

"Under the High Patronage of the European Investment Bank"  
"Avrupa Yatırım Bankası'nın Yüksek Himayetinde"



## 2<sup>nd</sup> International Railway Symposium & Railway Trade Exhibition

Innovative  
Railways  
Journey to the  
Future

Yeniliği  
Demiryolları  
Geleceği Yansıttık

2. Uluslararası  
Demiryolu  
Sempozyumu,  
Demiryolu Fuarı

15-17 October / Ekim 2008  
Haydarpaşa, İstanbul  
Türkiye

## IRSTurkey'08 Proceedings Bildiriler Kitabı



[www.irsturkey.org](http://www.irsturkey.org)

Sakarya Viaduct • Sakarya Viyadüğü / 2233m.

volume1.cilt

cmsprojec+



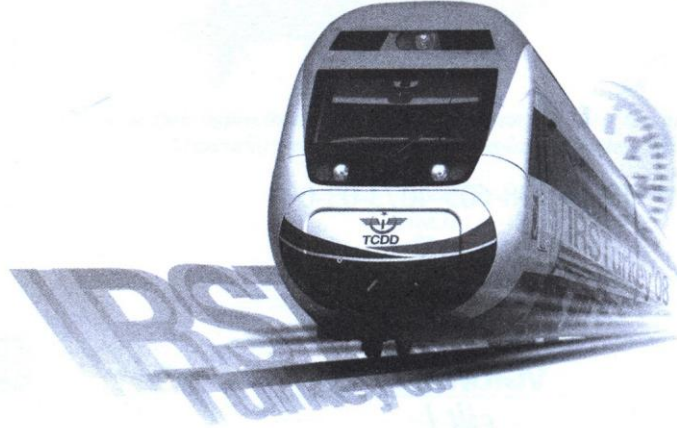
In cooperation with / İşbirliğiyle

"Under the High Patronage of the European Investment Bank"  
"Avrupa Yatırım Bankası'nın Yüksek Himayelerinde"



2<sup>nd</sup>  
International  
Railway  
Symposium  
& Railway  
Trade Exhibition

2.  
*Uluslararası  
Demiryolu  
Sempozyumu,  
Demiryolu Fuarı*



15-17 October / *Ekim 2008*  
*Haydarpaşa, İstanbul*  
*Türkiye*

Düzenleyen Kuruluşlar / *Conveners*



organizasyon / *organization*

**cmsprojec+**  
connecting people



15-17 October / Ekim 2008  
Haydarpaşa Train Station  
Istanbul, Türkiye

### Honorary Committee / Onur Kurulu

**Süleyman KARAMAN** / Chairman of the Board and Director General - TCDD  
**Luc ALIADIERE** / Chief Executive Officer - UIC  
**Vipin SHARMA** / Deputy Chief Executive - UIC  
**Ahmet ACAR** / President - Middle East Technical University (METU)  
**Ahmet ARSLAN** / Director General - Railways Ports and Airports Construction  
General Directorate (DLH)  
**Metin Lütfü BAYDAR** / President - Süleyman Demirel University (SDU)  
**Muhammed ŞAHİN** / President - İstanbul Technical University (İTÜ)  
**Zehra SEYFİKLİ** / President - Gaziosmanpaşa University (GOU)

### Organising Committee / Düzenleme Kurulu

**İsa APAYDIN** / Organising Committee Chair - TCDD  
**Vipin SHARMA** / Deputy Chief Executive - UIC  
**Gerard DALTON** / Director of Infrastructure - UIC  
**Paul VERON** / Director of Communication - UIC  
**Françoise EL ALAOUI** / Project Manager - UIC  
**Emine AĞAR** / İstanbul Technical University - İTÜ  
**İbrahim Halil ÇEVİK** / Turkish State Railways - TCDD  
**Adnan EKİNCİ** / Turkish State Railways - TCDD  
**Mustafa İlhan GÖKLER** / Middle East Technical University - METU  
**Mustafa KARASHAHİN** / Süleyman Demirel University - SDU  
**Mehmet TEKİN** / Gaziosmanpaşa University - GOU  
**Gökhan ÖLMEZ** / CMSProject



### Scientific Programme Committee / Bilimsel Program Kurulu

- Korkut ARBERK** / Osmangazi University - Turkey  
**Kubilay ASLANTAŞ** / Afyon Kocatepe University - AKU - Turkey  
**George BARBU** / UIC Infrastructure Department - France  
**Metin BAŞARAN** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Anna Dzhaleva CHONKOVA** / Higher School Of Transport - Bulgaria  
**Kübra Cihangir ÇAMUR** / Gazi University - Turkey  
**Françoise EL ALAOUIE** / UIC Infrastructure Department - France  
**Güngör EVREN** / Okan University - Turkey  
**Stephan FREUDENSTEIN** / Technical University of München - Germany  
**Haluk GERÇEK** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Gurmel GHATAORA** / University of Birmingham - England  
**Konstantinos GIANNAKOS** / University OF Thessaly - Greece  
**Mustafa İlhan GÖKLER** / Middle East Technical University - METU - Turkey  
**Hakan GÜLER** / Sakarya University - Turkey  
**Semih KALAY** / Transportation Technology Center Inc.- USA  
**Mustafa KARASHAHİN** / Süleyman Demirel University - SDU - Turkey  
**İlhan KOCAARSLAN** / Kırıkkale University - Turkey  
**Emre MADRAN** / Middle East Technical University - METU - Turkey  
**Miroslaw MRZYGLÓD** / Cracow University of Technology - Poland  
**Nencho NENOV** / Todor Kableshkov Higher School of Transport - Bulgaria  
**Zübeyde ÖZTÜRK** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Fokke SAATHOFF** / Rostock University - Germany  
**Mehmet SALTAN** / Süleyman Demirel University - Turkey  
**Ioan SEBEŞAN** / University Politehnica of Bucharest - Romania  
**İnal SEÇKİN** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Zlatan Nicola SOCKIC** / University of Kragujevac - Serbia  
**Kemal Selçuk SÖĞÜT** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Peter STARKE** / University of Kaiserslautern - Germany  
**Nelly STOYTCHIEVA** / Todor Kableshkov Higher School of Transport - Bulgaria  
**İlhan SÜTAŞ** / Akdeniz University - Turkey  
**Joseph SZYLIOVICZ** / University of Denver - USA  
**Mehmet TEKİN** / Gaziosmanpaşa University - GOU - Turkey  
**Janusz TOMASZEWSKI** / E. Kwiatkowski Business and Administration School in Gdynia - Poland  
**Tuncer TOPRAK** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Füsün ÜLENGİN** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey  
**Siddık YARMAN** / İstanbul University - Turkey  
**Metin YEREBAKAN** / İstanbul Technical University - ITU - Turkey

## Activity Committee / Etkinlik Kurulu

Veysi KURT / TCDD  
Mustafa ÇAVUŞOĞLU / TCDD  
Erol İNAN / TCDD  
İsmet DUMAN / TCDD  
Ahmet KUŞHANOĞLU / DLH  
Hakan GÜLER / SAKARYA UNIVERSITY  
Ömer Selçuk BARÇIN / TÜVASAŞ  
Semavi BİLGİÇ / TÜLOMSAŞ  
Recep SARIKAYA / TÜDEMSAŞ  
Orhan UĞUR / TCDD  
Ferhat DEMİRTAŞ / TCDD  
Turgut KUMAŞ / TCDD  
Abdülkadir GÜL / TCDD  
İbrahim ÇELİK / TCDD  
Mehmet AKSOY / TCDD  
Mustafa BABAL / TCDD  
Mehmet TURŞAK / TCDD  
Murat ŞENEKEN / TCDD  
Mehmet URAS / TCDD  
Suat ALTIN / TCDD  
Üzeyir ÜLKER / TCDD  
Nazım BÜKÜLMEZ / TCDD  
Aşır KILIÇASLAN / TCDD  
Hasan GEDİKLİ / TCDD  
Rana PEKİN / TCDD  
İ. Tunç GÜRSEL / TCDD  
Ömer ÇELİK / TCDD  
Taner BULUT / TCDD  
Ahmet DUMAN / TCDD  
Mehtap MALALDIR / TCDD  
Mehmet Ali TAKKUR / TCDD  
Cengiz ŞİRİNOĞLU / TCDD



## PREFACE

As it is known, it has been approximately two years since we organized the **First International Railway Symposium**, being first of its kind in Turkey on international level, on December **13-15, 2006** on the occasion of the **150<sup>th</sup> anniversary** of Turkish State Railways.

Acting in compliance with its vision to be a pioneer in the general transportation sector by providing fast, safe, economical, environment-friendly and of good quality transportation, TCDD has the honor to realize a more powerful and efficient scientific meeting after two years in cooperation with International Railway Union (UIC) being the biggest international association in the field of railways with its more than 200 members from five continents.

