

**BETON**  
**2008**



**YAPI ÜRÜNLERİ  
ÜRETİCİLERİ  
FEDERASYONU**

**ULUSLARARASI HAZIR BETON  
KONGRESİ BİLDİRİLERİ**

**19-21 Haziran 2008, İstanbul**

**INTERNATIONAL READY MIXED  
CONCRETE CONGRESS PROCEEDINGS**

**June 19-21 2008, İstanbul / Turkey**

## SUNUŞ

İlki 2004 yılında Türkiye Hazır Beton Birliği'nce (THBB) gerçekleştirilen Hazır Beton Kongreleri'nin ikincisi **Beton 2008** adı altında düzenlenmiş bulunmaktadı.

Bilindiği gibi betonarme yurdumuzda en yaygın uygulanan yapı sistemidir ve beton bu sistemin ana malzemesidir. Betonun endüstrileşmesi ve hazır beton olarak sunumunun Dünya'da 100 yılı aşan bir geçmişi olmakla birlikte yurdumuzda 80'li yıllarda başladığı bilinmektedir. Aradaki bu uzun gecikmeye rağmen hazır beton sektörü THBB'nin öncülüğünde hızlı gelişme göstermiş ve aradaki farkı büyük lde kapatmıştır; řu anda 75 milyon metre küpe ulaşan yıllık beton üretim miktarı ile Avrupa lkeleri arasında ilk n içinde yer almaktadır.

Hazır beton üretimindeki gelişme ile birlikte betonun denetlenmesi konusunda çalışmalar başlatılmış ve hazır beton tesislerinde sistem ve ürün bazında denetlemeler yapan Kalite Güvence Sistemi (KGS) 13. yılına girmiştir. Ancak bu sistem gönüllülük temelinde dayandığı için henüz tüm sektörü kapsayamamıştır. Öte yandan, Bayındırlık ve İşkan Bakanlığı, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği'ni çıkararak yapı malzemelerinde CE işaretlemesini zorunlu hale getirmiştir. Ancak bu olumlu gelişme TS EN 206-1 Standardının uyumlaşmış bir standard olmaması nedeniyle betonu kapsayamamış, bu nedenle Bakanlık beton ve bazı ürünler için ulusal düzeyde "G işaretlemesi" sistemini getirmiştir. Bu sistemin bir an önce uygulamaya konulması gerekmektedir.

Beton 2008 Kongresi'nde toplam 66 bildiri sunulacak ve bildiri metinleri elinizde bulunan kongre kitabında yer alacaktır. Bildirilerin hem beton teknolojisindeki son gelişmeleri ve beton konusundaki bilimsel çalışmaları kapsaması hem de bu konuların tartışılacağı bir ortamın oluşması nedeniyle kongrenin önemli olduğuna inanıyoruz.

Kongrenin yapı sektörüne ve beton konusunda çalışanlara yararlı olmasını dileriz.

**Prof. Dr. Hulusi ÖZKUL**

**Bilim Kurulu Adına**

Cam Tozu, Cüruf ve Zeolit ile Üretilen ve Perlit Agregası İçeren Harçların Isı İletkenliği ve Mukavemetleri <i>Strength and Thermal Conductivity of Mortars Including Perlite Aggregate, Glass Powder, Slag and Natural Zeolite</i> .....	601
<b>İbrahim Türkmen, Satuk Buğra Fındık, Ahmet Ferhat Bingöl</b>	
Ankara'daki Hazır Beton Tesislerin Teknik Personelinin Eğitim Düzeyleri <i>The Education Level of Technical Personnel of The Ready-Mixed Concrete Plants in Ankara</i> .....	613
<b>Emre Sancak, Ahmet Gökdemir</b>	
Ankara – İstanbul Demiryolu Hızlı Tren Projesi Kapsamında Bulunan Sakarya Nehri Üzerinde Yapılan V4 Viyadüğünde Kullanılan Öngermeli Kirişlerin Üretimi ve Kalitesi <i>The Production and The Quality of The Pretensioned Girders Used In The V 4 Viaduct Built on The Sakarya River Within The Scope Of Ankara – İstanbul Railway Fast Train Project</i> .....	625
<b>Selahattin Düzbasan, Süleyman Uluöz, Erol Yakıt, Mustafa Camcıoğlu</b>	
Hematit Agregalı Betonun Radyasyon Önlemede Kullanımın Araştırılması <i>An Investigation on Usage of Concrete With Hematite Aggregate on Radiation Shielding</i> .....	635
<b>Mümin Filiz, Osman Gençel, Cengiz Özel, Emre Sancak</b>	
Poliakrilonitril Lifinin Betonda Kullanımının Araştırılması <i>Investigation of Using of Polyacrylonitrile Fiber In Concrete</i> .....	645
<b>Yüksel Esen, Berivan Yılmaz</b>	
<b>4. OTURUM / SESSION 4</b>	
Properties and Durability of Repair Material of Damaged Structures In Hot Environment .....	652
<b>A.S.E. Belaidi, Lakhdar.Azzouz, S. Kenai, B. Benabed, B. Menadi</b>	
Performance of Strengthened Beam-Column Joint by Hybrid FRP Laminates.....	661
<b>N. Attari, S. Amziane, M. Chemrouk</b>	
Kendiliğinden Yerleşen Beton ve Yapı Güçlendirme İşlerinde Örnek Bir Uygulama <i>Self Compacting Concrete and an Example for Supporting Application</i> .....	671
<b>Bilal Apakhan, Tahir Turgut</b>	
Çankırı Karatekin Üniversite Binasında Yapılan Güçlendirme Çalışması <i>Seismic Rehabilitation of The Çankırı Karatekin University Building</i> .....	678
<b>Selahattin Düzbasan, Süleyman Uluöz, Erol Yakıt</b>	

**ANKARA 6 STANBUL DEM RYOLU HIZLI TREN  
PROJES KAPSAMINDA SAKARYA NEHR ÜZER NDE  
YAPILAN V4 V YADÜ ÜNDE KULLANILAN  
ÖNGERMEL K R LER N ÜRET M VE KAL TES**

**THE PRODUCTION AND THE QUALITY OF THE PRETENSIONED  
GIRDERS USED IN THE V 4 VIADUCT BUILT ON THE SAKARYA  
RIVER WITHIN THE SCOPE OF ANKARA 6 STANBUL RAILWAY  
FAST TRAIN PROJECT**

**Selahattin Düzbasan**

Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Ankara

**Süleyman Uluöz**

Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Adana

**Erol Yak,t**

Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Yenice

**Mustafa Camc,o lu**

Ilgaz n aat Tic. Ltd. ti  
Polatl,

**Özet**

Ankara 6 stanbul Demiryolu H,zl, Tren Projesi kapsam,nda Polatl, 6 Eski ehir aras,nda 2400 metre uzunlu undaki, Türkiye'nin en uzun viyadüklerinden birinin yap,m, daha gerçekte tirilmi tir. Projede; 1100 adet fore kaz,k, 67 adet temel ve elevasyon, 792 adet öngermeli kiri , prefabrik kablo kanallar, ve al,n elemanlar,n,n yap,m,nda, de i ik s,n,fta 175.000 m<sup>3</sup> beton, 25.000 ton donat, ve 1000 ton öngerme halat, kullan,lm, t,r.

Üretimi tamamlanan öngermeli kiri montaj,n,n Ilgaz n aat i makine park,nda bulunan launching girderlerle ( Kiri süren ) yap,lmas, planlanm, , fakat antiye artlar, ve ba l,k betonunun ekli dikkate al,nd, ,ndan dolay,, montajlarda 250 ton kapasiteli kafes bomlu paletli vinçle, 400 ton kapasiteli teleskopik mobil vinç kullan,lm, t,r.

Proje kapsam,nda ihtiyaç duyulan al,n elemanlar, ve kablo kanallar,, Ilgaz n aat,n Yenice ve Pozant, prefabrik beton eleman tesislerinde üretilmi tir. Ankara - stanbul Demiryolu H,zl, Tren Projesinde UIC 60 raylar,na uygun 680.000 adet B 70 tipi travers, V4 viyadü ünde ise, 7.200 adet B 70 tipi travers kullan,lm, t,r. Ilgaz n aat,n Alman orta , RAIL. ONE ile Polatl,da kurmu oldu u travers fabrikas,n,n montaj i leri 2007 y,l,nda henüz tamamlanmad, ,ndan, projede kullan,lan traversler, RAIL.ONE firmas,n,n Almanya, Macaristan ve Romanya'daki tesislerinden temin edilmi tir.

Projede görev alan farklı, meslek disiplinindeki teknik eleman, formen ve kalifiye elemanlar,n vardiya sistemiyle 24 saat kesintisiz özverili ve koordineli çal, mas,, antiyenin ihtiyaç, 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.

## Abstract

The building of one of the longest viaducts in Turkey, 2400 meters between Polatl, - Eski ehir, within the scope of Ankara ó Istanbul Railway Fast Train Project, has been completed. In the project, 1100 fore piles, 67 groundings and elevation, 792 pretensioned girders, prefabricated cable canals, and in the production of frontal elements, in various classes about 175.000 m<sup>3</sup> of concrete, 25.000 tons of equipment and 1000 tons of pretension rope, have been used.

