,4	28,2
Beton bas,n dayan,m, ( 28 Gün ) N/mm <sup>2</sup>	34,0	38,6	38,7	40,6	37,2	38,2

#### 5.4 Ba l,k Kiri i ve Mesnet Takozlar,

Projede, ba l,k kiri i ve mesnet takozu betonlar,nda C 25 normunda beton kullan,lm,as, öngörülmektedir. Hava artlar,n,n olumsuz olmas, ve kal,p açma sresinin k,salt,larak kiri lerin zaman,nda monte edilip, projenin zaman,nda bitirilebilmesi amac,yla taraf,m,zca beton s,n,f, C 30 olacak ekilde beton dizayn, de i tirilmi tir. Ba l,k kiri i betonunun baz, bölümlerindeki donat,n,n a ,r, derecede s,k olmas, dikkate al,narak farklı gradasyonda betonlar kullan,lm, t,r.

Ba l,k kiri i ve mesnet takozu betonlar,ndan al,nan numuneler olumsuz hava ko ullar, dikkate al,nd, ,ndan dolay,, 24 saat ba l,k betonu üzerinde b,rak,ld,ktan sonra 7 ve 28 günlük beton bas,n dayan,m,lar, tespit edilmi tir. Çizelge 8’de de i ik tarihlerde yap,lan ba l,k ve mesnet betonlar,ndan al,nan numunelerdeki bas,n dayan,m,lar, ve foto raf 11, 12, 13’de ba l,k kiri inde yap,lan al, malar görülmektedir.

Çizelge 8. Ba l,k kiri ve mesnet takozlarındaki basınç dayanımları,

Betonun kullanıldığı yer	Tarih	Beton sınıfı	Basınç Dayanım, N/mm <sup>2</sup>	
			7 gün	28 gün
Ba l,k kiri i ( P19 )	11.11.2006	C 25	31,4	41,4
Ba l,k kiri i ( P18 )	16.11.2006	C 25	32,0	38,6
Ba l,k kiri i ( P54 )	18.11.2006	C 25	35,2	48,2
Ba l,k kiri i ( P65 )	23.11.2006	C 25	40,6	52,4
Ba l,k kiri i ( P15 )	29.11.2006	C 25	34,0	48,7
Ba l,k kiri i ( P14 )	01.12.2006	C 25	35,2	50,3
Mesnet takozu ( P 8 )	15.01.2006	C 25	34,6	53,2
Mesnet takozu ( P 7 )	20.01.2007	C 25	33,9	45,6
Mesnet takozu ( P 6 )	21.01.2007	C 25	38,0	44,6
Mesnet takozu ( P 47 )	23.01.2007	C 25	39,4	52,2



Foto raf 11,12,13. Ba l,k kiri i çal maları,

### 5.5 Öngermeli Kiri lerin Montajı,

Projenin yapımına başlanılmadan önce öngermeli kiri lerin montajını, i makineleri parkında mevcut olan launching girderlerle ( kiri süren ) yapılırsa, planlanmıştır. Fakat ba l,k kiri lerinin geometrik eğimleri ve arazi artları dikkate alınarak, ndan dolayı, montajları, n vinçlerle yapılması, n karar verilmiştir. Mesnet beton kaideleri üzerine kayar, ve sabit mesnetler monte edildikten sonra, 250 ton kapasiteli kafes bomlu paletli vinçle, 400 ton kapasiteli teleskopik mobil vinç kullanılarak kiri lerin montajı, yapılmıştır. Foto raf 14,15,16'de görüldü ü vinçle yapılan montaj görülmektedir



Foto raf 14,15,16. Kiri montaj çal maları,

### 5.6 Döşeme Betonunu

Öngermeli kiri montajları, tamamlandıktan sonra, döşeme betonunun yapımına başlanılmıştır. Projedeki döşeme betonunda C 25 sınıfında betonun kullanılması,

öngörülmekteyse de, dö eme betonunda C 30 s,n,f,nda beton kullan,lm, t,r. Olumsuz hava ko ullar,na kar , al,nan rutin tedbirlerin yan ,s,ra, dö eme betonu döküldükten sonra üzeri kapat,l,p, içerisinde ,s,mak yak,larak betonun olumsuz hava artlar,ndan etkilenmesi önlenmi tir.