To hold this meeting in historical **Haydarpaşa Station** whose name is identified with “**railways**” and connecting Asia and Europe continents and to nourish it by a “**Railway Exhibition**” which is first organized in our country in this field is doubling our honor.

In our country a good deal of changes has began in railways ignored for years as the required investments couldn't have been made since 2003. Through the political support of our Government, we are pulling out all the stops to resolve all the problems accumulating for years, to improve high and very high speed railway transportation which is competitive, offers high safety, provides energy efficiency, minimizes environmental pollution and bases on advance technology, to extend the length of the railways to the same level of European countries, to flourish the railway industry in our country and to make TCDD a model organization.

On behalf of railway people, I would like to present my heartfelt thanks to His Excellency Prime Minister Mr. **Recep Tayyip ERDOĞAN** and His Excellency Minister of Transport Mr. **Binali YILDIRIM** who made railways a **State Policy** and actualized the railway projects by providing resources, as well as the distinguished members of the Government.

**Ankara-İstanbul** and **Ankara-Konya** high speed train projects, which have been begun for the purpose of furnishing Turkey with high speed train network, are ongoing at a great pace. After the completion of Ankara-Eskişehir section, the first phase of Ankara-İstanbul High Speed Project, test runs have been launched. However, infrastructure works of Ankara-Konya High Speed Train Project have been finished, the superstructure works are continuing. The construction of **Kars-Tiblisi-Baku** railway which will reactivate the **iron “Silk Road”** is on the process. On the other hand, the last stage has been reached in High Speed Projects of Ankara-Sivas, Bandırma-Bursa-Osmaneli, Ankara-İzmir, Halkalı-Bulgaria. Soon, Europe and Asia will be connected with iron networks through Marmara Tube tunnel which is Turkey's dream for one hundred year.



15-17 October / Ekim 2008  
Haydarpaşa Train Station  
İstanbul, Türkiye

As is known, İstanbul Strait crossing, Van Lake crossing and Eastern gate constitute as a bottleneck for railway transportation of our country. In this context, by the on-going projects of Marmaray and Kars-Tiblisi-Baku Railway and the procurement of new ferries for crossing the Van Lake, our country will be more advantageous compared to the corridors that try to by-pass Turkey from North and South in the transportation corridors between Europe and Asia. Therefore, considered together with the other projects, a seamless railway corridor from London to China will be maintained.

We are advancing the standards of commuter lines that are in İstanbul, in İzmir and in Ankara, to the level of metro standards respectively by the projects of Marmaray, Egeray and Başkentray. Apart from them, our existing lines are renovated by using the rails being produced in Kardemir. In this connection, renovation and maintenance of 4750 km of track has been carried out within last 5 years. Mobile maintenance and repair vehicles that are movable both in road and railway have been procured and approximately 1000 level crossings have been equipped with controlled systems. Average speed on our lines is being increased and our rolling stock fleet is being renewed and modernized. 12 Diesel Multiple Unit train sets and 32 Electrical Multiple Unit train sets for short distance passenger transportation will be supplied. Almost all of our locomotives are equipped with ATS system. After the implementation of block train operations, 4000 domestic and 1000 international block trains are operated per month. Branch lines to the organized industrial zones have been reached to 433 km connecting 317 centers. Construction works of 11 logistical centers are on-going rapidly. Our ports are being developed by Ro-Ro transportation, our station premises and stations are being renewed. Construction of a new and modern High Speed Train Station in our Capital City is continuing. As a result, we reached an increase of 46,6% in freight transportation and 11,1% in passenger transportation in 2007 as compared to 2002. For the purpose of making Turkey the center of railway industry, HYUNDAI-ROTEM facilities, where High Speed Train sets, Light Rail vehicles and High Speed passenger coaches are produced, were established. Factories in which modern switches and sleepers will be manufactured are being founded. From now on, 152 years old Turkish Railways are having a special law adapting EU Legislation. Briefly, we are accomplishing firsts in Turkey. We are experiencing a "time of change" in railways. I have a debt of gratitude to all railway lovers who have contributed efforts for this "time of change". I would like to present my heartfelt thanks to H. E. our Minister of Transport, Mr. Binali YILDIRIM who provided us great support for holding this Symposium and Exhibition, Undersecretary of Ministry of Transport Mr. M. Habib SOLUK and Deputy Undersecretaries, Presidents and Academicians of İstanbul Technical University (ITU), Middle East Technical University (METU), Süleyman Demirel University (SDU) and Gaziosmanpaşa University (GOU) who cooperated with TCDD and UIC, Chairman of Scientific Program Committee Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN and esteemed members of Scientific Program Committee who evaluated the papers, Members of TCDD Board, TCDD Deputy Director General Mr. İsa APAYDIN who conducts the chairmanship of the Symposium and my colleagues other Deputy Directors General Mr. Veysi KURT, Mr. Erol İNAL, Mr.



Mustafa ÇAVUŞOĞLU and Mr. İsmet DUMAN, UIC Chairman Mr. Kalyan Coomar JENA, UIC Chief Executive Mr. Luc ALIADIÈRE and Deputy Chief Executive Mr. Vipin SHARMA and other UIC authorities who presented us great support, Head of Foreign Affairs Department Mr. İbrahim H. ÇEVİK and Foreign Relations team who makes great contribution, other Department Heads colleagues and all railway people, those who shares their knowledge with us in their papers, CMS General Coordinator, Dr. Gökhan ÖLMEZ, and his team who fulfilled the symposium and exhibition organization successfully, EİM, CER, DLH, İETT, TÜLOMSAŞ, TUVASAŞ, TÜDEMSAŞ, DEMİRYOL-İŞ and RAYDER who supported us.

II. International Railway Symposium and Railway Exhibition will lead to sharing all investments made in railways in Turkey and throughout the world. In this event, the most recent technological developments in railways will be shared in a scientific platform and the latest railway industry products will be presented to the people.

While concluding I hope that this scientific gathering will contribute to our country's and world's railway transportation and present my sincere regards.

**Süleyman KARAMAN**  
TCDD General Director and  
Chairman of the Board

0075	<b>Multimodal Transport Potential in Middle East /</b> Orta Doğu'daki Çok Modlu Ulaşım Potansiyeli <b><u>EMMANOULOPOULOS, G.</u></b>	<b>471</b>
0149	<b>The Development of High Speed/High Capacity Rail in Italy /</b> İtalya'da Yüksek Hız/Yüksek Kapasiteli yol Gelişmeleri <b><u>VELARDI, L. C.</u></b>	<b>481</b>
0100	<b>Rail Interoperability &amp; Safety Progress on the Field /</b> Demiryolu Alanında Demiryolunun Birlikte İşlerliği & Güvenliğin Gelişmesi <b><u>TE PAS, R. B., WALENBERG, F.T.M.</u></b>	<b>485</b>
<b>B. Developments in Railway Technologies (Conventional and High Speed Lines) / Demiryolu Teknolojilerindeki Gelişmeler</b>		
0112	<b>Effects of Changing Gradients on Coasting Point Optimization /</b> Coasting (Frenleme yapmadan önce yavaşlama) Noktası Optimizasyonunda Eğimin Değişmesinin Etkileri <b><u>ACIKBAS, S., SÖYLEMEZ, M. T.</u></b>	<b>495</b>
0227	<b>Application of Data Transfer From Railway Vehicles /</b> Demiryolu Araçlarından Veri Aktarım Uygulaması <b><u>YILDIZ, Ö., DEMİR, Ö., ASMA, E.</u></b>	<b>507</b>
0080	<b>Development a Systematic Process for Implementing Risk Management in Railroad Construction and Development Projects /</b> Demiryolu İnşasındaki Risk Yönetiminin Uygulanmasına Yönelik Sistematik Sürecin Geliştirilmesi ve Geliştirme Projeleri <b><u>NOROUZI, M., GHASVAND, S.</u></b>	<b>517</b>
0101	<b>Identification of Railway Construction and Development Projects Risks /</b> Demiryolu Yapımı ve Geliştirme Proje Risklerinin Tanımlanması <b><u>GHASVAND, S., NOROUZI, M.</u></b>	<b>527</b>
0142	<b>Be Useding Radio Communication in the Turkish Railways /</b> TCDD Bünyesinde Kullanılan Telsiz Haberleşmesi <b><u>KARAMAN, K.</u></b>	<b>539</b>
0143	<b>Determining Geogrid Performance in Railway Ballast by Using a New Pullout Device /</b> Demiryolu Balastlarında Geogrid Performansının Yeni Pullout Test Aleti Kullanılarak Belirlenmesi <b><u>SERT, T., AKPINAR, M.V.</u></b>	<b>545</b>
0194	<b>Ankara-İstanbul Railway High Speed Train Project V 4 Viaduct Construction /</b> Ankara - İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi V 4 Viyadüğü İnşaatı <b><u>DÜZBASAN, S., ULUÖZ, S., YAKIT, E., CAMCIOĞLU, M.</u></b>	<b>555</b>
0195	<b>Sleeper Manufacture and Quality / Travers Üretimi ve Kalitesi</b> <b><u>DÜZBASAN, S., ULUÖZ, S., YAKIT, E.</u></b>	<b>567</b>