The montage of the pretensioned girders, the production of which is completed, has been planned to be carried out by the launching girders (girder driver) in the Ilgaz n aat work machines park, but, when the building site and shape of the head concrete are taken into consideration, cage boomed tracked crane of 250 tons and telescopic mobile crane of 400 tons have been used in the montages.

The fore elements and cable canals required within the project have been produced in the prefabricated concrete element facility of Ilgaz n aat in Yenice and Pozant,. In the Ankara ó Istanbul Railway Fast Train Project, 680.000 sleepers in conformity with the UIC 60 rails have been used, and in V4 viaduct, 7.200 of B 70 ó type sleepers. Since the montage works of the sleeper facility, which Ilgaz n aat and its German partner RAILONE established in 2007 in Polatl, has not been completed, the sleepers to be used in the project, have been supplied from the establishments of the RAIL.ONE in Germany, Hungary and Romania.

Thanks to technical staff, foremen and qualified staff of different occupations, who are assigned in the project, worked 24 hours in shift system in a devoted and coordinated way, the machines and the equipments supplied in time, the cautions taken in time for the negative air and terrain conditions, the building of the viaduct has been completed in 7 months, which is a record.

## 1. G R

Ankara stanbul Demiryolu H,zl, Tren Projesi kapsam,nda bulunan V4 viyadü ü; Polatl, ç,k, ,ndan yakla ,k 14. kilometrede ba lamakta ve Sakarya nehrinin üzerinden geçerek demiryolu ana güzergâh,na ba lanmaktadır. Projenin yap,m,na ba lan,lmadan önce al,nan tedbirler sayesinde, olumsuz hava ko ullar,nda bile vardiyal, sistemle 24 saat kesintisiz çal, ,lan V4 viyadü ünün karakteristik özellikleri çizelge 1øde verilmi tir. V4 viyadü ünde kullan,lan öngermeli kiri lerin üretimi, antiyede kurulan sabit tesiste yap,lm, t,r. Proje kapsam,nda bulunan betonarme yap,lar, öngermeli kiri üretiminin tüm a mas, ile üretim kalitesi antiyede kurulan kontrollük te kilat,yla, Ilgaz n aat bünyesindeki kalite kontrol laboratuvarlar,n,n teknik elemanlar, taraf,ndan 24 saat kesintisiz yap,lm, t,r.

Çizelge 1. V4 Viyadü ünün karakteristik özellikleri.

Viyadü ün uzunlu u	(m)	2.400
Fore kaz,k	(adet)	1.100
Radye temel ve elevasyon	(adet)	67
Projede kullan,lan öngermeli kiri	(adet)	792
Projede kullan,lan beton	(m <sup>3</sup> )	175.000
Projede kullan,lan donat,	(ton)	25.000
Projede kullan,lan öngerme halat,	(ton)	1.000

## 2. PROJE KAPSAMINDA YAPILAN ALT YAPI ÇALI MALARI

Teda ön orta gerilim hatlarından alınan elektrik enerjisi, burada tesis edilen trafolar yardımıyla alçak gerilime dönüştürülmü ve ebeke elektrik kesildiğinde otomatik olarak devreye giren jeneratörlerle desteklenmiştir. Su kesintilerine tedbir olarak buhar jeneratör merkezine her biri 20 ton kapasiteli 2 adet su tankı, beton santraline ise her biri 15 ton olan 4 adet su tankı konulmuştur. Soğuk havadaki beton üretimlerinde gerekli olan kar, suyunu tutmak amacıyla tankların içine özel ısıtma sistemleri döşenmiş ve ısı kaybını önlemek için su tankları kapalı ortamda muhafaza edilmiştir.

Yaz aylarında, antiyem sahasında yapılacak çalışmaların aksatılmaması için, yaklaşık 10 km uzunluğunda yol yapılmış ve ana zeminde gerekli iyileştirmeler yapıldıktan sonra 100.000 ton civarında bazalt agregası serilmiştir. Projenin yapım sürecinde 24 saat sürekli çalışma yapılmış, planlandığından dolayı, 10 km kapsama alan olan telsiz sistemi kurulmuştur.

## 3. PROJEDE KULLANILAN BETONUN ÜRETİMİ

Projede kullanılacak betonun üretilmesi amacıyla, ekil 1'de görülen 120 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli sabit beton santraliyle, ekil 2'de görülen 60 m<sup>3</sup>/saat kapasiteli mobil beton santrali kurulmuştur. Elektrik kesintilerine tedbir olarak beton santralinin besleyen elektrik ebesi, 200 KVA'dık jeneratörle desteklenmiştir.



ekil 1. Sabit beton santrali.



ekil 2. Mobil beton santrali.

### 3.1. Beton Bileşenleri

**Agrega;** Proje kapsamındaki fore kazık, radye temel, elevasyon, balık kırıntı, döşeme ve koruyucu betonların üretiminde, 4. derecedeki gradasyonda kalker agregası kullanılmıştır. Proje kapsamında kullanılan 792 adet öngermeli kırının ilk 50 adedinde kalker agregası kullanılmışsa da, öngerme hataların daha kısa sürede keşbedilmesi için daha sonraki üretimlerde bazalt agregası kullanılmaya başlanmıştır.

**Çimento;** fore kazık ve radye temel yapımında SDC 32,5 çimentosu kullanılmış, elevasyon, balık kırıntı, mesnet takozlar ve kırın üretiminde ise, CEM I (PÇ 42,5 R) çimentosu kullanılmıştır. antiyemeye getirilen çimentonun yeterince dinlenebilmesi için sabit beton santraline 100 ton kapasiteli 4 adet çimento silosu, mobil beton santraline ise, 75 ton kapasiteli 2 adet çimento silosu konulmuştur. Bu sayede antiyemde 550 ton çimentoyu depolama imkânı, mümkün olmuştur.

**Beton Kimyasal;** Beton üretimlerinde süper akıcı, kanlı, kullanılmayan yan, sıra taze betonu soğuk ve sıcak hava koşullarının olumsuz etkisinden korumak amacıyla de i ik beton kimyasallar da kullanılmıştır.

**Beton Kar, su ve Kür Suyu;** Tesisteki kullanma suyu, beton kar, su ve kür suyu olarak kullanılmıştır.

### 3.2. Üretimlerde Kullanılan Beton Dizaynları, Tespit Edilmesi

Projede kullanılacak beton karışımları, tespit çalınmaları, 4 a amada yapılmıştır.

- 1.A amada; betonun hazırlanmasında kullanılacak agregalar, belirlemek amacıyla, ekonomik mesafelerde bulunan konkasör tesislerinden alınan agregalar, TS 706 EN 12620'e uygunluğunu tespit edilmiştir.
- 2.A amada; Yörede faaliyette olan çimento fabrikaları, CEM I (PÇ 42,5 R) ve sülfata dayanıklı, (SDÇ 32,5) çimentoların kalitesi yapılan testlerle tespit edildikten sonra çimentoların temin edileceği fabrikalar belirlenmiştir.
- 3.Beton karışımı ve kür suyuyla, beton üretiminde kullanılacak, düğümlenmiş beton kimyasalların standartlara uygunluğunu yapılan testlerle tespit edilmiştir.
- 4.A amada; Laboratuvar ortamında yapılan beton deneme karışımlarından alınan numuneler, projenin devam sırasında olumsuz hava koşullarıyla karşılaşılacak, dikkate alınarak, depremli ortamlarda muhafaza edildikten sonra teste tabi tutulmuştur. Test sonuçları, değerlendirilerek projedeki betonarme yapılarda kullanılacak beton dizaynları, alternatifli olarak tespit edilmiştir.
- 5.A amada; Kontrollük tekilatı, teknik elemanlarınca oluşturulan heyet huzurunda tekrarlanan beton deneme karışımlarından alınan numuneler test edilerek, projede kullanılacak beton dizaynları onaylanmıştır.

## 4. OLUMSUZ HAVA KOŞULLARINDA ALINAN TEDBİRLER

Projenin yapımı sırasında olabilecek olumsuz hava koşullarına karşı alınacak tedbirleri tespit etmek amacıyla aşağıda belirtilen çalınmaları yapılmıştır. [1]

- a.Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan 10 yıllık mevsimsel sıcaklık değişimleri istatistiksel olarak değerlendirilerek, antiye çalınma planları yapılmış ve olumsuz hava koşullarında alınacak tedbirler tespit edilmiştir.
- b.Agrega stok sahasına drenaj sistemi yapılarak su birikintileri önlenmiştir. Stoktaki agregaların kışın yağmur ve dondan yazın ise aşırı sıcaklıktan etkilenmesini önlemek amacıyla belli bir miktarda agreganın üzeri örtülerek muhafaza altına alınmış ve soğuk havalarda konkasör tesisinde yeni hazırlanan kırma agregalar kullanılmıştır.
- c.Beton santralının bunkerleri, konveyör bandı, mikseri, beton kimyasallar ve su tanklarıyla bunların bağlantı ebekeleri izolasyonlu sistemle kapatılmış, agregaların sıcaklığı, doymuş su buharı ile ısıtılmış ve soğuk havalarda karışım suyu 50°C kadar ısıtılarak kullanılmıştır.
- d.Transmikserler çalınmadıkça, süre zarfında kapalı alanda muhafaza edilmiş ve kazan kışın, telisle sarılmıştır. Drenaj ortam sıcaklığı, dikkate alınarak gerek görüldüğünde transmikser kazanlarına sıcak veya normal sıcaklıktaki su konulup bu şekilde bir süre çalınmıştır, kazandaki su boşaltılıp beton yüklemesi yapılmıştır.
- e.Transmikser operatörünün betona su ilave etmesini önlemek amacıyla, tanktaki su boşaltılmış, beton kıvamının uygun olmaması halinde redozlama yapılmıştır.
- f.Projede görevli teknik elemanlar, formler ve taahhütlere konularında uzman kişilerce; Beton üretiminde kullanılacak agrega, çimento, beton kimyasallar ve donatıların teslim alınması, korunması, normal ve anormal hava koşullarında beton üretimi, nakli, redozlama yapılması, betonun kalıpların içerisine konulup titre edilmesi, buhar ve su kütlesi, beton yapıların hava koşullarından korunması vb konuların uygulamaları olarak anlatılmış, eğitimler verilmiştir.

