

ÜLKEMİZDE ANA TAŞIYICI ELEMANLARI KABLOLAR OLAN KÖPRÜLER

VE



DEPREMLER VE KÖPRÜLERİMİZ

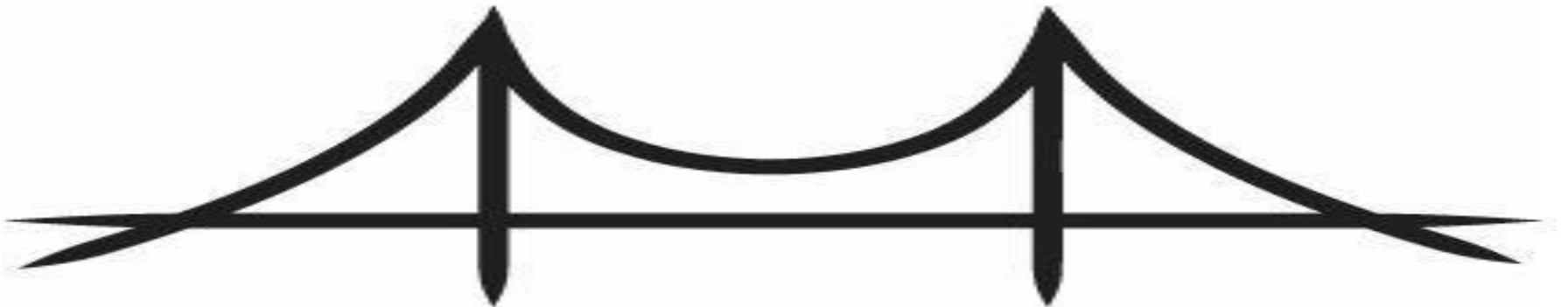
ALTOK KURŞUN
ARALIK 2023

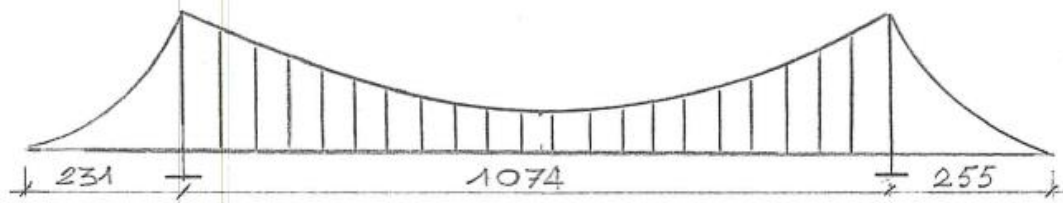
İÇERİK

- NELER YAPTIK, NELER YAPIYORUZ ?

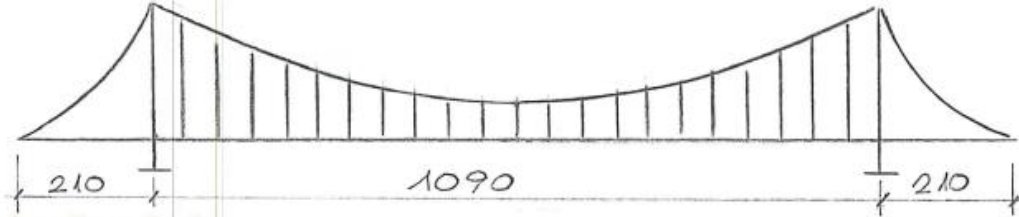
- **BOĞAZİÇİ** KÖPRÜSÜ
- **F.SULTAN MEHMET** KÖPRÜSÜ
- **YAVUZ SULTAN SELİM** KÖPRÜSÜ
- **İZMİT KÖRFEZ (OSMANGAZİ)** KÖPRÜSÜ
- **ÇANAKKALE** KÖPRÜSÜ
- **NİSSİBİ** KÖPRÜSÜ
- **KÖMÜRHAN** KÖPRÜSÜ