# Ankara - İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi V 4 Viyadüğü İnşaatı

**DÜZBASAN,S<sup>1</sup> , ULUÖZ,S<sup>2</sup> , YAKIT,E<sup>3</sup> , CAMCIOĞLU,M<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> *Ilgaz İnş. Tic.Ltd.Şti Reşatbey Mah. 8.Sokak Kamil Usta Apt.  
Adana /Türkiye ( [ilgazfil@gmail.com](mailto:ilgazfil@gmail.com) )*

<sup>2</sup> *Ilgaz İnş. Tic.Ltd.Şti Reşatbey Mah. 8.Sokak Kamil Usta Apt.  
Adana /Türkiye ( [uluozsuleyman@hotmail.com](mailto:uluozsuleyman@hotmail.com) )*

<sup>3</sup> *Ilgaz İnş. Tic.Ltd.Şti Reşatbey Mah. 8.Sokak Kamil Usta Apt.  
Adana /Türkiye ( [erolyakit@hotmail.com](mailto:erolyakit@hotmail.com) )*

<sup>4</sup> *Ilgaz İnş. Tic.Ltd.Şti Polatlı Organize Sanayi Bölgesi  
Ankara /Türkiye ( [camcioglumustafa@yahoo.com](mailto:camcioglumustafa@yahoo.com) )*

## Öz

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

V4 Viyadüğü inşaatı kapsamında bulunan ; 1100 adet fore kazık, 67 adet temel ve elevasyon, 792 adet öngermeli kiriş ayrıca prefabrik kablo kanalları ve alın elemanlarının yapımı sırasında, değişik sınıfta yaklaşık 175.000 m<sup>3</sup> beton, 25.000 ton demir ve 1000 ton öngerme halatı kullanılmıştır.

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

# Ankara-İstanbul Railway High Speed Train Project

## V 4 Viaduct Construction

### Abstract

*Construction of one of the Turkey's longest viaduct which length is 2400 meters and is in between Polatlı – Eskişehir was realized within the scope of Ankara – İstanbul Railway High Speed Train Project. Construction of viaduct was realized in a record period of 7 months by virtue of 24 hours continuous selfless and coordinated practice of technical staff, foreman and qualified personnel who work at project with shift system and have different professional discipline, supply of machine and equipments which are needed by site in time, taken measures in adverse weather and land conditions.*

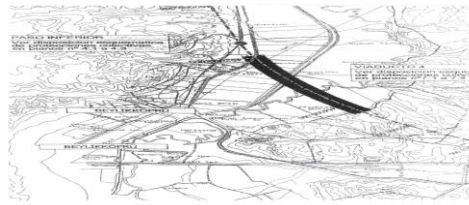
*Approx. 175.000 m<sup>3</sup> varied class concrete was manufactured in course of construction of 1100 pcs bored pile, 37 pcs foundations and elevations, 792 pcs prestressed girder, also construction of prefabricated cable channels and eaves components and 25.000 ton iron and 1000 ton prestressed rope were used.*

Keywords: High speed train, viaduct, prestressed precast girder, quality, rail, rail.one, ılgaz

### 1. Giriş

Ankara İstanbul demiryolu hızlı tren projesi kapsamındaki V 4 viyadüğü; şekil 1'de görüldüğü üzere Projenin Sakarya nehri kısmının geçişini sağlamaktadır.

Proje kapsamında yapılan çalışmalarda; farklı meslek disiplinindeki teknik eleman, formen ve kalifiye elemanların, vardiya sistemiyle 24 saat kesintisiz özverili ve koordineli çalışması, şantiyenin ihtiyacı olan makine ve ekipmanların zamanında temini, olumsuz hava ve arazi koşullarında alınan tedbirler sayesinde viyadüğün yapımı 7 ay gibi rekor bir sürede gerçekleştirilmiştir. Viyadüğün karakteristik özellikleri tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. V4 Viyadüğünün yerleşimi

Tablo 1. Projenin karakteristik özellikleri

Viyadüğün uzunluğu	(m)	2.400
Fore kazık adedi		1.100
Temel adedi		67
Elevasyon adedi		67
Öngermeli kiriş adedi		792
Kiriş tipi		I 195
Kiriş uzunluğu	(m)	33,20
Projede kullanılan beton	(m <sup>3</sup> )	175.000
Projede kullanılan demir	( ton )	25.000
Projede kullanılan öngörme halatı	( ton )	1.000

## **2. Alt Yapı Çalışmaları**

### **2.1. Elektrik**

Viyadüğün yapımında 24 saat sürekli olarak beton imalatı yapabilmek için Tedaş'ın orta gerilim hatlarından alınan elektrik enerjisi, burada tesis edilen trafolar yardımıyla alçak gerilime dönüştürülmüştür.

### **2.2. Su**

Şantiyedeki çalışmaların aksamaması için beton santraline 15 tonluk 4 adet su tankı, buhar jeneratör merkezine 20 tonluk 2 adet su tankı konulmuştur.

### **2.3. Şantiye Ulaşım Yolları**

Viyadük inşaatının bulunduğu sahadaki zemin CH ve CL sınıfı kildir. Yağmurlu havalarda çalışmalarımızın aksamasını önlemek amacıyla yapılan 10 km uzunluğundaki şantiye yolunda 100.000 ton civarında bazalt agregası kullanılmıştır.

## **3. Beton Santrali**

Projede kullanılacak betonun üretilmesi amacıyla, 120 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli sabit beton santraliyle, 60 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli mobil beton santrali kurulmuştur. Bunun yanı sıra piyasada faaliyette bulunan 2 hazır beton tesisiyle anlaşma yapılarak ihtiyaç halinde buralardan da beton alınmıştır.

### **3.1. Agregası**

Beton üretiminde 4 farklı gradasyonda kalker ve 2 farklı gradasyonda bazalt agregası kullanılmıştır.

### **3.2. Çimento**

Fore kazık ve radye temel yapımında SDÇ 32,5 çimentosu, elevasyon, başlık kirişi, mesnet takozları ve kiriş üretiminde ise, CEMI (PÇ42,5 R) çimentosu kullanılmıştır.

### **3.3. Beton Kimyasalı**

Beton üretiminde; süper akışkanlaştırıcı beton kimyasallarının yanı sıra, taze betonu soğuk ve sıcak hava koşullarının olumsuz etkisinden korumak amacıyla değişik beton kimyasalları kullanılmıştır. Tesiste her biri 25 ton kapasiteli 2 bölmeli, 2 adet beton kimyasal tankı kurulmuştur.

### **3.4. Beton Karışım ve Kür Suyu**

Beton imalatlarında, TS EN 1008'e uygun özellikte olan su kullanılmıştır.

### **3.5. Üretimlerde Kullanılan Beton Dizaynları**

Projede kullanılacak beton karışımlarını tespit çalışmaları 3 aşamada yapılmıştır.

- 1.Aşamada, Proje kapsamındaki beton imalatlarda kullanılacak agrega, çimento, beton kimyasalları ve karma suyunun uygunlukları tespit edilmiştir.
- 2.Aşamada, Laboratuvar ortamında beton deneme karışımları yapılmış ve buradan alınan numuneler olumsuz hava koşullarında muhafaza edildikten sonra basınç dayanımları tespit edilmiştir.
- 3.Aşamada, Hazırlanan beton dizayn raporu, kontrollük teşkilatına verilmiş ve heyet huzurunda tekrarlanan beton deneme karışımlarından alınan numuneler, test edilerek projede kullanılacak beton dizaynları onaylanmıştır.