## 5. ÖNGERMELİ KİRİ ÜRETİM TESİS VE ÜRETİM

Proje kapsamında kullanılacak 792 adet I 195 tipi öngermeli prekast kirişin üretilmesi amacıyla, antiye sahasına ekil 3'deki sabit tesis kurulmuştur. Tesise her biri aynı anda 4 adet kirişi üretebilen 2 üretim hali yapılmış, ve üretimde ekil 4'de görülen hidrolik sistemle açılıp kapanan kalıplar kullanılmıştır. Üretime 24 saat sürekli devam edebilmek için, tesise 40 ton kapasiteli 4 adet portal vinç, 2.500 kg/saat kapasiteli 2 adet buhar jeneratörü, 6 adet demir bükme ve kesme makinesi, her biri 20 ton kapasiteli 2 adet su tankı, 1 adet 150 KVA'lık jeneratör alınmıştır.



ekil 3. Kiri üretim tesisi.



ekil 4. Kiri üretim hol ve kalıplar.

### 5.1. Öngermeli Prestekst Kirişlerin Üretimi

V4 Viyadükün inşaatında, karakteristik özellikleri çizelge 2'de verilen öngermeli kirişler kullanılmış olup, kirişlerin üretimi 3. aşamada gerçekleştirilmiştir. [2]

Çizelge 2. Öngermeli kirişlerin karakteristik özellikleri

Tipi	Uzunluğu	Ağırlığı	Kirişteki çelik tel	Beton sınıfı
I 195	33,20 m	75 ton	34 adet	C 40/50

1. A aşamada; kiriş kalıbına konulan donatıların arasına sürülen 34 adet öngerme halatına Paul germe makinesiyle kullanılarak 3 kademe (110, 210 ve 290 barlık) germe işlemi uygulanmıştır.
2. A aşamada; transmikserle üretim merkezine getirilen beton, kalıp içerisine ahenek olarak doldurulurken kiriş kalıbı üzerindeki 12 adet yatay vibratörü çalıştırılarak betonun kalıp içerisine yerleşmesi sağlanmıştır.
3. A aşamada; kalıp içerisindeki beton 2 saat dinlendirildikten sonra 12 saatlik buhar kürü uygulanmış ve transfer dayanım minimum 37,5 N/mm<sup>2</sup>'e geldiğinde öngerme halatlar kesilmiştir. Kiriş beton sıcaklığı, ortamdaki sıcaklığa eşit duruma gelince kalıptan çıkarılan kirişler ön stok sahasına taşıyıcı su kürü uygulanmış ve kiriş betonuna ait numunelerdeki basınç dayanım, proje dayanımına ulaştırılmasında, dolyelere yüklenen kirişler montaj sahasına gönderilmiştir. ekil 5,6 ve 7'de kiriş üretiminin aşamaları verilmiştir.



ekil 5. Beton dökümü.



ekil 6. Buhar kürü.



ekil 7. Ön stok sahasına nakil.

## 5.2. Öngermeli Prekast Kiri Üretiminde Kullanılan Beton Kalitesi

Proje kapsamında bulunan yapılarda kullanılan betonun kalitesi, Kontrollük te kilat, ve Ilgaz n aat tarafından kurulan 2 de i ik laboratuarda görevli teknik elemanlar tarafından, 24 saat sürekli olarak takip edilmiştir.

**Kontrollük te kilat, laboratuvar;** Proje kapsamında kullanılan beton üretimlerinden alınan numuneler test edilerek, artname limitlerine uygunluğu kontrol edilmiştir.

**İlgaz n aat laboratuvar;** Projenin planlanan sürede tamamlanması, olumsuz hava koşullarında alınması, gereken tedbirlerin önceden tespiti ve konuyla ilgili AróGe çal, malar, n, n yapılabilmesi, in aatta kullanılacak her türlü beton elemanlar, n, n yan, s, ra öngerme halat ve in aat demirlerindeki kaliteyi tespit edebilmek amacıyla geniş kapsamlı kalite kontrol laboratuvarı kurulmuştur. Proje kapsamındaki 792 adet öngermeli prekast kiri in üretiminde; C 40 s, n, f, nda 24.000 m<sup>3</sup> beton, 1.000 ton öngerme halat, ve 4.200 ton donatı kullanılmıştır. Öngermeli kiri üretiminde buhar küründen sonraki basınç dayanım, n, n min. 37,5 Mpa olmalıdır, gerekmektedir. Kiri üretim hızını artırmak amacıyla yapılan Ar ó Ge çal, mas, sonunda; 2,68 g/cm<sup>3</sup> özgül ağırlık, ndaki kalker agregası yerine, özgül ağırlık, , 2,85 g/cm<sup>3</sup> olan bazalt agregası kullanılmaya başlanmıştır, t, r. Agreganın de i tirilmesiyle birlikte;

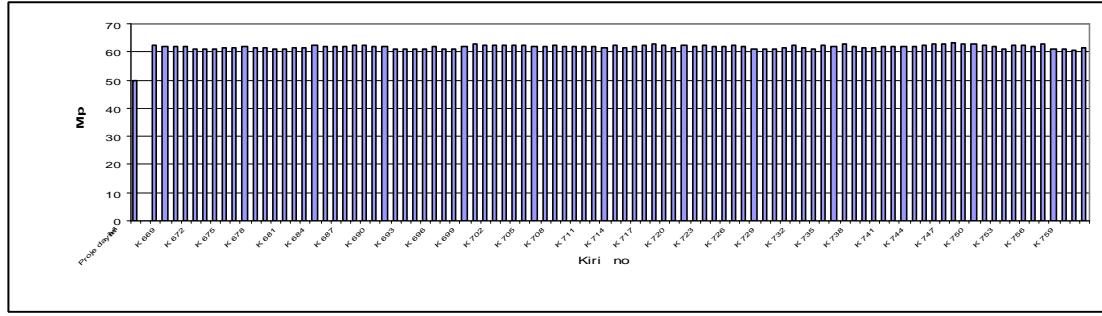
- Kiri üretim sürecinde buhar küründen sonraki bekleme periyodu yaklaşık % 40 azaltıldı, ndan dolayı, kiri üretim hızını artırdı, t, r.
- 28 Günlük basınç dayanımında yaklaşık olarak % 12'lik artış elde edilmiştir.
- Transfer, 7 ve 28 günlük basınç dayanım sonuçlarında homojenlik sağlanmıştır, t, r.

Öngermeli kiri üretiminde alınan 12 adet küp numunenin 6 adedi transfer dayanım, n, n, tespit için buhar kürüne tabi tutulmuş, di er 6 adet numunede ise 7 ve 28 günlük basınç dayanım, n, n tespit edilmiştir. Projede kullanılan 792 adet kiri in üretimi sırasında kontrollük te kilat, elemanlar, nca 9700 adet 15 cmø lik küp beton numune alınmıştır, t, r. ubat 2007 döneminde üretimi yapılan ( 668.6760. kiri ler ) 92 adet öngermeli kiri teki beton basınç dayanım sonuçlarıyla değerlendirilmesi çizelge 3 ve 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. ubat 2007'de üretilen kiri lerdeki beton dayanımları.

Beton numunenin yaşı,	Numune adedi	Matematiksel ortalama N/mm <sup>2</sup>	Standart sapma N/mm <sup>2</sup>	Varyasyon katsayısı, %
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

Çizelge 4.ubat 2007de üretilen kiri lerdeki bas,ıç dayan,mlar,n, de erlendirilmesi.



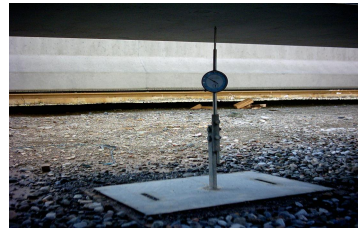
### 5.3. Yükleme Testi

Proje kapsamında üretilen öngermeli kiri lere 2 a amada yükleme testi uygulanarak üretimin kalitesi incelenmiştir.