- TASARIM KRİTERLERİ VE TEKNİK BİLGİLER



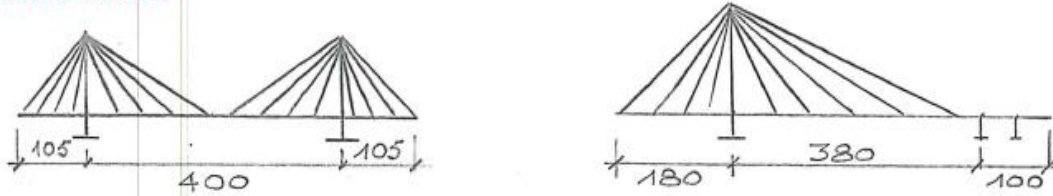


BOĞAZIÇI KÖPRÜSÜ
(1.KÖPRÜ) - 1973

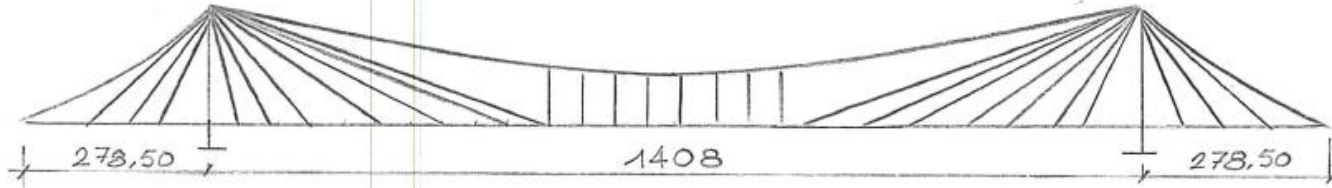


F.SULTAN MEHMET
KÖPRÜSÜ (2.KÖPRÜ) - 1988

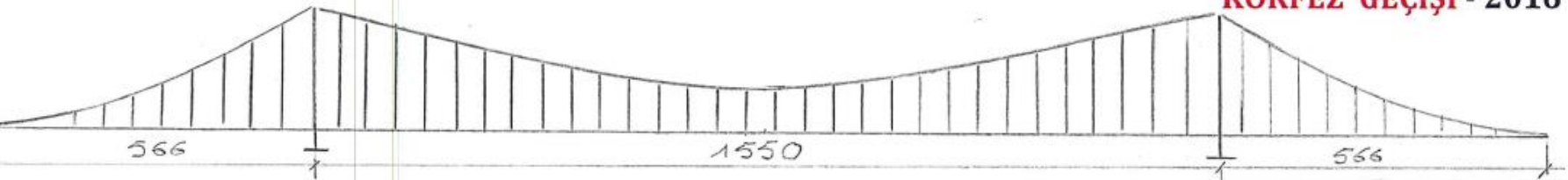
NISSİBİ KÖPRÜSÜ
2015



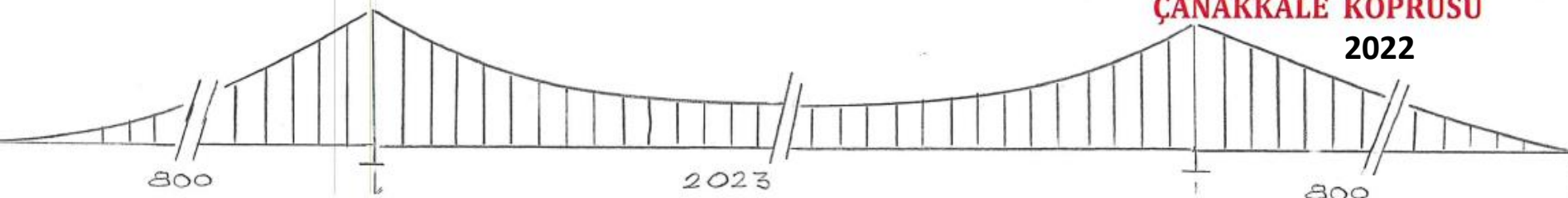
KÖMÜRHAN KÖPRÜSÜ
2021



3.KÖPRÜ - 2016

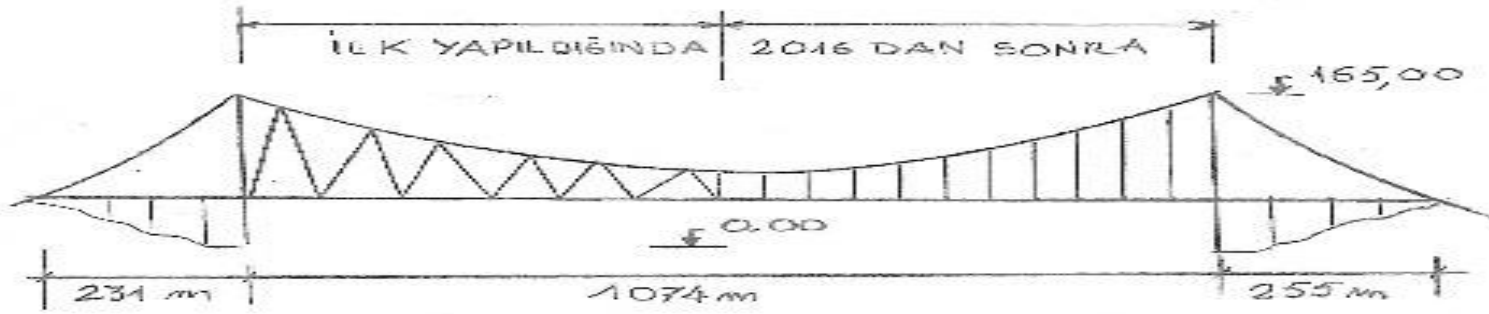


KÖRFEZ GEÇİŞİ - 2016



ÇANAKKALE KÖPRÜSÜ
2022

1.KÖPRÜ/BOĞAZIÇI KÖPRÜSÜ



2 X 3 ŞERİT, B = 33,40m , h = 3,00m

ANA AÇIKLIK: Ø58cm, Ø5mm 10.412 TEL,

KENAR AÇIKLIKLAR: Ø60cm 11.180 TEL

$\sigma_u = 1600 \text{ MPa}$, $\max \sigma = 0,47 \sigma_u$

UYGULANAN STANDART : BS

RÜZGAR HIZI: 45m/sn (100m LİK BOY İÇİN RÜZGAR TUNELİ TESTİ)

DEPREM: $a = 0,10g$!!!