### **3.6. Olumsuz Hava Koşullarında Alınan Tedbirler**

- a.Meteoroloji Genel Müdürlüğünden 10 yıllık mevsimsel sıcaklık değişim değerleri dikkate alınarak, şantiyedeki çalışma planları ve çalışmalar sırasında alınması gereken tedbirler belirlenmiştir.
- b.Agrega stok sahasına drenaj sistemi yapılarak su birikintilerinin ortamdan uzaklaştırılması sağlanmıştır. Stoktaki agregaların kışın yağmur ve soğuk havadan, yazın ise aşırı sıcaktan etkilenmesini önlemek amacıyla belli bir miktarda agreganın üzeri örtülerek muhafaza altına alınmıştır. Soğuk havalarda konkasör tesisinde yeni hazırlanmış olan agregaların kullanılmasına özen gösterilmiştir.
- c.Beton santralinin; bunkerleri, konveyör bandı, mikseri, beton kimyasalları ve su tanklarıyla bağlantı şebekeleri özel muhafaza sistemiyle kapatılmıştır.
- d.Agrega bunkerlerinin sac kısmı doymuş su buharı ile ısıtılmıştır.
- e. Soğuk havalarda karışım suyu 50°C'e ısıtılarak kullanılmıştır.
- f..Transmikserler çalışmadığı süre zarfında kapalı alanda muhafaza edilmiş ve kazan kısımları telisle sarılmıştır. Dış ortam sıcaklığı dikkate alınarak gerek görüldüğünde transmikserin kazan kısmına sıcak veya normal sıcaklıktaki su konulup bu şekilde bir süre çalıştırıldıktan sonra kazandaki su boşaltılıp, beton yüklemesi yapılmıştır. Ayrıca transmikser operatörlerinin taze betona sonradan su ilave etmesini önlemek amacıyla, su tankları boşaltılmış, beton kıvamının uygun olmadığı durumda redozlama yapılmıştır.

### **3.7. Projenin Planlanan Sürede Tamamlanması İçin Alınan Tedbirler**

Projenin planlanan sürede tamamlanması için aşağıdaki tedbirler alınmıştır.

1. Projede istihdam edilen tüm personele uzman eğitimciler tarafından; görevleri, uygulamada karşılaştıkları problemler, olumsuz hava koşullarında alınması gereken tedbirler, ..vb hakkında hizmet içi eğitimler verilmiştir. [ 1 ]
2. Şantiyedeki çalışmaları aksatacak problemlerle ilgili olarak çözüm takımları kurulmuş ve yapılan beyin fırtınası çalışmalarıyla problemler çözülmüştür.
3. Viyadük şantiyesi Proje Müdürünün talebiyle; Ilgaz İnşaat Şirketler Grubunun Yurt içi ve yurt dışı şantiyelerinde görevli olan, konularında deneyimli teknik elemanlarda viyadük şantiyesi teknik grubunda görevlendirilmiştir.
4. Forekazık yapımında kullanılan donatının hazırlanmasında; gaz altı kaynağıyla çalışan robot teknolojisiyle donatılmış, spiral adımları ve donatı çapları milimetre hassasiyetinde olan otomasyon ağırlıklı 2 adet makine kullanılmıştır.
5. Viyadük hattı boyunca alınan tedbirler sayesinde, farklı branşlarda hizmet veren taşeronluk firmaları aynı anda çalışma imkanı bulmuştur.
6. Viyadükteki 67 adet temelin her birine elektrik direği dikilerek 24 saat kesintisiz çalışma yapılacak ortam sağlanmıştır.

7. Elektrik kesintilerinin çalışmayı aksatmaması için; Beton santrali, prekast üretim sahası, viyadük inşaat güzergahının farklı bölümleri ve sosyal tesislerde yeterli kapasitede jeneratör hazır bekletilmiştir.
8. Beton imalatı ve su kuru için ihtiyaç duyulan su ihtiyacını karşılamak amacıyla, içerisinde ısıtıcı sistemler olan su depoları temin edilmiştir.
9. Çimento fabrikasındaki arızaların beton imalatını aksatmasına tedbir olarak, sabit ve mobil beton santraline 550 ton çimentoyu depolayacak kapasitede 6 adet çimento silosu konulmuş ayrıca alternatif çimento fabrikalarıyla bağlantılar kurulmuştur.
10. Buhar jeneratöründe olası arızanın prekast kiriş üretimini aksatmasını önlemesi amacıyla 1 adet buhar kazanı yedek olarak hazır bekletilmiştir.
11. Beton imalatlarında kullanılan beton pompasının arızalanması durumunda kullanılmak üzere 1 adet beton pompası yedekte hazır bekletilmiştir.
12. Transmikser operatörlerinin betona su ilave etmesini önlemek amacıyla transmikserlerin su tankları boşaltılmış ve gerektiğinde redozlama yapılmıştır.
13. Şantiyeye 120 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli beton santrali ve 60 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli mobil santrali kurulmuş, bunun yanı sıra piyasada faaliyette bulunan 2 hazır beton tesisiyle anlaşma yapılarak ihtiyaç halinde buralardan da beton alınmıştır.
14. Projede ihtiyaç duyulan; kablo kanalları ve alın elemanları Ilgaz İnşaat Şirketler Grubunun bünyesinde bulunan Yenice ve Pozantı Prekast Beton Eleman Üretim Tesislerinde üretilmiştir.
15. Projede C25 sınıfında betonun kullanılması öngörülen; başlık kirişi, mesnet takozları, döşeme ve koruyucu betonun hazırlanmasında C30 sınıfında beton kullanılarak kalıp açma süreleri öne çekilmiştir.
16. Kullanılan iş makinelerinin arızalanmasına tedbir olarak alternatif tedarikçilerle bağlantı kurulmuştur.

#### 4. Öngermeli Prekast Kiriş Üretimi

Projedeki 792 adet I 195 tipi öngermeli prekast kirişin üretilmesi amacıyla, her biri aynı anda 4 adet kiriş üretebilen 2 adet üretim holü olan sabit tesis kurulmuş ve kiriş üretiminde hidrolik sistemle açılıp kapanan kalıplar kullanılmıştır. Üretimin planlandığı sürede tamamlanabilmesi, üretim akışının aksamadan yürümesi ve 24 saat üretim yapılabilmesi için gerekli tedbirler alınmıştır.

##### 4.1. Öngermeli Prekast Kirişlerin Karakteristik Özellikleri

Viyadük inşaatında kullanılacak kirişlerin planlanan sürede tamamlanabilmesi amacıyla tesiste 24 saat sürekli çalışma yapılmış ve alınan tedbirler sayesinde kiriş üretimleri planlanan süreden önce tamamlanmıştır. Projede kullanılan öngermeli kirişlerin karakteristik özellikleri tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Öngermeli kirişlerin karakteristik özellikleri.

Projede kullanılan kiriş	792 adet
Tipi	I 195
Uzunluğu	33,20 m
Ağırlığı	75 ton
Öngermeli çelik tel	34 adet
Beton sınıfı	C40

## 4.2. Öngermeli Prekast Kirişlerin Üretimi

Öngermeli kiriş üretimi 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. [2]

- 1.Aşamada, üretime hazırlanmış olan kiriş kalıplarının içine donatı yerleştirildikten sonra, öngerme halatlarının germe işlemi yapılmıştır
- 2.Aşamada, beton transmikserle üretim merkezine getirilerek kalıp içerisine aşamalı olarak doldurulurken, kiriş kalıbı üzerindeki 12 adet satıh vibratörü çalıştırılarak betonun kalıp içerisine yerleştirilmesi sağlanır.
- 3.Aşamada, kalıp içerisindeki betona minimum12 saatlik buhar kür uygulandıktan sonra kalıptan çıkarılan kirişler, ön stok sahasında su kürüne tabi tutulmuş ve dolyelere yüklenerek montaja gönderilmiştir. Şekil 1 ve 2’de kirişin aşamaları verilmiştir.



Şekil 1 ve 2. Öngermeli prekast kiriş üretimi

## 4.3. Öngermeli Prekast Kiriş Üretiminde Kullanılan Beton Kalitesi

Kiriş üretiminde C40 sınıfında beton kullanılmıştır. Üretimde alınan numunelerin 6 adedi transfer dayanımı için buhar kürüne tabi tutulmuş diğer numuneler ise 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarının tespiti için dış ortamda bekletilmiştir.

**Beton kalitesi**, öngermeli kiriş üretiminde 9700 adet beton numune alınarak basınç dayanımı tespit edilmiştir. Şubat 2007 döneminde kiriş üretiminde alınan numunelerdeki basınç dayanım sonuçları tablo 3’de verilmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde, kiriş üretiminde kullanılan betonun basınç dayanımının proje dayanımına nazaran % 23,8 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Öngermeli kiriş üretiminde basınç dayanım sonuçları

Beton numunenin yaşı	Numune adedi	Matematiksel ortalama N/mm <sup>2</sup>	Standart Sapma N/mm <sup>2</sup>	Varyasyon katsayısı %
Transfer	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. Viyadük Şantiyesinde Yapılan Çalışmalar

### 5.1. Fore kazık

Projede her temelde 16 adet olmak üzere, derinliği 18 – 34 metre arasında değişen 120 cm çapında toplam 1100 adet fore kazık yapılmıştır. Fore kazıkların yapımında, 7 taşeron 10 adet fore kazık makinesi kullanarak 24 saat sürekli çalışma yapmıştır.