### 5.7 Kablo Kanallar, ve Al,n Elemanlar,

Projenin planlanan sürede tamamlanmas, amac,yla viyadükte kullan,lacak kablo kanallar, Yenice Prefabrik Beton Elaman Üretim Tesisimizde, al,n elemanlar, ise Pozant, Öngermeli Prekast Kiri Üretim Tesisimizde üretildikten sonra antiyeye sevk edilerek kullan,lm, t,r.

### 5.8 zolasyon Yap,lmas, ve Koruyucu Beton

Al,n elemanlar,, kablo kanallar, monte edilip yaya yürüme yolu betonu döküldükten sonra, sa ve soldaki kablo kanallar, aras,na foto raf 17'de görüldü ü üzere yal,t,m malzemesi serilip garguylar yerle tirilmi tir. Yal,t,m malzemesi üzerine çelik has,rılar konulduktan sonra, C 30 normunda 5 cm kal,nl, nda koruyucu beton yap,lm, t,r. Koruyucu beton istenilen bas,nç dayan,ma ula t,ktan sonra, üzerine bazalt agregadan haz,rılanm, olan balast konulmu tur. Balast üzerine de foto raf 18'de görüldü ü üzere traversler yerle tirildikten sonra raylar dö enmi tir.



Foto raf 17. Yal,t,m yap,l, ..

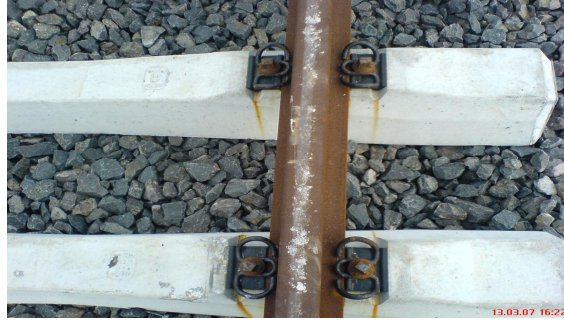


Foto raf 18. Balast üzerine travers ve ray montaj,.

## 6. SONUÇ

H,zl, tren projesi kapsam,nda yap,lan V 4 viyadü ü in aat,na ba lan,lmadan önce yap,lan i planlar,nda, problemler halinde al,nacak alternatif tedbirlerin belirlenmesi, Ilgaz n aat Üst Yönetiminin projenin tüm a amalar,n, titizlikle takibi ve dar bo azlar, zaman,nda çözmesi, mobilizasyonun planlanan zamandan önce tamamlanmas,, üretimi do rudan etkileyecek ekipmanlar,n yedeklerinin haz,r bulundurulmas,, yönetimle çal, anlar aras,ndaki koordinasyonun arzu edilen seviyede olmas,, bilgi aktar,m,n,n zaman,nda yap,lmas,, tüm personelin özverili olarak çal, mas, sayesinde viyadü ün yap,m, 7 ay gibi rekor bir sürede gerçekte tirilmi tir.

Viyadük in aat,na ba lan,lmadan önce, olumsuz hava artlar,na kar , al,nacak tedbirlerin tespit edilmesi ve gerekti inde uygulanmas, üretim kalitesini olumlu yönde etkilemi tir.

Projenin, kaliteden taviz vermeden, öngörülen zamandan da önce bitirilmi olmas, Türk Mühendis ve formenlerinin bir ba ar,s,d,r.

## **Te ekkür**

Tebli metninin hazırlanmasında gerekli olan ana donelerin temin edilmesi amacıyla gerekli yardımları yapan; Ilgaz İnşaat Tic. Ltd. ti. Üst Yönetimi ve V4 Viyadük inşaat Proje Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

## **KAYNAKÇA**

1. DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2007) Olumsuz Hava Koşullarında Üretilen Astana şim Nehri Köprüsü Öngermeli Prekast Kiri lerindeki Beton Kalitesi, Yedinci Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitab,, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
2. DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2005) Deniz Yapılarında Mikro Silika Kullanımı, Altıncı, Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitab,, İstanbul Teknik Üniversitesi.

## SEMPOZYUMDA SUNUM YAPAN TEKNİK ELEMANLARIMIZDAN GÖRÜNTÜLER