ANKRAJ BLOKLARI : PLANDA 35m x 40m, H = 40m

G = 50.000 – 60.000 ton

TEKNİK KAPASİTE : 130.000/GÜN, BU GÜN > 180.000

TEMELLER:

- **ORTAKÖY: Ø 18m, H₁ = 17m, H₂ = 24m**
- **BEYLERBEYİ: YÜZEYSEL TEMEL, 15m x 19m**

1. KÖPRÜ / BOĞAZIÇI KÖPRÜSÜ

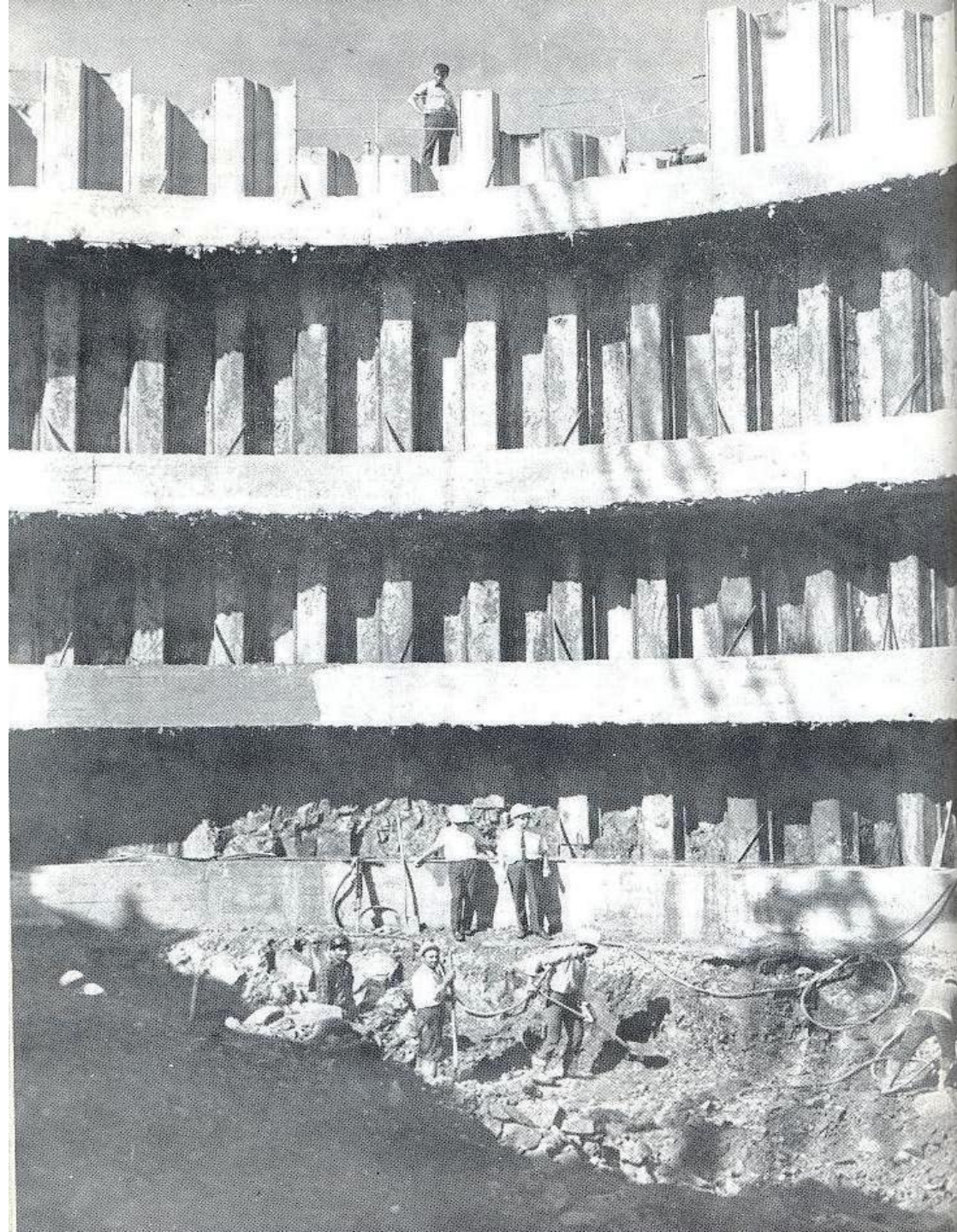


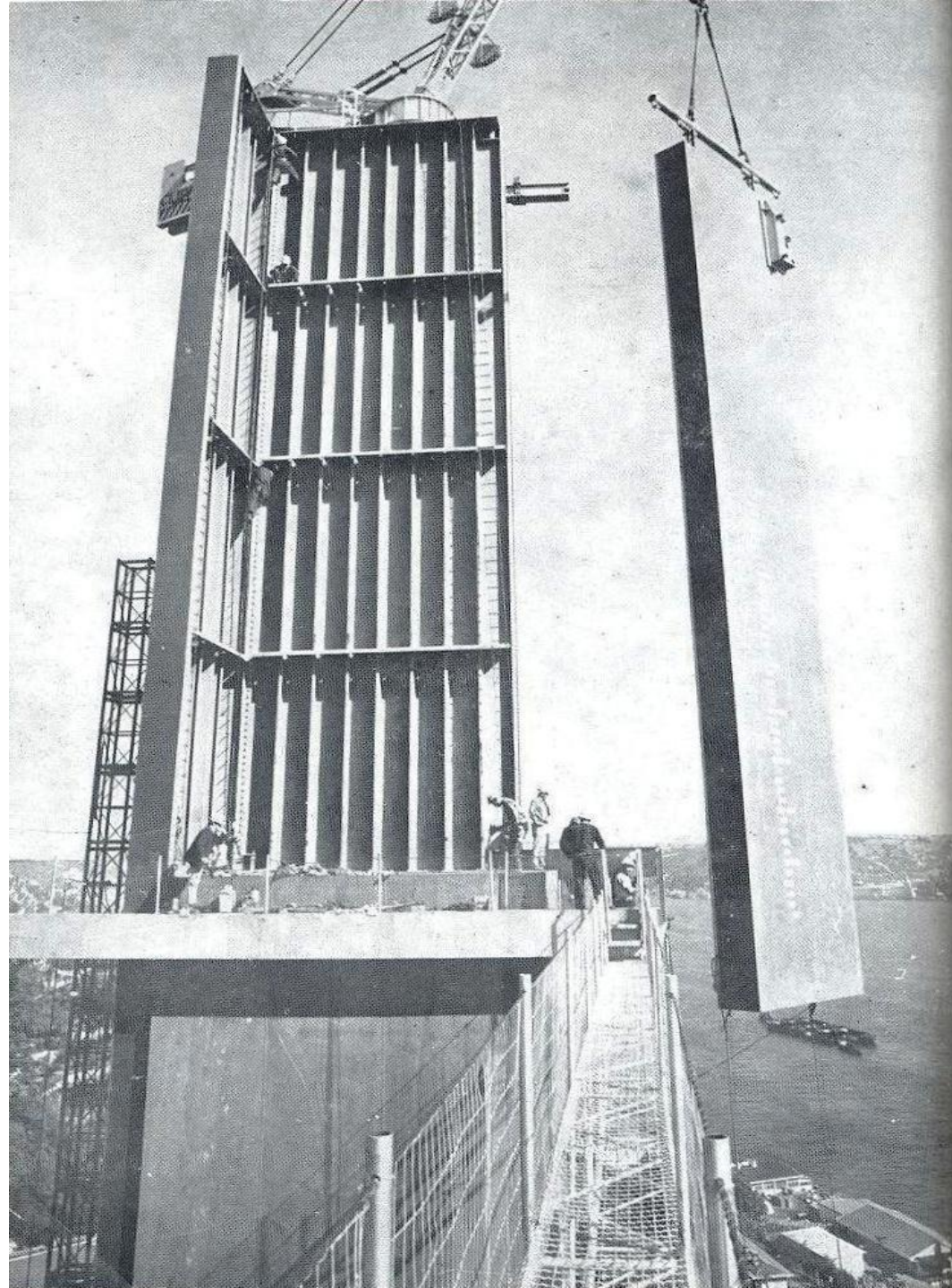
1973

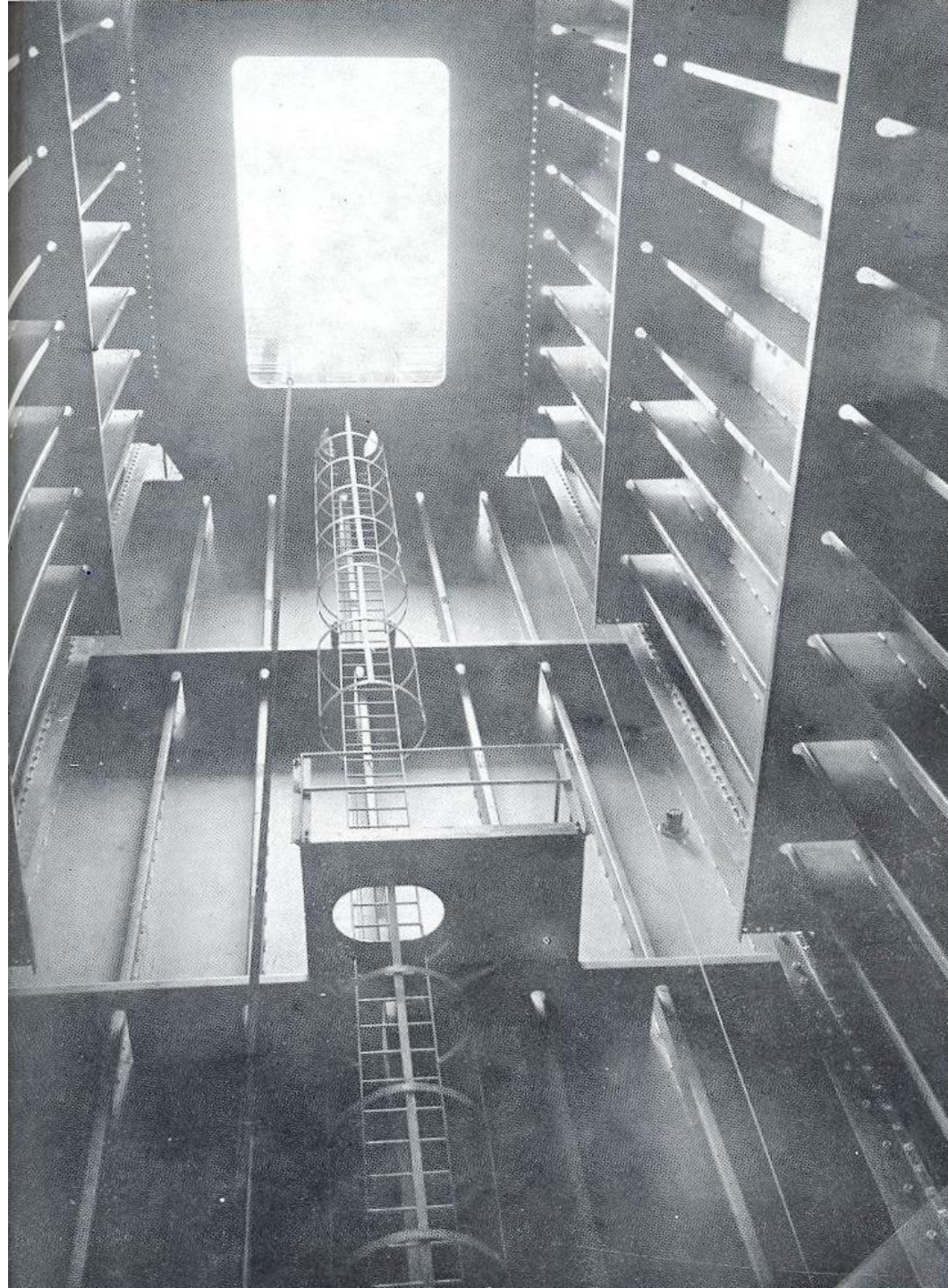


2013

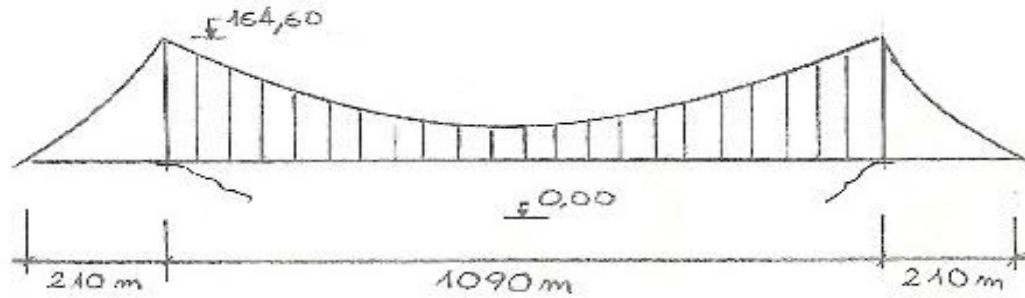








2.KÖPRÜ/F. SULTAN MEHMET KÖPRÜSÜ



2 X 4 ŞERİT, B = 39,40m , h = 3,00m

ANA AÇIKLIK: Ø77cm, Ø5,38mm 16.128 TEL,

KENAR AÇIKLIKLAR: Ø80cm 17.280/17.184 TEL

$\sigma_u = 1570/1770 \text{ MPa}$, $\max \sigma = 0,47 \sigma_u$

UYGULANAN STANDART : BS (ÖZEL YÜKLER)

RÜZGAR HIZI: 45m/sn (ENKESİT İÇİN RÜZGAR TUNELİ TESTİ)