**Beton kalitesi**, fore kazık yapımında SDC 32,5 sınıfında çimento kullanılarak C25 sınıfında beton üretilmiştir. Tablo 4’de 1 ve 2 numaralı fore kazıkların yapımında kullanılan betondaki basınç dayanımları verilmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde, fore kazık yapımında kullanılan betonun basınç dayanımının proje dayanımına nazaran % 44,4 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 4.** Fore kazıklardaki basınç dayanımları

Fore kazık No	Beton sınıfı	Çimento cinsi	Basınç dayanımı N/mm <sup>2</sup>	
			7 gün	28 gün
1	C25	SDC 32,5	28,6	37,5
2			25,0	34,7

## 5.2. Radye Temel

Viyadük inşaatında hacimleri 400 – 650 m<sup>3</sup> arasında değişen 67 adet radye temel yapılmıştır. Radye temellerin yapılması sırasında 4 ekskavatör ve 20 damperli kamyon 24 saat sürekli çalışma yapmıştır.

Radye temel donatılarının hazırlanmasında 4 demir taşeronu 170 demir ustasıyla vardiya sistemiyle 24 saat çalışmış ve her temelde yaklaşık 110 ton civarında demir kullanılmıştır. Beton dökümünde soğuk derz olmasına engel olmak amacıyla; 2 beton pompası 10 trans mikser kullanılmış ve radye temelin 2 farklı bölgesinde vibrasyon uygulanmıştır.

**Beton kalitesi**, radye temellerin yapımında SDC 32,5 çimentosu kullanılarak C25 normunda beton üretilmiş ve üretimde 50 m<sup>3</sup> betondan 1 set numune alınmıştır. 10.11.2006 tarihinde yapılan radye temelin farklı kotlarında kullanılan betonun basınç dayanımları Tablo 5’de verilmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde, radye temelde kullanılan betonun basınç dayanımının proje dayanımına nazaran % 42,8 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 5.** Radye temellerdeki basınç dayanımları

Mikser no	Beton sınıfı	Çimento cinsi	Basınç dayanımı N/mm <sup>2</sup>	
			7 gün	28 gün
5.	C25	SDC 32,5	28,5	34,6
18.			30,8	36,7

## 5.3. Elevasyon

Projede 67 adet temelin sağ ve sol olmak üzere her birinde 2 adet elevasyon 4 metrelik kademeler şeklinde yapılmış ve her kademede yaklaşık 10 ton demir kullanılmıştır. Elevasyon yapımında kullanılan plywood kaplamalı tırmanır kalıplar teleskopik mobil vinçlerle monte edilmiştir.

**Beton kalitesi**, elevasyon yapımında PÇ 42,5R çimentosu kullanılarak C25 sınıfında beton üretilmiştir. Tablo 6’da farklı elevasyonların değişik kademelerindeki betonun basınç dayanımları verilmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde, elevasyonda kullanılan betonun basınç dayanımının proje dayanımına nazaran; % 52 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 6.** Elevasyonlardaki basınç dayanımları

Elevasyon kademesi	Beton sınıfı	Çimento cinsi	Basınç dayanımı N/mm <sup>2</sup>	
			7 gün	28 gün
1	C25	PÇ42,5	25,1	34,0
2			27,1	38,6
1	C25	PÇ42,5	32,9	38,7
2			34,5	40,6

#### 5.4. Başlık Kirişi ve Mesnet Takozları

Projede, C25 sınıfında beton kullanılması öngörülmekteyse de hava şartlarının olumsuz olması dikkate alındığından dolayı, C30 sınıfında beton kullanılmıştır.

**Beton kalitesi,** üretimlerde PÇ 42,5 çimentosu kullanılmış olup alınan numunelerdeki basınç dayanımları tablo 7’de verilmiştir. Test sonuçlarının değerlendirilmesinde, kullanılan betonun basınç dayanımının proje dayanımına nazaran; başlık kirişinde % 60, mesnet takozlarında % 108,8 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 7.** Başlık kiriş ve mesnet takozlarındaki basınç dayanımları

Betonun kullanıldığı yer	Tarih	Projedeki beton sınıfı	Basınç dayanımı N/mm <sup>2</sup>	
			7 gün	28 gün
Başlık kirişi ( P19 )	11.11.2006	C25	31,4	41,4
Başlık kirişi ( P18 )	16.11.2006	C25	32,0	38,6
Mesnet takozu ( P8 )	15.01.2007	C25	39,4	52,2
Mesnet takozu ( P47 )	23.01.2007	C25	39,4	52,2

#### 5.5. Öngermeli Kirişlerin Montajı

Projenin yapımına başlanılmadan önce öngermeli kiriş montajının, Ilgaz İnşaatın iş makineleri parkındaki launching girderlerle ( kiriş süren ) yapılması planlanmıştır. Fakat başlık kirişlerinin geometrik şekilleri ve arazi şartları dikkate alındığından dolayı montajlar şekil 3 ve 4’de görüldüğü üzere 250 ton kapasiteli kafes bomlu paletli vinç ve 400 ton kapasiteli teleskopik mobil vinç kullanılarak yapılmıştır.



**Şekil 3 ve 4.** Öngermeli kirişlerin montajı

## 5.6. Diğer Faaliyetler

**Döşeme betonu; olumsuz** hava koşulları dikkate alınarak döşeme betonlarında C30 sınıfı beton kullanılmıştır. Betonun üzeri özel sistemle kapatılarak içerisinde ısıtmak yakılmak suretiyle olumsuz hava şartlarından korunmuştur.

**Kablo kanalları alın elemanları;** Projenin planlanan sürede tamamlanması ve ürün kalitesinin şartname kriterlerine uygun olması için, kablo kanal ve alın elemanları Ilgaz İnşaat Şirketler Grubu bünyesinde olan Yenice ve Pozantı Prekast Beton Eleman Üretim Tesislerinde yapılmıştır.

**İzolasyon;** yaya yürüme yolu betonu döküldükten sonra, V4 viyadüğü üzerine 25.000 m<sup>2</sup> yalıtım malzemesi yerleştirilip garguylar monte edilmiştir.

**Koruyucu beton;** Yalıtım malzemesi üzerine çelik hasır konulduktan sonra 5 cm kalınlığında C30 sınıfında koruyucu beton yapılmış ve üzerine bazalt agregadan üretilen balast konulmuştur.

**Travers;** İstanbul – Ankara Demiryolu Hızlı Tren Projesinde UIC 60 raylarının montajına uygun B 70 sınıfında toplam 680.000 adet, V4 viyadüğünde ise yaklaşık 7.200 adet travers kullanılmıştır. RAIL.ONE ILGAZ firmasının Polatlı'daki Tesisi 2007 yılının ilk aylarında üretime henüz başlamadığından dolayı, Hızlı Tren Projesinde kullanılan traversler RAIL.ONE GmbH Pfeiderer Firmasının; Almanya, Macaristan ve Romanya'daki tesislerinden temin edilmiştir.

V 4 Viyadüğünde; 26.04.2007 tarihinde yapılan törenle hızlı trenin deneme sürüşleri başlamıştır.

## 6. Kaynaklar

- [1] DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2007) Olumsuz Hava Koşullarında Üretilen Astana İshim Nehri Köprüsü Öngermeli Prekast Kirişlerindeki Beton Kalitesi, Yedinci Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- [2] DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2005) Deniz Yapılarında Mikro Silika Kullanımı, Altıncı Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitabı, İstanbul Teknik Üniversitesi.

# Travers Üretimi ve Kalitesi

DÜZBASAN, S<sup>1</sup>, ULUÖZ, S<sup>2</sup>, YAKIT, E<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ilgaz İnş. Tic. Ltd. Şti. Reşatbey Mah. 8.Sokak Kamil Usta Apt.  
Adana /Türkiye ( [ilgazfil@gmail.com](mailto:ilgazfil@gmail.com) )

<sup>2</sup> Ilgaz İnş. Tic. Ltd. Şti Reşatbey Mah. 8.Sokak Kamil Usta Apt.  
Adana /Türkiye ( [uluozsuleyman@hotmail.com](mailto:uluozsuleyman@hotmail.com) )

<sup>3</sup> Rail.One Ilgaz Demiryolu Sistemleri Üretim İthalat İhracat Ltd Şti.  
Organize Sanayi Bölgesi Polatlı /Türkiye ( [erolyakit@hotmail.com](mailto:erolyakit@hotmail.com) )

## Öz

Yurdumuzda hızlı tren ve metro projelerinin başlamasıyla birlikte 250 – 300 km/h hızında hareket eden trenlerin katar yüklerine dayanabilen traverslere olan ihtiyacı gündeme getirmiştir. Türkiye’de yapımı sürdürülmekte olan projelerde ihtiyaç duyulan traverslerin büyük bölümü yurt dışından temin edilmektedir. Bu traverslerin yerli olarak üretilmesi için Polatlı Organize Sanayi Bölgesinde, Rail.One firmasının “now how” ve yüksek seviyedeki otomasyon teknolojisi kullanılarak, yaklaşık 6.000 m<sup>2</sup> kapalı ve 40.000 m<sup>2</sup> açık alanı olan, RailOne Ilgaz Travers fabrikası kurularak üretime başlamıştır.