- 1.A amada; Yükleme testine tabi tutulan öngermeli kiri lerin net açıklıklarının 1/3 ve 2/3lük bölümlerine test yüküne ulaşana kadar a amal, olarak yük konulduktan sonra 5 dakika beklenilip sehim ölçümü tür.
- 2.A amada; Kiri lerin üzerindeki yükler a amal, olarak kaldırıldıktan sonra mevcut sehim ölçümü tür. arnamede, yükleme testi sırasında test yükünün tamam, konuldu unda tespit edilen sehim miktarının, yükün tamam, kaldırıldıktan sonra minimum % 90, gerilmesi gerekmektedir. Projede kullanılmak amacıyla 19.09.2006 tarihinde üretilen V46K191 nolu kiri e uygulanan yükleme testine ait görüntüler ekil 8 ve 9da verilmiştir.



ekil 8. Kiri lere yük uygulanması.



ekil 9. Sehim ölçümü.

Yükleme testine sonuçlar, çizelge 5de verilmiştir olup, tetkikinden de görüleceği üzere; yükleme testi sırasında konulmuş olan test yükü kaldırıldıktan sonra, maksimum test yükünderken oluşan sehimin % 97,3ü geri dönmü tür.

Çizelge 5. Kiri lere uygulanan yükleme test sonuçları.

Kiri no		V4-K 191
Bas,ıç dayan,mlar,n, N/mm <sup>2</sup>		63,5
Test yükünün tatbik periyodu		8
Tatbik edilen maksimum yük ( 2 noktadan ) N		470.720
Maksimum yükte bekleme süresi dk		5
Yük boşaltma periyodu		4
Yük boşaltıldıktan sonra bekleme süresi dk		5
Maksimum yükte iken sehim mm		33,09
Yük boşaldıktan sonraki sehim mm		0,91
Sehimin geri dönüşü %		97,3
artnamede olması gereken geri dönüşü %		90
Sonuç		Test sonucu uygundur.

#### 5.4. Öngermeli Kiri lerin Montaj,

Projenin yap, m, na ba lan, lmadan önce öngermeli kiri montaj, n, n, Ilgaz n aat, n i makine park, ndaki launching girderlerle (kiri süren) yap, lmas, planlanm, sa da; ba l, k kiri lerinin geometrik ekileri ve arazi artlar, ndan dolayı, montajlar, n vinçlerle yap, lmas, na karar verilmi tir. Mesnet beton kaideleri üzerine kay, c, ve sabit mesnetler monte edildikten sonra, 250 ton kapasiteli kafes bomlu paletli vinç ve 400 ton kapasiteli teleskopik mobil vinç kullan, larak ekil 10 ve 11'de görüldü ü üzere kiri montajlar, yap, lm, t, r.



ekil 10,11. Öngermeli kiri montaj çal, malar, .

### 6. PROJEDEK D ER BETONARME YAPILAR

Proje kapsam, nda CEM I ( PÇ 42,5 ) ve SDCÇ 32,5 çimentosu kullan, larak yakla , k 175.000 m<sup>3</sup> beton üretilmi olup, bunlar, n 24.000 m<sup>3</sup>'i öngermeli kiri lerde kullan, lm, , geriye kalan 150.000 m<sup>3</sup> beton ise, a a , da detay, verilen betonarme yap, lar, n in as, nda kullan, lm, t, r. Yap, larda kullan, lan betonun kalitesini tespit etmek amac, yla, beton üretimi s, ras, nda al, nan numunelerde 7 ve 28 günlük bas, nç dayan, mlar, tespit edilmi , yap, daki betondan karot numuneleri al, nm, ayr, ca scmith çekici kullan, larak tahribats, z metotla bas, nç dayan, m, tespit edilmi tir.

**Fore kaz, k;** Proje kapsam, nda her temelde 16 adet olmak üzere toplam 1100 adet fore kaz, k yap, lm, t, r. Fore kaz, klar, n yap, m, nda, 7 ta eron 10 adet fore kaz, k makinesi 24 saat sürekli çal, ma yapm, t, r. Fore kaz, k yap, m, nda SDCÇ 32,5 çimentosuyla üretilen C 25 s, n, f, nda beton kullan, lm, t, r.

**Radye temel;** Projede hacimleri 4006650 m<sup>3</sup> aras, nda de i en 67 adet radye temelin yap, m, nda SDCÇ 32,5 çimentosuyla üretilen C 25 s, n, f, nda beton kullan, lm, t, r.

**Elevasyon;** Projedeki 67 adet radye temelin sa ve sol olmak üzere her birinde 2 adet elevasyon yap, lm, t, r. CEM I PÇ 42,5 R çimentosuyla üretilen, C25 s, n, f, nda betonun kullan, ld, , elevasyonlar, 4 metrelik kademeler ekinde yap, lm, ve her kademede yakla , k 10 ton demir kullan, lm, t, r. Plywood kaplamal, t, rman, r kal, plar, teleskopik mobil vinçlerle monte edilmi tir.

**Ba l, k kiri i ve mesnet takozlar, ;** Projede, ba l, k kiri i ve mesnet takozu betonlar, nda C 25 s, n, f, nda beton kullan, lmas, öngörölmü tür. Hava artlar, n, n olumsuz olmas, , kiri lerin k, sa sürede monte edilip projenin zaman, nda bitirilmesi amac, yla, beton s, n, f, C 30 olacak ekilde beton dizayn, de i tirilmi tir.

**Dö eme betonu;** Öngermeli kiri montajlar, tamamlandıktan sonra, dö eme betonunun yap,ılması, na ba lan,ılması, t.r. Projede dö eme betonu C 25 s,n,f,nda olması, na ra men dö eme betonunda C 30 s,n,f,nda beton kullan,ılması, t.r.

**Kablo kanallar, ve al,n elemanlar,;** Projenin planlanan sürede tamamlanması, ve üretimin artname standartları,nda olması, amaç,ıyla, V4 Viyadük in aat,nda kullan,ılacak kablo kanallar, ve al,n elemanlar,, Ilgaz n aat,n Yenice ve Pozant,ıda bulunan prefabrik beton eleman üretim tesislerinde yap,ılması, t.r.

**zolasyon yap,ılması, ve koruyucu beton;** Al,n elemanlar, ve kablo kanallar, monte edilip yaya yürüme yolu betonu döküldükten sonra, kablo kanallar, aras,na yal,t,m malzemesi serilip garguylar yerleştirilmiştir. Yal,t,m malzemesi üzerine çelik has,r donat, konulup 5 cm kal,nl, ,nda C 30 s,n,f,nda koruyucu beton yap,ıldıktan sonra bazalt agregadan haz,rılan balast konulmuştur. Çizelge 6ıda proje kapsam,nda bulunan de i ik yap,lardaki beton basınç dayan,mlar, verilmiştir.

Çizelge 6. Projedeki di er betonarme yap,lardaki beton basınç dayan,mlar,.

Beton yap,n,n ad,	Beton s,n,f,	Çimento cinsi	Bas,nc dayan,m, Mpa	
			7 Gün	28 Gün
Fore kaz,k	C 25	SDÇ 32,5	28,6	37,5
Radye temel	C 25	SDÇ 32,5	30,8	36,7
Elevasyon (1.Kademe)	C 25	PÇ 42,5	25,1	34,0
Elevasyon (2.Kademe)	C 25	PÇ 42,5	32,9	38,7
Ba l,k kiri i	C 25	PÇ 42,5	31,4	41,4
Mesnet takozu	C 25	PÇ 42,5	39,4	52,2
Dö eme betonu	C 25	PÇ 42,5	30,6	42,8
Al,n elemanlar,	C 30	PÇ 42,5	35,0	45,6
Kablo kanallar,	C 25	PÇ 42,5	30,2	38,9

**Travers;** İstanbul ó Ankara Demiryolu H,zl, Tren Projesinde UIC 60 raylar,n,n montaj,na uygun B 70 s,n,f,nda toplam 680.000 adet travers, V4 viyadü ün de ise yakla ,k 7.200 adet travers kullan,ılması, t.r. RAIL.ONE ILGAZ Firmas,n,n Polatlı,ındaki tesisi 2007 y,l,n,n ilk aylar,nda henüz faaliyete geçmedi inden dolayı,, H,zl, Tren Projesindeki traversler RAIL.ONE firmas,n,n; Almanya, Macaristan ve Romanyaıdaki tesislerinden temin edilmiştir.

## 7. SONUÇ

H,zl, tren projesi kapsam,nda yap,ılan V 4 viyadük in aat,na ba lan,ılmadan önce yap,ılan i planlar,nda problemler halinde alınacak alternatif tedbirlerin önceden belirlenmesi, Ilgaz n aat Üst Yönetiminin projenin tüm a amalar,n, titizlikle takibi ve dar bo azlar, zaman,nda çözmesi, mobilizasyonun planlanan zamandan önce tamamlanması,, üretimi do rudan etkileyecek ekipmanlar,n yedeklerinin haz,r bulundurulması,, yönetimle çal, anlar aras,ndaki koordinasyonun arzu edilen seviyede olması,, bilgi aktar,m,n,n zaman,nda yap,ılması,, tüm personelin özverili olarak çal,ması, sayesinde viyadü ün yap,ılması, 7 ay gibi rekor bir sürede tamamlanm, ve ekil 12ıde görüldü ü üzere 26.04.2007 tarihinde h,zl, trenlerinin deneme sürü leri ba lam, t.r.



ekil 12. V4 Viyadü ünde deneme sürü leri yap,m,.