DEPREM: $a_H = 0,10 \text{ g}$ $a_V = 0,05 \text{ g} !!!!$

ANKRAJ BLOKLARI : PLANDA 50m x 60m, H = 36m

G = 110.000 – 130.000 ton

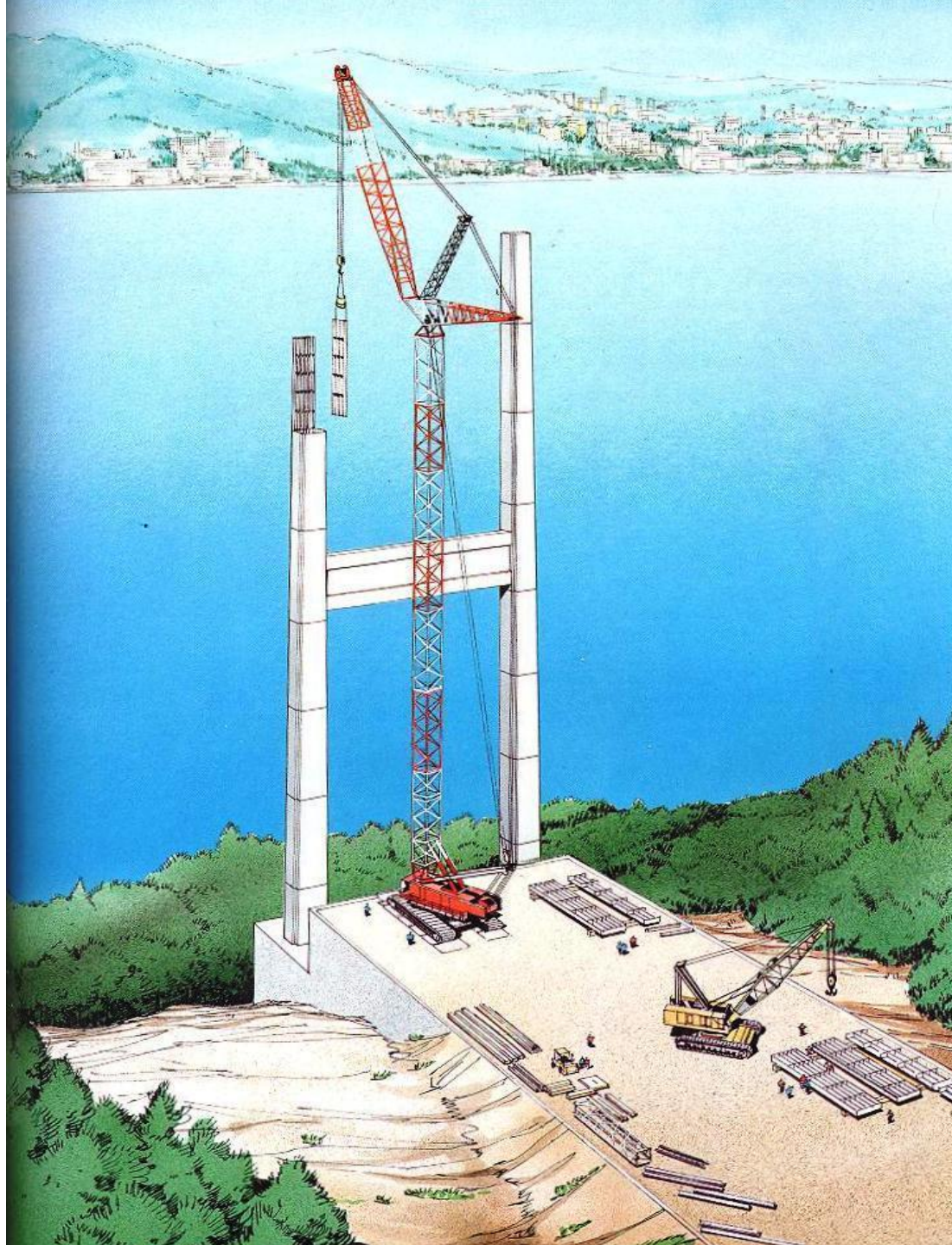
TEKNİK KAPASİTE : 170.000/GÜN, BU GÜN > 220.000

TEMELLER:

YÜZEYSEL TEMEL, 14m x 18m H $\approx$ 6,0m (YER YER KADEMELİ)

2. KÖPRÜ / F.S.M. KÖPRÜSÜ



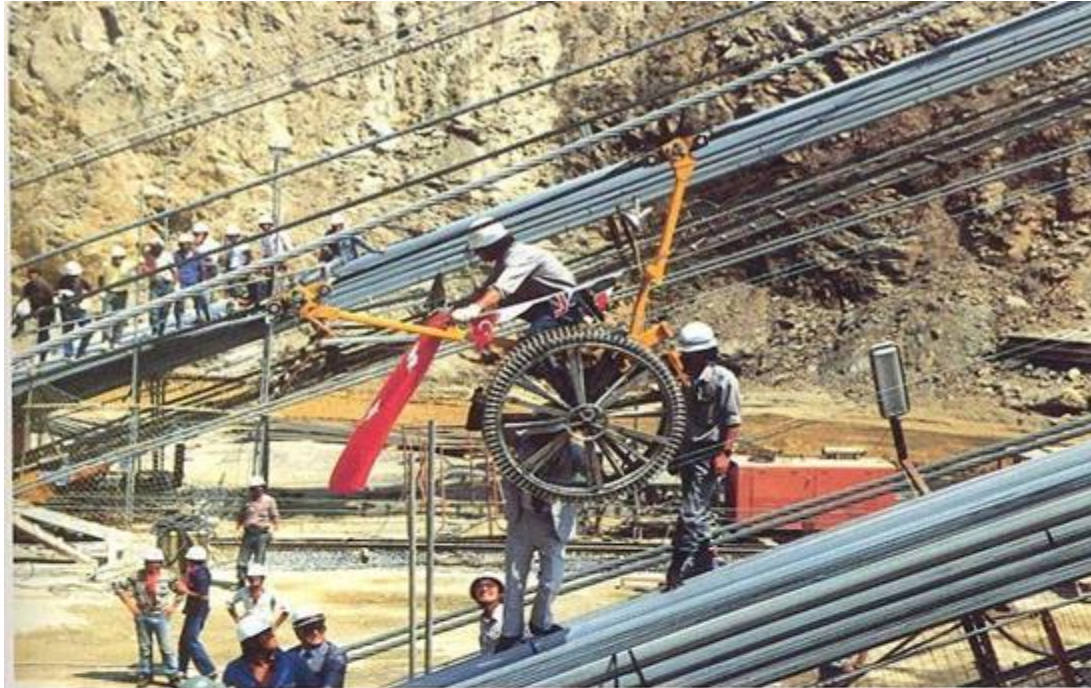




Strand catcher
Telin, büküm içindeki konumuna yerleştirilmesi

Telin, büküm içindeki konumuna yerleştirilmesi





*Final reeling: Cable arrives from the Asian side to the European side
Son telin çekilmesi: Kablo tamamlanıyor*