Karusel sistemiyle üretimin yapıldığı Tesisin kapasitesi 400.000 adet/yıl olup, çalışmaların tüm aşaması “uzak masa üstü bağlantısıyla” (Remote desktop) izlenmekte, gerekli durumlarda sisteme müdahale edilmektedir.

Tesiste kurulan kalite kontrol laboratuvarı elektronik sistemle çalışan test cihazlarıyla donatılmıştır. Rail.One firmasının teknik ekibi tarafından eğitilen laboratuvar personelleri; traverslerin TS EN 13230 kriterlerine uygun olmasını sağlamak amacıyla üretimde kullanılan her türlü ham madde, öngerme çubuklarıyla taze ve prizini almış betonda gerekli olan testleri yapmaktadır. Üretilen traverslerin statik ve dinamik testleri, tesisteki laboratuvarın yanı sıra Münih Teknik Üniversitesinde de yapılarak standarda uygunluğu kontrol edilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Hızlı tren, travers, ileri teknoloji, kalite, ray, rail.one, Ilgaz

## Sleeper Manufacture and Quality

### Abstract

It is made requirement of sleepers which resists wagon loads of trains that departs 250 – 300 km/h speed with start of high speed train and metro projects a current issue. A major part of sleepers which are needed at projects that manufacture continues in Turkey supply from foreign countries. For manufacture of these sleepers as domestic, manufacturing is started by founding RailOne Ilgaz Sleeper Plant which has approx. 6.000 m<sup>2</sup> closed and

*40.000 m<sup>2</sup> open area at Polatlı Organized Industrial Zone, and by using know-how and high quality automatisisation technology of RailOne Company.*

*Capacity of facility which manufacturing is made by Carousel system is 400.000 pcs/year and all stage of practices is monitored by “Remote desktop” and when it is required, intervention is made to system.*

*Quality control laboratory which is established at facility is equipped with test devices which operate with electronic system. Laboratory personnel who are trained by technical team of Rail.One Company make tests that are required fresh concrete and concrete which setting is taken with every kind of raw material and prestressed wire that are used at manufacturing so as to maintain sleeper in accordance with TS EN 13230 criteria. Besides static and dynamic tests of manufactured Sleepers are made at laboratory in facility and at Munich University and compatibility to standard is controlled.*

Keywords: High speed train, sleeper, advanced technology, rail, rail.one, ılgaz

## **1. Giriş**

Petrol fiyatlarının her gün biraz daha artması petrol ithal eden ülkelerin demiryoluna yönelmesini hızlandırmıştır. Demiryolu taşımacılığının önemini dikkate alan Ulaştırma Bakanlığı; TCDD Genel Müdürlüğü ve DLH vasıtasıyla son yıllarda hızlı tren projelerinin yapımına başlamıştır. Hızlı tren projelerinin başlamasıyla birlikte 250 – 300 km/h hızında hareket eden trenlerin katar yüklerine dayanabilen, yüksek teknolojiler kullanılarak üretilen traverslere olan ihtiyacı gündeme getirmiştir. TCDD Genel Müdürlüğüne yapılan Ankara- İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesinde; RAIL.ONE GmbH Pflaederer firmasının Almanya, Romanya ve Macaristan’daki tesislerinde üretilen, UIC 60 raylarının montajına uygun olan B 70 tipinde 680.000 adet travers kullanılmıştır.

Türkiye’deki hızlı tren projelerinde ihtiyaç duyulan traverslerin yerli imkanlarla üretilmesi amacıyla Polatlı Organize Sanayi Bölgesinde Rail.One firmasının now how ve yüksek seviyedeki otomasyon teknolojisi kullanılarak üretim yapan, yaklaşık 6.000 m<sup>2</sup> kapalı ve 40.000 m<sup>2</sup> açık alanı olan RAILONE ILGAZ Travers Fabrikası kurularak üretime başlamıştır.

## **2. Tesisin Tanıtımı**

RAILONE ILGAZ Travers Fabrikası Polatlı Organize Sanayi Bölgesinde 50.000 m<sup>2</sup> sahada kurulmuş olup, Tesisin 6000 m<sup>2</sup> kapalı ve 40.000 m<sup>2</sup> stok sahası mevcuttur. Fabrikada minimum personelle yüksek üretim kapasitesine ulaşılması ve değişik tipteki üretimlerin aynı anda yapılması için, travers üretimlerinin karusel sistemiyle yapılması planlanmıştır.

Tesisin üretim kapasitesi 3’ lü vardiya sisteminde 400.000 adet/yıl olarak planlanmıştır. Üretimin aksatılmadan sürdürülebilmesi amacıyla çalışmaların tüm aşaması “uzak masa üstü bağlantısıyla” (Remote desktop) Almanya’ da Rail.One firmasının merkezinden izlenmekte, herhangi bir problemin olması durumunda üretimin aksamaması için sisteme anında müdahale edilmektedir.

## 2.1. Kalıp Hazırlama Bölümü

Travers kalıpları otomasyon sistemiyle hareket ettirilerek kalıp hazırlama bölümüne getirilmektedir. Bu istasyonda şekil 1’de görüldüğü üzere kalıpların genel kontrol ve temizliği yapıldıktan sonra kalibrasyonu yapılmış özel aletlerle ebat ölçümleri yapılmaktadır. Yapılan kontrollerde uygun olan kalıplar yağlama bölümüne, arızalı olanlar ise gerekli tamiratlar için mekanik teçhizat atölyesine gönderilmektedir



Şekil 1. Travers kalıplarının kontrolü

## 2.2. Yağlama İstasyonu

Genel kontrol ve temizliği tamamlanmış olan kalıplar yağlandıktan sonra, otomatik kumanda sistemiyle yatay konuma getirilerek öngerme halatlarının konulduğu istasyona gönderilmektedir.

## 2.3. Öngermenin Yapılması

Yağlanmış olan kalıbın içerisine, 4 adet öngerme halatı yarı otomatik sistemle yerleştirildikten sonra boşlukları alınmakta ve özel aksesuarları konulduktan sonra öngerme işleminin yapılacağı bölüme gönderilmektedir. Burada yapılan germe işleminden sonra, kalite kontrol elemanları tarafından germe çubuklarındaki yük yapılan ölçümlerle kontrol edilmektedir. Yapılan ölçümlerde öngerme çubuklarında herhangi bir problemin tespit edilmesi durumunda, söz konusu kalıp üretimden çıkarılarak mekanik teçhizat atölyesine gönderilmektedir.

## 2.4. Travers Üretim Merkezi

Ön germe işlemi tamamlanmış olan kalıplar, traversin üretildiği bölüme otomasyon sistemiyle gelmektedir. Operatör üretime hazır olduğu zaman kumanda panosundaki haberleşme sistemini kullanarak beton talebinde bulunmaktadır.

## 2.5. Beton Santrali

Travers fabrikasına kurulan 60 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli beton santralinde her biri 75 ton kapasiteli 2 adet çimento silosu mevcut olup, elektrik kesintilerine tedbir olarak elektrik şebekesi 1000 KVA’lık jeneratörle desteklenmiştir. Hazırlanan beton, dönmekte olan konveyör bandı üzerine boşaltılmakta buradan da gezer beton kovasının içine taşınmaktadır. Konveyör bandı durduğunda gezer beton kovası otomatik sistemle üretim merkezine hareket ederken, beton santral operatörü beton hazırlamaya başlamaktadır.

## **2.6. Gezici Beton Kovası**

Konveyör bandından gezici kova içerisine dökülen beton, elektronik kumanda sistemiyle üretim merkezindeki travers kalıplarının üzerine getirilmektedir. Travers kalıpları 4 bölümden oluşmakta ve gezici beton kovasının alt kısımlarında otomatik sistemle açılıp kapanan 4 adet beton deşarj kısmı bulunmaktadır. Beton, gezici kova kapaklarının açılıp kapatılmasıyla travers kalıplarının içine boşaltılmaktadır. Bu sırada sistemde mevcut vibratörlerin çalıştırılmasıyla da kalıp içerisine konulan betonun maksimum kesafette olması sağlanmaktadır. Beton döküm işlemi tamamlandıktan sonra kalıplar, otomasyon sistemiyle bekleme bölümüne götürülmekte ve burada 2 saat dinlendirilmektedir.