## **Te ekkür**

Yazarlar, tebli metnindeki bilgi ve donelerin teminindeki yard,m,lar,ndan dolay,; Ilgaz n aat Tic. Ltd. irketi Genel Müdürlü ü ile RAILONE ILGAZ Demiryolu Sistemleri thalat hracat Ltd. irketinin Polatl, Tesis Müdürlü üne te ekkür eder.

## **Kaynaklar**

1. DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,Olumsuz Hava Ko ullar,nda Üretilen Astana shim Nehri Köprüsü Öngermeli Prekast Kiri lerindeki Beton Kalitesi, 7. Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitab,, syf 233 ó 242 TÜ, stanbul. 2007
2. DÜZBASAN,S.,YAKIT,E.,ULUÖZ,S.,(2005) Deniz Yap,lar,nda Mikro Silika Kullan,m,,6. Ulusal Beton Kongresi Bildiriler Kitab,, syf 191 ó 200, TÜ, stanbul
3. DÜZBASAN,S., YAKIT,E., ULUÖZ,S., CAMCIO LU,M., ÇOTUR,.N., Ankara ó stanbul Demiryolu H,zl, Tren Projesi Kapsam,nda Sakarya Nehri Üzerinde Yap,lan 2400 metre uzunlu undaki V4 Viyadü ü in aat,, 1. Köprü ve Viyadükler Sempozyumu Bildiriler Kitab,, syf 289 ó 300, MO Antalya, 2007

# ÇANKIRI KARATEK N ÜN VERS TE B NASINDA YAPILAN GÜÇLEND RME ÇALI MASI

## SEISMIC REHABILITATION OF THE ÇANKIRI KARATEK N UNIVERSITY BUILDING

**Selahattin Düzbasan**

Ilgaz n aat Tic.Ltd. ti.  
Ankara

**Süleyman Uluöz**

Ilgaz n aat Tic.Ltd. ti.  
Adana

**Erol Yak,t**

Ilgaz n aat Tic.Ltd. ti.  
Yenice

### Özet

Çank,r, Telekom binas,; Çank,r,da Karatekin Üniversitesinin kurulmas, üzerine, üniversitenin e itim ve hizmet binas, olarak kullan,lmas, amac,yla tahsis edilmi tir. Çank,r,ın 1. derecede deprem riski alt,nda olmas, ve resmi daire olarak kullan,lmak üzere projelendirilip in a edilen yap,n,n, üniversite olarak kullan,lmas,ndan kaynaklanacak farklı yüklerin olu aca , dikkate al,narak, Üniversite mütevelli heyetinin iste i do rultusunda, Art, Mimarlık Mühendislik Ltd. ti.ın teknik elemanlar,nca yap,n,n deprem güvenli inin kontrolü için gerekli inceleme ve hesaplar yap,lm, t,r.

Binadan al,nan karot numunelerdeki bas,nç dayan,m sonuçlar,n,n de erlendirilmesi, yap,n,n ta ,y,c, sisteminin mevcut durumuna göre proje üzerinde yap,lan inceleme ve hesaplar, üniversite yönetiminin binan,n kullan,m alanlar,n,n özellikleriyle ilgili talepleri dikkate al,nd, ,ndan, binada güçlendirme yap,lmas,na karar verilmi tir. Bina SAP2000 program, ile modellenerek incelendikten sonra 11.400 m<sup>2</sup>ø lik binan,n güçlendirme tadilat projesi yap,lm, t,r. Tadilat projesine göre yap,lan güçlendirme kapsam,nda, yap,n,n de i ik katlar,nda farklı ebatlarda toplam; 18 adet kolonda mantolama ve 45 adet betonarme perde yap,lm, t,r.

Güçlendirme çal, mas, tamamland,ktan sonra, Proje firmas, teknik elemanlar,nca, binan,n en üst kat,na titreimli kay,t cihaz, yerle tirilerek, yap,n,n X ve Y do rultular,ndaki titreimleri kaydedilip, ART62.2 program, kullan,larak de erlendirilmi ve eklenen betonarme perde duvarlar,n, yap,n,n rijitli ini büyüttü ü ve dayan,m,n, art,rd, , tespit edilmi tir.

### Abstract

The former Çank,r, Telekom Building, upon the establishment of the Karatekin University in Çank,r,, has been handed over to be used as the education and service facility of the university. Since Çank,r, has a high earthquake risk level of and by considering the formation of different forces which are arisen from the usage of the building has been modified from official building to a university building. Required examinations and calculations were executed for the control of earthquake security of

building by technical staff of Art, Mimarlık Mühendislik Ltd. ti in accordance with the trustees of university.

In consideration of the compressive strength of the concrete core samples taken from the building calculation and evaluation of the strength of the as built condition of the building and demands of the university administration with respect to the usage requirement of building portions. It was decided that the building should be strengthened after the evaluation of building with SAP 2000 program. Strengthening design of the 11.400 m<sup>2</sup> building has been drawn. Within rehabilitation design of the building 18 columns are jacketed and 45 new shear walls are added on various storey with varying sizes.

After the execution of the strengthening elements, the ambient vibrations of the building are measured by triaxial seismometer. The vibration record is analyzed by ART 2.2 program so as to determine periods and modes of vibration. These measured periods of vibrations are compared with the calculated periods of vibration for both before and after strengthening. It was found that the shear walls added for strengthening, and the building increased the rigidity and the earthquake resistance of the building.

## 1. G R

Çankır, Telekom binası,, Karatekin Üniversitesi eğitim ve hizmet binası, olarak kullanılmak için tahsis edilmiştir. Çankır, 1. derecede deprem kuşağında olması nedeniyle dolay, her an deprem riski vardır. Telekomun idari hizmetlerinde kullanılmak üzere projelendirilip inşa edilen yapının üniversite binası, olarak kullanılması nedeniyle kaynaklanacak dinamik yükler dikkate alınarak, bundan dolayı,, Üniversite mütevelli heyetinin isteği doğrultusunda Art, Mimarlık Mühendislik Ltd. ti'nin teknik elemanları, yapı, deprem güvenliğini kontrolü için inceleme ve hesaplar yapılmıştır. Proje firması, yapı, tadilat projesine göre, binanın uzun yönünde iki, kısa yönünde bir betonarme duvar eklenerek yapı, güçlendirme kapsamında, yapı, de iki katlarındaki 18 adet kolonda mantolama ve farklı ebatlarda 45 adet betonarme perde yapılmıştır.

Binanın güçlendirmesi ve üniversite olarak kullanılması için gerekli olan restorasyon işlerinin yapı, eğitimine katkı amacıyla, Ilgaz İnce İnşaat Tic. Ltd. ti. Yönetimi üstlenmiştir. Üniversitenin eğitim dönemine yetiştirilmesi yönünde Çankır, Valilik Makamı, ve Rektörlükün özel ricasıyla, dikkate alınan Ilgaz İnce İnşaat Yönetimi, yurt içi ve yurtdışı, projelerindeki personellerinden uygulama ve kalite kontrol ekibi oluşturmuştur. Çalışmalar vardiya sistemiyle 24 saat kesintisiz yapı,larak 45 günde tamamlanmıştır. Güçlendirme çalışmaları tamamlandıktan sonra, Art, Mimarlık Mühendislik Firması, uzman ekibi tarafından, bilgisayar donanımıyla desteklenen 3 eksenli ivme ölçerle (Güralp CMG- 5 TD Modeli) yapı, titreşimleri kaydedilmiştir ve bu kayıtlara fourier **analiz** yöntemi uygulanarak titreşim frekans ve periyotları hesaplanmıştır. ART62.2 programı kullanılarak yapı, hesaplamalarda yapıya eklenen betonarme perde duvarları yapı, rijitliğini büyüttüğü ve dayanımını artırdığı tespit edilmiştir.

## 2. ÇANKIRI VE DEPREM

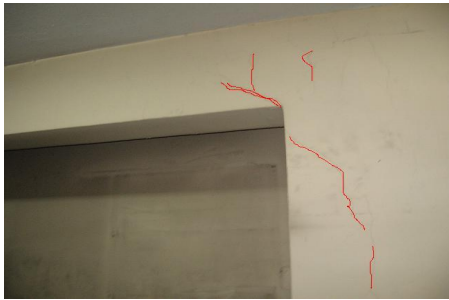
Çankır, 1. derecede deprem kuşağında olup, Erzincan üzerinden gelen fay hattı, Çankır, Ilgaz ilçesinden geçmektedir. 1951 yılında richter ölçeğine göre 6,9 büyüklüğünde Kurunlu-Çerkeş depremi olmuştur. 6 Haziran 2000 tarihinde Çankır,ya yaklaşık 50 km mesafede meydana gelen, richter ölçeğine göre 5,9 magnitudlü deprem, Telekom binasının yan, sıra, baz, betonarme binalarda da tahribatlara neden olmuştur.