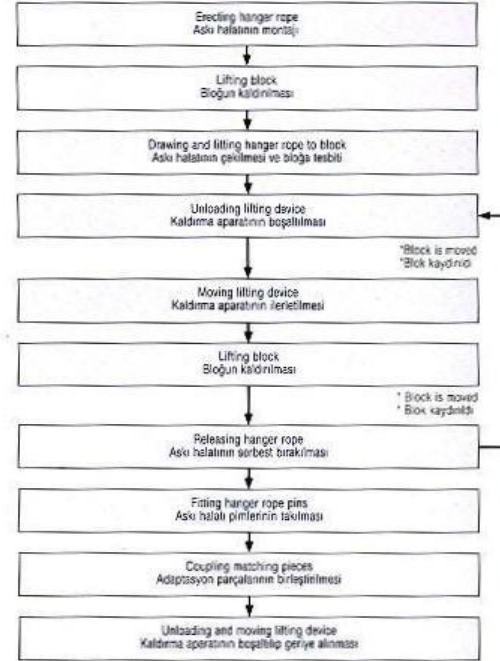
•Erecting the girder blocks — Land section (swing method)

The blocks for the land section were erected by the swing method. First, the barge was led to a point near the shore, and the block was hoisted by the lifting device (A in the diagram below), and moved in the air by transferring the block load to the hanger near the tower (B). The lifting device was moved so that the block load could be transferred to the device, thereby moving the block further (C). By repeating this procedure, the blocks were erected sequentially from the tower block toward the center.

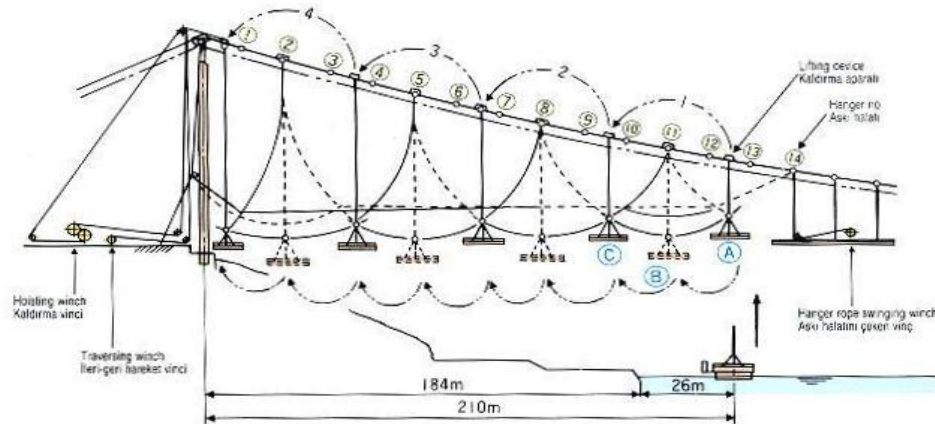
•Tabliye Bloklarının Montajı — Kara Üzeri (Salınım Yöntemi)

Kara üzerine isabet eden bloklar, salınım yöntemiyle monte edilmişlerdir. Yani, mavna kıyıya yanaşmış ve blok, kaldırma aparatı ile yukarıya çekilmiş (aşağıdaki çizimde A ile gösterilmiştir) kule tarafındaki askı halatı bloğa takıldıktan sonra B kaldırma aparatı hareket ettirilerek, blok kuleye doğru kaydırılmıştır. C bu yöntem yinelenerek bloklar kule dibinden köprünün ortasına doğru birbiri ardınca monte edilmişlerdir.