## **2.7. Buhar Kürü**

Tesiste her biri 576 adet traversi alacak kapasitede olan, giriş - çıkış kapıları otomatik sistemle açılıp kapanan 3 adet buhar kür holü mevcuttur. Beton üretiminde kullanılan çimento içerisindeki SO<sub>3</sub> miktarı, buhar kür sıcaklığıyla doğrudan ilgilidir. Bu nedenden dolayı buhar hollerindeki doymuş buhar sıcaklığı, elektronik sistemle kontrol edilmekte ve ortam sıcaklık değişimi kayıt altına alınmaktadır. Sistemde herhangi bir problem olması durumunda “uzak masa üstü bağlantısıyla” Almanya’da RAIL.ONE GmbH Pfeleiderer firmasının merkezinden gerektiğinde müdahale edilmektedir.

## **2.8. Öngerme Çubuklarındaki Basıncın Betona Transferi**

Travers üretimi sırasında alınan 15 cm’ lik küp numuneler traverslerle birlikte buhar kürüne tabi tutulmaktadır. Buhar kürü sonunda alınan küp numuneler, hidrolik preste test edilerek basınç dayanımları tespit edilmektedir. Beton basınç dayanımı minimum 53,5 N/mm<sup>2</sup> olduğu tespit edildikten sonra öngerme çubuklarındaki germe yükü boşaltılarak betona aktarılmaktadır. Boşaltma işleminden sonra travers kalıpları, otomasyon sistemiyle bulunduğu yerden alınıp ters çevrilmekte ve kalıba uygulanan özel bir sistemle kalıp içerisindeki traversler çıkarılarak kalite kontrolün yapılacağı bölüme gönderilmektedir. Burada gözle muayene, çatlak kontrolü yapıldıktan sonra ebat kontrolünün yapılacağı bölümde RAILONE ILGAZ Kalite planlarına göre ölçümler yapılarak TS EN 13230’a uygunluğu kontrol edilmektedir. Uygun olmayan traversler defolu ürün sahasına gönderilmektedir. [ 1 ]

## **2.9. Traverslerin Stoklanması**

Kalite kontrol denetiminden geçen traverslerdeki beton sıcaklığı dış ortam sıcaklığına düştüğü tespit edildikten sonra, forkliftle stok sahasına taşınmaktadır. Stok sahasında bulunan portal vinçlerle bulunduğu yerden alınan traversler kalite planlarında belirtilen şekilde stoklanmaktadır.

## **3. Kalite Kontrol Çalışmaları**

### **3.1. Üretimde Kullanılan Beton Bileşenleri**

#### **3.1.1. Agregası**

Travers üretiminde kullanılacak agregaları belirlemek amacıyla Tesise yaklaşık 120 km’ lik mesafedeki alanda bulunan, konkasör tesisleri ile tabi agrega ocaklarından numuneler

alınmıştır. Agregada numuneleri İlga İnşaat Kalite Kontrol laboratuvarlarında test edilerek TS 706 EN 12620 kriterlerine uygun olanlar tespit edilmiştir. Üretimde kullanılması uygun agregalardan alınan numuneler; TÇMB ve Münih Teknik Üniversitesi Laboratuvarında, alkali agregada reaktivitesi ve petrografik analiz testleri yaptırılarak üretimde kullanılacak agregalar belirlenmiştir.

### **3.1.2. Çimento**

Travers üretimlerimizde kullanılacak çimentoyu belirlemek amacıyla, Tesisimize ekonomik mesafelerde bulunan çimento fabrikalarının 2008 yılı içerisindeki laboratuvar test sonuçları incelenmiş ve bu fabrikalardan alınan numuneler TÇMB laboratuvarlarında test edilerek SO<sub>3</sub> ve alkali miktarları belirlenmiştir. Test sonuçları dikkate alınarak alternatifli olarak seçilen numuneler Münih Teknik Üniversitesinde test edilerek üretimlerimizde kullanılacak çimento fabrikası belirlenmiştir.

### **3.1.3. Beton Kimyasalı**

Travers üretimlerimizde kullanılacak beton kimyasalını tespit etmek amacıyla, beton kimyasallarında fiziksel ve kimyasal testler yapılmış ayrıca beton kimyasalları kullanarak beton dizayn çalışmaları da yapılmıştır. Yapılan testler sonunda üretimlerimizde yeni nesil poli karboksil eter grubu içeren beton kimyasalının kullanılmasına karar verilmiştir.

### **3.1.4. Beton Karma Suyu**

Travers üretiminde TS EN 1008'e uygun özellikte olan su kullanılmaktadır. İlga İnşaatın yüklemine tamamlanan Ankara-İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi V4 Viyadüğünün yapımındaki, 175.000 m<sup>3</sup> betonun hazırlanmasında da aynı su kullanılmıştır. [ 2 ]

## **3.2. Beton Karışım Dizaynının Tespiti**

Travers üretiminde kullanılacak olan beton dizayn çalışmaları 5 aşamada gerçekleştirilmiştir.

1. Aşama; Beton dizayn çalışmaları İlga İnşaat Kalite Kontrol Laboratuvarlarında yapılmıştır. Beton deneme çalışmaları, karusel üretim tekniği gereğince betonun kalıp içerisine yerleştirilmesi için gerekli olan süre dikkate alınarak yapılmıştır.
2. Aşama; Beton deneme karışımları RAIL.ONE GmbH Pfeiderer firmasının kalite kontrol elemanlarıyla birlikte tekrarlanmıştır.
3. Aşama; Travers üretiminde kullanılması düşünülen beton dizaynları, RAIL.ONE GmbH Pfeiderer firması tarafından Almanya'daki bağımsız laboratuvarlarda tekrarlanarak sonuçlar teyit edilmiştir.
4. Aşama; Travers fabrikasında, RAIL.ONE GmbH Pfeiderer ve İlga İnşaatın teknik elemanlarınca yapılan deneme üretimleri sırasında alınan beton numunelerle traverslerin TS EN 13230'a uygunluğu yapılan testlerle tespit edilmiştir.
5. Aşama; Deneme üretimlerinden alınan 22 adet travers numunesi Münih Teknik Üniversitesinde dinamik ve statik test yapılarak standartlara uygunluğu tespit edilmiştir.

### 3.3. Travers Üretiminde Kalite Kontrol Çalışmaları

Travers üretimlerinde kullanılan beton, EN 206 -1’de belirtilen kriterlere uygun olarak hazırlanmaktadır. Üretimlerde C50/60 sınıfı beton kullanılmakta olup, üretimler sırasında aşağıda belirtilen testler yapılmaktadır.

#### 3.3.1. Travers Üretiminde Basınç Dayanım

**Transfer dayanımı**, travers üretimden alınan 150 mm’ lik küp numunelere traverslerle birlikte buhar kürü uygulandıktan sonraki basınç dayanımı tespit edilmekte ve numunelerdeki basınç dayanımı “ **fc,küp min.  $\geq$  48,0 N/mm<sup>2</sup> ve ortalama fc,küp min.  $\geq$  53,5 N/mm<sup>2</sup> ” olduğu tespit edildikten sonra öngerme çubuklarındaki yük betona transfer edilmektedir.**

**28 günlük basınç dayanımı**, travers üretiminden alınan 150 cm’lik küp numunelere buhar kürü uygulandıktan 28 gün sonra basınç dayanımı tespit edilmektedir. Travers üretimlerinden alınan numunelerin 28 günlük basınç dayanımları “ **fc,küp min.  $\geq$  60,0 N/mm<sup>2</sup> ortalama fc,küp min  $\geq$  66,5 N/mm<sup>2</sup> ” olması gerekmektedir.**

Mayıs 2008 dönemindeki travers üretiminde alınan 144 adet beton numunedeki basınç dayanım sonuçları tablo 1, şekil 2 ve 3’de verilmiştir.

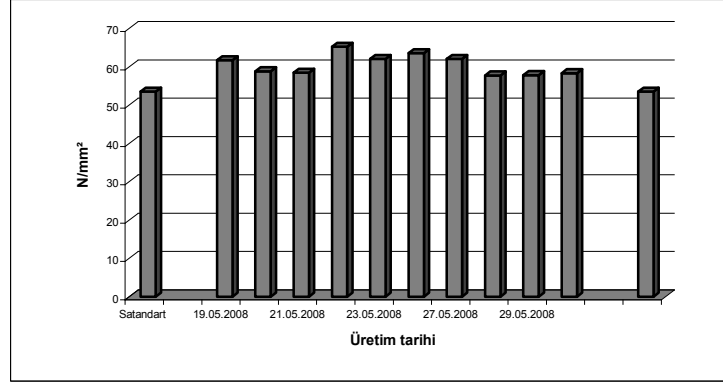
Beton basınç dayanım sonuçlarının değerlendirilmesi;

**Transfer dayanımı**; üretilen traverslerle aynı şekilde buhar kürü uygulanan 60 adet beton numunedeki transfer dayanımı 62,3 N/mm<sup>2</sup> olup bu değer fc, küp min.  $\geq$  53,5 N/mm<sup>2</sup>’den % 16,4 mertebesinde daha fazladır.