## 3. GÜÇLENDİRME YAPILAN BİNANIN TANITIMI

### 3.1. Binanın Genel Durumu

Türk Telekom'un idari binası, olarak kullanılmak üzere projelendirilip inşa edilen yapı, bodrum kat hariç olmak üzere toplam 8 kattan ibaret olup 11.400 m<sup>2</sup> alana sahiptir. Heykel atölyesi olarak kullanılacak bodrum katında; binanın, sıtılması, ve sıcak su ihtiyacının karşılamada kullanılan kalorifer kazanları, yaz mevsiminde kullanılmak amacıyla monte edilen klima sistemleri ve bunlara ait deprem çaptaki tesisat boruları, tadilat projesinin bodrum katıyla ilgili bölümündeki çalınmalarda zorluklara neden olmuştur. Binada yapılan incelemede;

- Binanın deprem bölümlerindeki kırılmalarda genellikle kırılma ve milimetrik boyutta çatlakların olduğu tespit edilmiştir. Etilme momentleri ve kesme kuvvetlerinin yol açtığı, eğik ve dik çatlakların, 6 Haziran 2000 tarihinde meydana gelen depremden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Bu çatlaklar, binanın deprem sırasında elastik limit yük dayanımının üzerinde zorlanmış olduğu göstermektedir.
- Kırılma çatlakları kırılma mesnetlerinde, merdiven boşluklarında ve merdiven sahanlıklarındaki dolgu duvarlarda da vardır. Kırılma çatlakları binanın dayanımında risk oluşturacak düzeyde olmasa bile yapıdaki rijitliğin önemli derecede azalmasına neden olmuş ve binanın titreşim periyodunu uzatmıştır. Ekil 1 ve 2'de kırılma mesnetleri ve duvarlardaki çatlaklar görülmektedir.



ekil 1. Kiri mesnet çatlakları.



ekil 2. Duvar çatlakları.

### 3.2. Binadaki Beton Kalitesinin Belirlenmesi

Yapıdaki betonun kalitesini tespit etmek amacıyla, binadaki betonun kabuk kalınlığı, ve donatı kalınlıkları, örnekleme yöntemiyle tespit edilmiştir. Ayrıca binanın deprem çaptaki

bölmelerindeki betondan karot numuneleri alınmış, t.r. Karot numunelerinde yapılan incelemede; beton içerisindeki agreganın maksimum tane çapının çok büyük olduğu, gradasyonu uygun olmayan kumlu agrega kullanılarak üretilmiş, hava boşluklarının mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bina projesinde yapılan incelemede, betonun B225 olması istenilmesine rağmen, karot numunelerindeki basınç dayanımlarının yaklaşık 10 Mpa olduğu tespit edilmiştir. Betonun basınç dayanımının düşük olması, kiriş mesnetleri ve duvarlardaki çatlakların meydana gelmesinde en büyük etken olmuştur.

### 3.3. Binanın SAP 2000 Programıyla İncelenmesi

Yapının güçlendirme öncesi ve güçlendirme sonrasındaki durum SAP 2000 programıyla modellenerek incelenmiştir. Yapının incelenmesinde taşıyıcı elemanlarındaki betonun elastisite modülü  $E = 15000$  çfc denkleminde hesaplanmış, t.r. Yapının SAP 2000 programıyla yapılan analizi aşağıdaki kabuller doğrultusunda yapılmıştır, t.r.

- Yapının betonun basınç dayanımı  $100 \text{ kg/cm}^2$  (10 Mpa) olarak alınmış, mevcut beton elemanlarının elastisite modülü  $150000 \text{ kgf/cm}^2$  olmaktadır.
- Güçlendirme sırasında yapılan betonarme perdede C30 sınıfında beton kullanılmış, bundan basınç dayanımı  $300 \text{ kgf/cm}^2$ 'dir. Dolayısıyla binaya eklenmiş olan 45 adet betonarme perdedeki betonun elastisite modülü  $260.000 \text{ kgf/cm}^2$  olmaktadır.
- Bina betonunun birim ağırlığı  $2.25 \text{ ton/m}^3$  olarak alınmış, t.r.
- Yapı modelinde bina ağırlığının hesaplanmasında betonarme yapı elemanlarının kendi ağırlıkları dışında, tavan bölme, dolgu duvar ve döşeme kaplama yüklerinden de  $200 \text{ kgf/m}^2$  gibi sabit yük geldiği kabul edilmiştir. Yapılan SAP 2000 analizinde yukarıdaki varsayımlarla binanın ağırlığı  $1.28 \text{ ton/m}^2$  olarak bulunmuştur.

SAP 2000 modeliyle yapılan analizler Çizelge 1'de görüldüğü üzere, yapının çatlaklı ve çatlaksız durumuna göre ayrı ayrı yapılmıştır, t.r. Çatlaksız analiz durumunda kiriş kesitlerinin atalet momentleri (I) alınırken, çatlaklı durumdaki analizde kiriş atalet momentleri % 60 azaltılarak  $0.4 \times I$  alınmış, t.r.

Çizelge1. Yapının SAP 2000 programıyla hesaplanmış titreşim periyotları.

Yapının durumu	1. mod periyodu	2. mod periyodu	3. mod periyodu
Kirişler çatlaksız	0.613 sn	0.468 sn	0.393 sn
Kirişler çatlaklı	0.687 sn	0.525 sn	0.440 sn

Kirişlerin çatlaklı olması durumunda yapının periyodu yaklaşık % 12 kadar daha uzun hesaplanmaktadır. Yapıda çok miktarda betonarme perde duvar bulunması, periyot üzerinde sınırlı bir etkisi olmakta ve betonarme çerçeve rijitliğini azaltan çatlaklı kirişler yapının ana perde duvarlı bölümünün daha baskın olduğu için dolayısıyla periyodu üzerindeki etkisi sınırlı kalmaktadır.

## 4. GÜÇLENDİRME KAPSAMINDA YAPILAN ÇALIŞILAR

### 4.1. Güçlendirmede Kullanılan Yapı Kimyasalları,

Güçlendirme çalılar, kapsamında demir filizlerinin ekimi, mantolama ve yeni betonarme perde yapılması, betonarme perde ile kirişlerin alt bölümünde kalan boşlukların doldurulması, amacıyla aşağıda belirtilen beton kimyasalları kullanılmıştır.

**Sentetik polimer esaslı yapıştırıcı emülsiyonu;** Güçlendirme çalılarında, yapıştırıcı ana betonuyla, güçlendirme kapsamında yapılan beton arasındaki aderansı sağlamak için sentetik polimer bazlı yapıştırıcı emülsiyonu kullanılmıştır.

**İki bileşenli epoksi reçine yapıştırıcı;** Kolonlara yatay konumda ve kirişlere aşağıya doğru demir filiz ekiminde, ASTM C 881-78 Tip 1 standardına uygun, 10 günlük basınç dayanımı (+10 °C, +20 °C'de) 60 - 70 Mpa, çekme dayanımı 15 - 20 Mpa olan iki bileşenli epoksi reçine kullanılmıştır.

**Üç bileşenli epoksi reçine döküm harcı;** Kirişlere yukarıdan aşağıya doğru demir filiz ekiminde kullanılan solventsiz üç bileşenli özel gradasyonlu agregalar ve yüksek dayanımlı epoksi reçinelerden meydana gelen, 28 günlük basınç dayanımları 75 ó 85 Mpa, çekme dayanımları 35 - 45 Mpa olan akıcı grout kullanılmıştır.

**Çimento esaslı genleşen döküm harcı;** Güçlendirme kapsamında kolonlara uygulanan mantolamanın kolon boşluklarıyla betonarme perdelerin kirişlerle birlikte yerde kalması, muhtemel boşlukların doldurulması amacıyla çimento esaslı olan genleşen özelliği gösteren harç kullanılmıştır.

**Beton kimyasalı;** Beton üretiminde yüksek oranda su azaltan, betonun erken ve nihai dayanımının artırılan süper akıcı, kanlı tırtıcı, beton kimyasalı kullanılmıştır.

### 4.2. Binada Güçlendirme Yapılan Yerlerin Tanıtılması,

Bodrum hariç 8 katlı olan, Telekom binasında, 11.400 m<sup>2</sup>lik alanda çizelge 2'de detay verilen bina güçlendirmesi yapılmıştır.

Çizelge2. Binada yapılan güçlendirme çalılarının detayı.