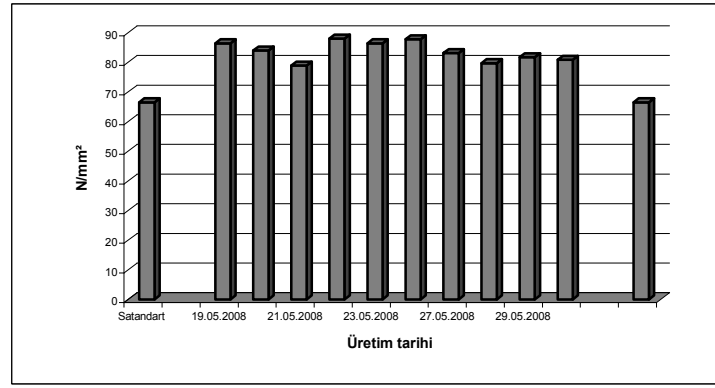
**28 günlük basınç dayanımı**; üretilen traverslerle aynı şekilde buhar kürü uygulanan 60 adet beton numunedeki 28 günlük basınç dayanımı 83,8 N/mm<sup>2</sup> olup bu değer fc,küp min.  $\geq$  66,5 N/mm<sup>2</sup>’den % 26,1 mertebesinde daha fazladır.

**Tablo 1.** Mayıs 2008’de üretilen traverslerdeki basınç dayanımları

Üretim tarihi	Buhar kür saati	Basınç dayanımı ( N/mm <sup>2</sup> )	
		Transfer	28 Günlük
19.05.2008	23	61,7	86,4
20.05.2008	22	58,8	84,0
21.05.2008	21	58,4	78,9
22.05.2008	22	65,2	88,0
23.05.2008	21	62,0	86,4
26.05.2008	22	63,5	87,8
27.05.2008	22	62,0	83,1
28.05.2008	22	57,7	79,7
29.05.2008	22	57,8	81,7
30.05.2008	23	58,3	80,8



Şekil 2. Transfer basınç dayanım sonuçlarının değerlendirilmesi



Şekil 3. 28 Günlük basınç dayanım sonuçlarının değerlendirilmesi

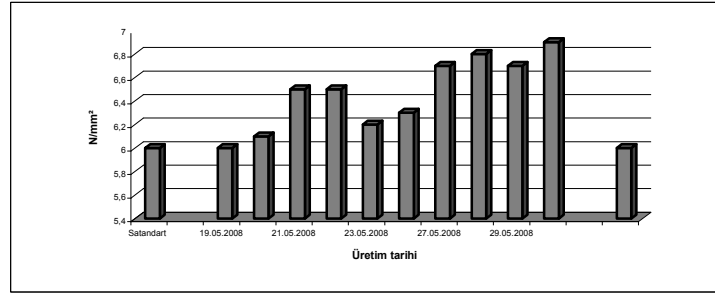
### 3.3.2. Eğilme Dayanımı Testi

Travers üretimi sırasında taze betondan alınan 150x150x600 mm' lik beton prizma numuneleri traverslerle birlikte buhar kürü uygulanmakta ve 7 gün su küründen sonra EN 12390 – 3 eğilme dayanımı testine tabi tutulmaktadır. Eğilme test sonucu “ tek numunede  $f_{ct,7}$  gün, min.  $\geq 5,5$  N/mm<sup>2</sup> , numunelerin ortalaması  $f_{ct,7}$  gün, min.  $\geq 6,0$  N/mm<sup>2</sup> ” olması gerekmektedir. Mayıs 2008 döneminde yapılan travers üretiminden alınan prizma numunelerinde yapılan eğilme dayanımı test sonuçları tablo 2 ve şekil 4’de verilmiştir.

**Eğilme dayanımı sonuçlarının değerlendirilmesi;** Üretilen traverslerle aynı şekilde buhar kürü uygulanan 30 adet beton prizma numunedeki eğilme dayanımı 6,47 N/mm<sup>2</sup> olup bu değer  $f_{c,7}$  gün, min.  $\geq 6,0$  N/mm<sup>2</sup>’den % 7,83 mertebesinde daha fazladır.

Tablo 2. Mayıs 2008’de üretilen traverslerdeki eğilme dayanımları

Üretim tarihi	Eğilme dayanımı ( N/mm <sup>2</sup> )
19.05.2008	6,0
20.05.2008	6,1
21.05.2008	6,5
22.05.2008	6,5
23.05.2008	6,2
26.05.2008	6,3
27.05.2008	6,7
28.05.2008	6,8
29.05.2008	6,7
30.05.2008	6,9



Şekil 4. Eğilme dayanımı test sonuçlarının değerlendirilmesi

### 3.3.3. Test Sonuçlarının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Mayıs 2008 dönemindeki travers üretiminde alınan numunelerdeki test sonuçlarının standart sapma ve varyasyon katsayılarının değerlendirilmesi tablo 3’de verilmiştir. ACI kriterlerine göre istatistiksel olarak yapılan değerlendirmede, travers üretiminde kullanılan betonun kalitesi, fevkalade iyi şekilde kontrol edilen beton kategorisine girdiği tespit edilmiştir. [3]

**Tablo 3.** Beton kalitesinin ACI standartlarına göre istatistiksel değerlendirilmesi

Değerlendirme parametresi	Standart sapma N/mm <sup>2</sup>	Varyasyon katsayısı	
		%	ACI’e göre değerlendirme
Transfer dayanımı ( Kür sonu )	2,54	4,2	Fevkalade
Basınç dayanımı (28 gün )	3,2	3,8	Fevkalade
Eğilme dayanımı ( 7 gün )	0,3	4,6	Fevkalade

### 3.3.4. Statik Test

Travers üretimi sırasında 1000 adet traverste 1 adet statik test uygulanmaktadır. Statik testte, traverse 150 KN test yükü verildikten sonra 2 dk beklenilmekte ve traverse çatlama olup olmadığı kontrol edilmektedir. Tatbik edilen yük, aşamalı olarak 10’ar KN yükselttilerek test devam etmektedir. Travers Fabrikası Kalite Kontrol Laboratuarında, TCDD Genel Müdürlüğünce oluşturulan teknik heyet huzurunda yapılan statik testten görüntüler şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. Traverste statik test yapılması

## 4. Travers Kalitesini Yükseltmeye Yönelik AR-GE Çalışmaları

Travers üretimiyle ilgili olarak yapılan değişik amaçlı AR-GE çalışma sonuçları dikkate alınarak, travers üretiminde aşağıdaki hususlara özen gösterilmektedir.

- Üretim kalıplarının bakım ve onarımının yapılması için kurulan mekanik teçhizat atölyesindeki personeller, uzman ekipler tarafından eğitilmiştir.
- Betonun işlenebilme süresi dikkate alındığından, her partide azami 0,5 m<sup>3</sup> beton üretilmekte ve üretilen traversler buhar holüne konulmadan dinlendirilmektedir.
- Taze beton sıcaklığı, buhar hol sıcaklığı, hol içerisine konulan travers betonunun sıcaklığı, hol ortam nemi elektronik sistemle ölçülerek kontrol altına alınmıştır.
- Etrengeit oluşmasına engel olmak için, kullanılan çimentodaki SO<sub>3</sub> miktarı dikkate alınarak buhar hol sıcaklığı ayarlanmaktadır.
- Üretilen traverslerde; özel kimyasal maddeler kullanılarak çatlak olup olmadığı kontrol edilmekte, akredite olmuş firmalar tarafından kalibresi edilen elektronik ölçüm aletleri kullanılarak milimetrik hassasiyette ebat ölçümleri yapılmaktadır.
- Travers beton sıcaklığı ve dış ortam sıcaklığı dikkate alınarak traverslerin stok sahasına ne zaman nakledileceğine karar verilmektedir.

## 5. Kaynaklar

- [ 1 ] RAILONE ILGAZ, RAIL.ONE GmbH Pflleiderer, Ilgaz İnşaat Kalite Planları  
[ 2 ] Ankara - İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi, Ilgaz İnşaat Tic.Ltd.Şti.  
[ 3 ] ACI Committee 308,1998, “Standart Specification for Curing Concrete (ACI 308.1-98 )” American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich., 9 pp.  
Kullanılan standartlar : EN 206-1, EN 12390-3, EN 12390-5, EN-12390-7, TS 706 EN 12620, TS EN 13230, TS -EN 1008, TS 802, TS 2941, TS 3261, TS 3523, TS 3526, TS 3527, TS 3648, TS 6085