Güçlendirmenin yapıldığı yer	Kolonlarda mantolama		Betonarme perde	
	Ebadı	Adet	Ebadı	Adet
Bodrum kat	0,8x0,8x4,5 m	9	2,2x3,5 m	4
			5,4x4,5 m	1
Zemin kat	0,8x0,8x4,5 m	9	2,2x3,5 m	4
			5,4x4,5 m	1
1,2,3,4,5,6,7 kat	-	-	2,2x3,5 m	4'er adet
1,2,3,4,5,6,7 kat	-	-	5,4x3,5 m	1'er adet
TOPLAM		18		45

Bina güçlendirmesi kapsamında yapılan çalılar; Bayındırlık İl Müdürlüğü bünyesinde oluşturulan teknik heyet tarafından kontrol edilmiş olup, aşağıda belirtilen hususların çözümü amacıyla Art, Mimarlık Mühendislik Firmasının teknik elemanları tarafından revize proje yapılmıştır.

a.Projede, kolonlara Ø 20 mm 1,0 m. uzunluğunda 8 adet nervürlü demir filizinin ekileceği ifade edilmektedir. Ekim yapılacak katlardaki deliklerin açılması, sırasında

- baz, kolon betonlar,nda da ,lmalar meydana geldi i tespit edilmesi üzerine bu kolonlardaki delikler karot makinesi kullan,larak aç,lm, t,r.
- b.Baz, kiri lerdeki beton dayan,m,n,n dü ük olmas,ndan dolay,, kiri lerdeki deliklerin derinli i kiri yüksekli i kadar olmu tur. Bu durumdaki kiri lerde  $\text{Ø } 22 \text{ mm}$   $L = 2,0 \text{ m}$  uzunlu unda olan tek demir kullan,larak ekim yap,lm, t,r.
- c.Bodrum katta yap,lan  $2,2 \times 3,5$  metre ebatlar,ndaki betonarme perdenin bulundu u yerden ,s,tma ve so utma sistemine ait borular,n geçebilmesi için perde içerisinde bo luk b,rak,lm, t,r.
- d.Tadilat projesinde bodrum kattaki mantolamada kiri le ba lant, yerinde, 6 adet  $\text{Ø } 22 \text{ mm}$ lik demir filiz ekilmesi gerekmektedir. Bodrum kat,n mevcut durumundan dolay, baz, yerlerde 5 adet demir filiz ekilebilinmi tir.
- e.Betonarme perde yap,lm,as, kapsam,nda; kiri lere demir filiz ekimi yapabilmek için  $\text{Ø}$  hitliyle  $25 \text{ mm}$ lik uç kullan,larak delik aç,l,rken, kiri betonunda tahribatlar meydana gelmi tir. Kiri betonunu daha da zay,flatmamak amac,yla demir filiz ekim miktar, çizelge 3øde görüldü ü üzere azalt,lm, t,r.

Çizelge 3. Revize projeye göre kiri lerdeki demir filizlerin de i imi.

Betonarme perdenin ebad,	Tadilat projesinde demir filiz	Revize projede demir filiz
5,4 x 4,5 m	$\text{Ø } 22 \text{ mm}$ 40 adet	$\text{Ø } 22 \text{ mm}$ 25 adet
2,2 x 3,5 m	$\text{Ø } 22 \text{ mm}$ 18 adet	$\text{Ø } 22 \text{ mm}$ 14 adet

### 4.3. Demir Filiz Ekimlerinin Yap,lm,as,

Güçlendirme kapsam,nda yap,lan çal, malarda a a ,daki yol izlenilmi tir. [ I ]

- a.Güvenlik tedbiri olarak binan,n tüm elektrik ebekesi devre d, , b,rak,lm, , hilti, vibratör ve di er elektrikli aletlerin çal, t,r,lm,as, için gerekli olan elektrik enerjisi bina d, ,ndan seyyar kablolar kullan,larak temin edilmi tir.
- b.Mantolama yap,lacak olan kolonlar ile kolonlar,n kiri birle im yerlerindeki boya ve s,valar k,r,larak çekirdek betonu meydana ç,kar,lm, , çekirdek betonundaki zay,f bölümler ekil 3øde görüldü ü üzere ortamdan uzakla t,r,lm, t,r.



ekil 3. Çekirdek betonu üzerindeki zay,f bölgeler.

- c.Kolon ve kiri lere  $\text{Ø } 25 \text{ mm}$ lik uçlar kullan,larak delikler aç,l,rken baz, kolon betonlar,n,n deforme oldu unun tespit edilmesi üzerine, delikler karot makinesiyle aç,larak betonun zedelenmesi önlenmi tir.

- d. Büyük betonarme perde yap, lacak bölümlerdeki kiri lere 25 adet, küçük perdelerin yap, laca , yerlerde 14 adet Ø 25 mm'lik delik aç, lm, t,r. Baz, kiri lerde beton zay, f oldu undan dolayı,, tek donat, kullan, lmas, amac, yla kiri yüksekli ince delinmi tir.
- e. Güçlendirme kapsam, ndaki beton i lerinde kullan, lmak amac, yla, güçlendirme yap, lacak bölümün tavan k, sm, nda takriben 30 cm çap, nda delikler aç, lm, t,r.
- f. Kolon, kiri ve aç, lm, olan deliklerin iç k, s, mlar, bas, nçl, havayla temizlendikten sonra, güçlendirme çal, mas, n, n yap, laca , yer suyla y, kanm, ve demir filiz ekimine ba lan, lmadan önce, bas, nçl, havayla beton ve deliklerin içerisi kurutulmu tur.
- g. Kolonlara yatay olarak, kiri lere a a , dan yukar, ya do ru ve tek donat, yla yap, lacak demir filiz ekimlerinde ak, c, k, vanda olmayan iki bile enli epoksi reçine yap, t, r, c, kullan, lm, t, r. Demir filiz ekimi s, ras, nda;

- Demir filizi ekilecek deliklere epoksi reçine konulmadan önce bas, nçl, hava tutularak tekrar temizlenmi tir.
- Epoksi reçine homojen ekilde haz, rland, ktan sonra, ekimin yap, laca , delik içiyle demir filizin takriben 15 cm'lik k, sm, na sürülmü tür.
- Demir filiz delik içerisine dairesel ekilde hareket ettirilerek girdirildikten sonra, ekil 4'de görüldü ü üzere delik içerisine yerle mesi amac, yla çak, lm, t, r.



ekil 4. Demir filizin delik içerisine çak, lmas, .

- h. Epoksi reçinenin sertle me sürecinde istenilen dayan, ma ula mas, için, ekim yap, lm, olan bölüm etraf, nda su ile çal, ma yap, lmam, ve bu bölümün yakla , k 2 metre civar, nda darbeli ve titreimli çal, an makine kullan, lmam, t, r.
- k. Tadilat projesine uygun olarak haz, rlanan donat, lar ekil 5 ve 6'da görüldü ü üzere güçlendirme yap, lacak yere konulmu tur. Beton ile donat, aras, nda aderans, n sa lanmas, , demir donat, lar temizlendikten sonra, plastik pas paylar, konulmu tur.



ekil 5. Donat, lar, n yap, m, .



6. Donat, lar, n kontrolü.

Kal, plar, n 1. kanatlar, çak, ld, ktan sonra, yap, n, n ana betonu üzerine sentetik polimer esasl, emülsiyon f, rçayla sürüldükten sonra kal, plar, n di er bölümleri monte edilmi tir. Kal, plar, n aç, lmas, ve i mesini önlemek için gerekli tedbirler al, nm, t, r.

m. Binanın ehir merkezinde olmas, ve güçlendirme yap,lacak k,s,mlar,n konumundan kaynaklanan problemler dikkate al,nd, ,ndan dolay,, beton talep edilmeden önce, beton pompas, in aat mahalline getirilerek sevk borusu ve fil hortumu güçlendirme yap,lacak k,s,ma girdirilip haz,r duruma getirildikten sonra beton talep edilmi tir.

n. Beton, kal,p içerisine 3 farklı bölümden verilmi ve betonun kal,p içerisine iyice yerle mesini sa lamak amac,yla; Küçük uçlu el vibratörleri kullan,lm, ayr,ca hiltinin uç k,sm,na monte edilen Ø 30 cmØdik çelik tepsi ah ap kal,ba tutularak betonun yerle mesi sa lanm, t,r. Beton döküm i leri tamamland,ktan yakla ,k 3 saat sonra çimento esasl, genle en döküm harc,, kal,p içerisine 3 de i ik bölümden dökülerek yeni betonla kiri lerin aras,ndaki bo luk doldurulmu tur.

## 5. GÜÇLENDİRMEDE KULLANILAN BETONUN KALİTESİ

Güçlendirmede kullan,lacak beton dizayn,n, belirlemek için, beton santralinden agrega, çimento, beton kimyasal, ve beton karma su numuneleri al,narak standart limitlerine uygunlu u yap,lan laboratuvar testleriyle tespit edilmi tir.

### 5.1. Beton Üretiminde Kullan,lan Bile enler ve Beton Dizayn,

**Agrega;** beton üretiminde 3 de i ik gradasyonda k,rma kalker ve dere kumu olmak üzere 4 farklı gradasyonda agrega kullan,lm, t,r.

**Çimento;** betonun haz,rlanması,nda CEM I PÇ 42,5 s,n,f,nda çimento kullan,lm, t,r.

**Beton Kar, ,m Suyu;** Beton santralinde kullan,lan içme ve kullanma suyu beton karma suyu olarak kullan,lm, t,r.

**Beton kimyasal,;** Beton üretiminde yüksek oranda su azaltan, betonun erken ve nihai dayan,m,n, art,ran süper ak, kanla t,r,c, beton kimyasal, kullan,lm, t,r.

*Beton dizayn,n,n tespiti; Donat, aral,klar, ve beton pas pay, dikkate al,narak maksimum agrega çap, tespit edilmi , yap,lan beton deneme çal, malar, sonunda mantolama ve betonarme perdede kullan,lacak beton dizaynlar, belirlenmi tir.*

### 5.2. Beton kalitesi

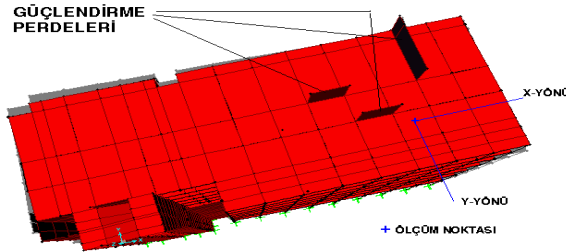
Güçlendirme çal, malar, s,ras,nda kullan,lan betondan al,nan numuneler 7 ve 28 günlük bas,nc dayan,mlar, tespit edilmi , ayr,ca scmith çekici kullan,larak da tahribats,z yöntemle bas,nc dayan,mlar, belirlenmi tir. Bas,nc dayan,m sonuçlar, çizelge 4Øde verilmi tir.

Çizelge 4. Beton bas,nc dayan,m sonuçlar,.

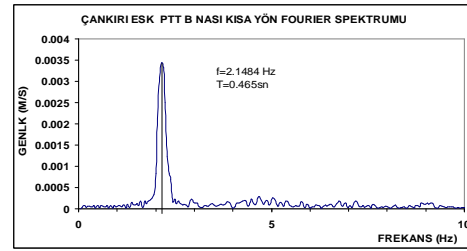
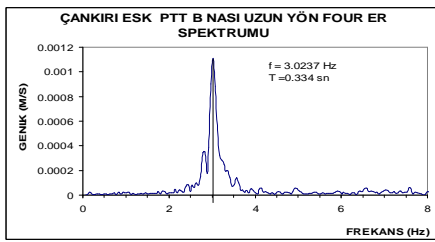
Numunenin al,nd, , tarih	Beton bas,nc dayan,m, ( Mpa )			
	Beton bas,nc dayan,m, ( 15 cm küp numunede )		Scm,th çekici kullanarak (De erler 10 okuma ortalamas,d,r)	
	7 günlük	28 günlük	7 günlük	28 günlük
14.05.2007	30,0	38,4	32,8	41,9
17.05.2007	32,4	38,0	33,0	42,6
21.05.2007	29,9	38,6	30,4	40,9
24.05.2007	31,2	39,4	31,5	42,8

## 6. B NANIN D NAM K ÖZELL KLER NDEK DE MELER

Güçlendirme çal, mas, tamamlandıktan sonra, Art, Mimarlık Mühendislik Firması, teknik ekibi tarafından ekil 7'de görüldüğü üzere binanın 7. katına konulan titre ölçüm cihazıyla yapıya X ve Y doğrultularındaki titre ölçümleri kaydedilip bilgisayar ortamına aktarılmış ve ART-2.0 programı kullanılarak değerlendirilmiştir. [2] Yapıya öz titreim periyoduyla çak, an periyotlarda titre ölçümleri uygulanmış, rezonans nedeniyle yapıya titreim genliği büyüdüğünden yapıya titreim periyotları daha büyük duyarlılıkla ölçülüp hesaplanmaktadır. Bu husus dikkate alınarak, yapıya ölçümler sırasında 4 katlı hareket ettirilerek yapıya dinamik bir kuvvet uygulanmıştır. X ve Y yönlerinde meydana gelen titre ölçümleri kaydedilip bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra yapıya hesaplanarak ekil 8 ve 9'da verilen **fourier spektrum ölçümleri** tespit edilmiştir.



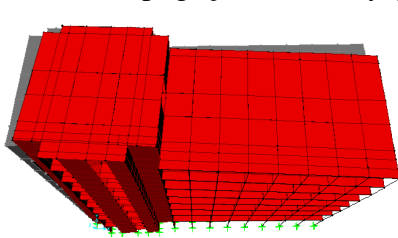
ekil 7. Titre ölçüm noktaları.



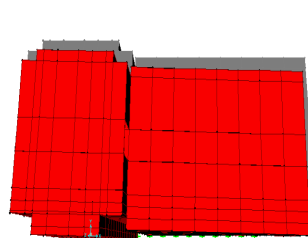
ekil 8,9. X ve Y yönünde tespit edilen **fourier spektrum ölçümleri**.

### 6.1. Güçlendirmeden Sonra Binada SAP 2000 Programıyla Yapılan İnceleme

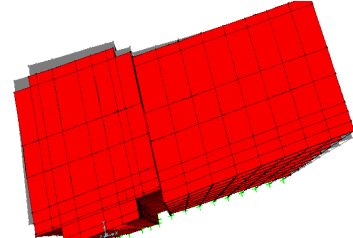
Güçlendirilmiş yapıya dinamik özelliklerinin hesaplanması için modellenmiş olan yapıya, güçlendirme öncesinden farklı olarak SAP analiz modeline güçlendirme perdeleri eklenmiştir. Betonarme perdelerdeki elastisite modülü  $260.000 \text{ kgf/cm}^2$  alınmış olup, güçlendirilmiş yapıya modlar ekil 10,11,12'de verilmiştir.



ekil 10. 1. Titreim modu.



ekil 11. 2. Titreim modu.



ekil 12. 3. Titreim modu.

**1. Titreim modu;** Yapıya burulma modudur. Yapıya sol tarafında yoğun betonarme perde olması, buna karşılık sağ tarafında daha çok çerçevesiz taşıyıcı sistem

bulundu undan yap,n,n rijitlik merkezi sol taraftad,r. 1.titre im modunda burulma titre imi olmaktadır.

**2. Titre im modu;** yap, hakim olarak Y yönünde k,sa yönde sal,n,m yaparken, X yönünde de önemli bir miktarda yanal ötelenmektedir.

**3. Titre im modu;** burulmal, titre im modu olup, yap,n,n sa taraf,ndaki bir dü ey eksen çevresinde Y yönünde sal,n,m yapmakta ve dönmektedir. Hesapla bulunan ve güçlendirme yap,ld,ktan sonra ölçülmü olan periyotlar çizelge 5'de verilmi tir.

Çizelge 5. Hesaplanm, ve ölçülmü periyotlar,n kar ,la t,r,lmas,.

Periyodun detay,	1. mod	2. mod	3. mod
Ölçülmü periyot	0.465 sn	0.465 sn	0.334 sn
Hesaplanm, periyot	0.475 sn	0.431 sn	0.383 sn

Ölçüm ve analiz ile bulunan yap, titre im özelliklerinin birbirlerine yak,n olu u yap,n,n dinamik modelinin gerçe i temsil etti ini göstermektedir. Bu ko ulda güçlendirmenin yap,n,n dinamik özelli ini de i tirerek yap,n,n 1.mod periyodunun 0.6136 0.687 saniye aral ,ndan 0.475 saniyeye indirmi tir. Bundan dolayı, eklenen perde duvarlar,n, yap,n,n rijitli ini büyüttü ü anla ,lmaktadır. Ayr,ca perde duvar,n eklenmesiyle binada dayan,m art , da sa lanm, t,r.

## 7. GÜÇLENDİRME SONRA YAPILAN D İER ÇALI MALAR

Güçlendirme çal, mas, tamamlandıktan sonra, binan,n üniversitenin e itim ve hizmet binas, olarak kullan,labilmesi amacıyla restorasyon çal, mas, yap,lm, t,r. İlga n aat taraf,ndan e itime katkı, amacıyla yap,lan çal, ma kapsamında, binan,n bodrum dahil toplam 9 kat,nda yeni yap,lan mimari projeye uygun olacak ekilde; Amfiler, konferans salonlar,, derslikler, atölyeler, idari bölümler, dinlenme salonlar,, yemekhaneler gibi yerler yap,lm, t,r. Bunun yan, s,ra binan,n ,s,tma ve so utma sistemi yenilenmi , ö retim görevlileri ve ö rencilerin kullanabilece i her türlü elektronik alet ve ekipmanlar dikkate alınarak binan,n tesisat sistemi tekrar yap,lm, ve binan,n tüm bölümleri kullan,m amaçlar,na göre düzenlenip tefri edilmi tir. 16.03.2008 tarihinde yap,lan törenle e itime aç,lan binada, ktisadi ve dari Bilimler Fakültesiyle Güzel Sanatlar Fakültesi ö retime ba lam, t,r.

### Te ekkür

Yazarlar, Güçlendirme çal, malar,n,n yap,lm, ve tebli metninin haz,rlanmas,ndaki yardımlar,ndan dolayı,; Çank,r, Valimiz Ali Haydar ÖNER, Art, Mimarlık Mühendislik Ltd. tişden Nejat BAYÜLKE ve Abdullah LLEEZæ, te ekkür eder.

### Kaynaklar

1. BAYÜLKE N., Depremlerde hasar gören yapılar,n onar,m ve güçlendirilmesi, MO zmir übesi, 2001
2. ULUÖZ, S., Depremde orta derecede zarar gören bina kolonlar,nda yapılan tamirat çal, malar,, DS Kalite Kontrol Seminer Kitab, syf 314-324