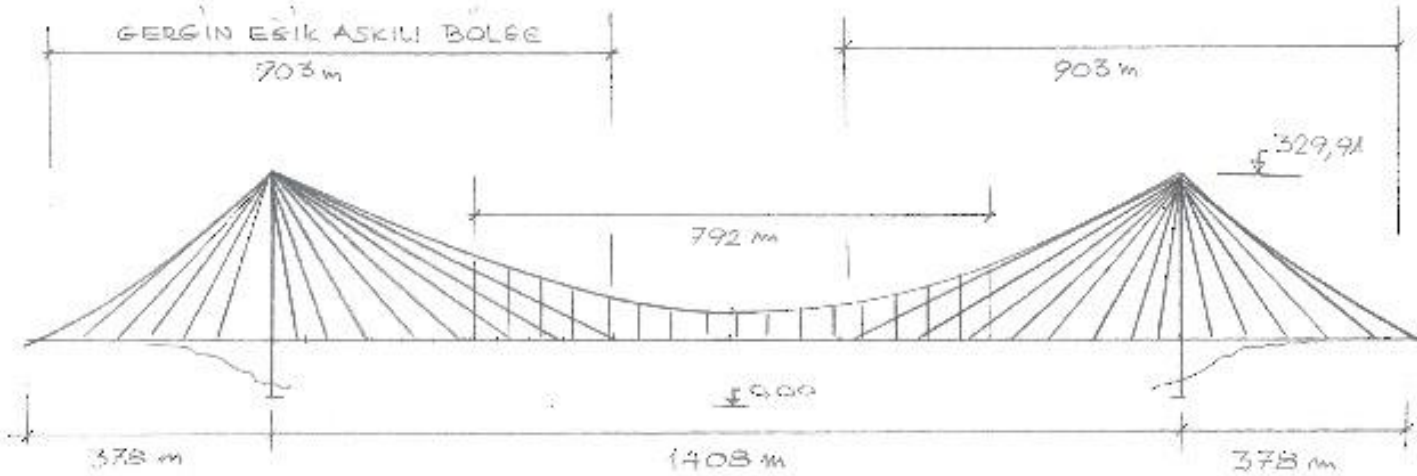
Swing Method Salınım Yöntemi



Land Section on European Side Avrupa Tarafı Kara Kısmı



3.KÖPRÜ/YAVUZ SULTAN SELİM KÖPRÜSÜ



(2 X 4 ŞERİT KARAYOLU + 2 ŞERİT RAYLI SİSTEM) B = 58,50m, h = 5,50m

ANA KABLO $\sigma_U = 1860$ MPa, ASKILAR $\sigma_U = 1570$ MPa

EĞİK ASKI KABLOLARI: **1960MPa**

ANKRAJ BLOKLARI: G = 50.000 – 90.000 ton BETON/ADET

TİMUR
KARA

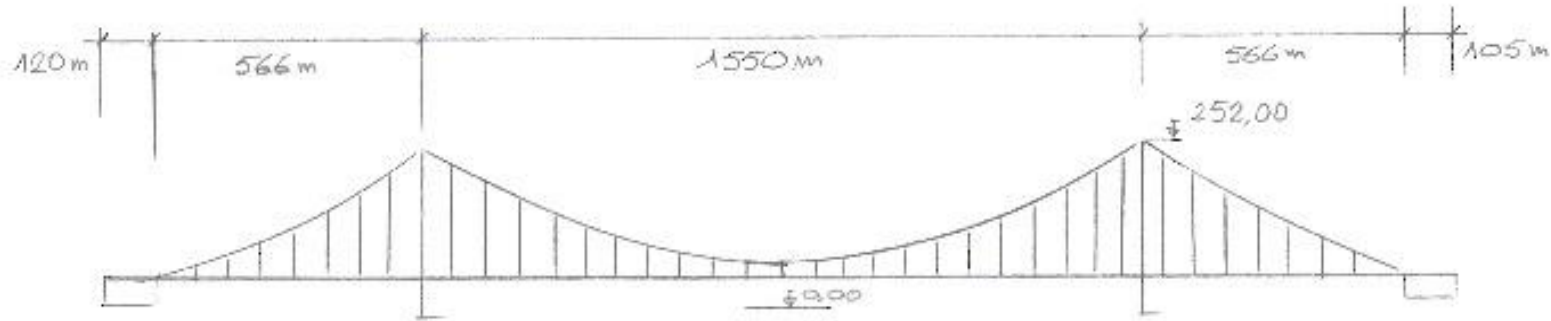


FOTOĞRAF
&
REKLAM
AJANSI





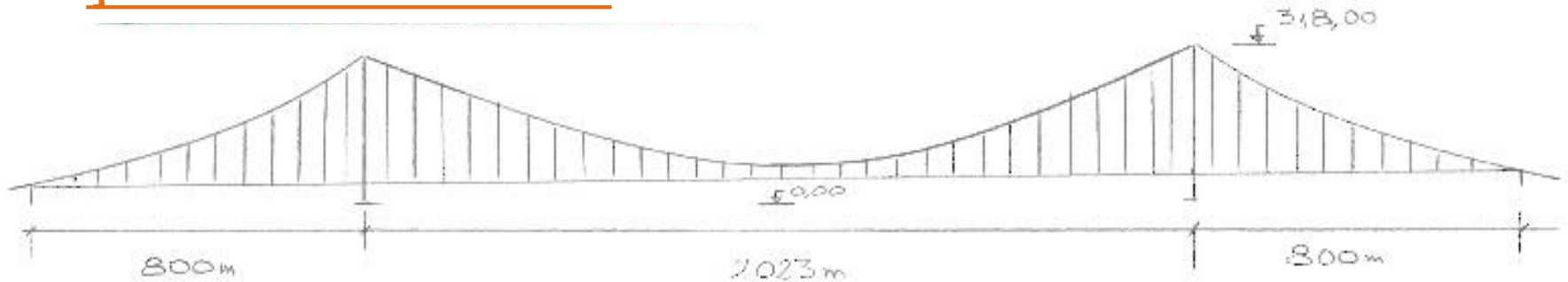
OSMAN GAZİ KÖPRÜSÜ



2X3 ŞERİT, B = 35,93m H = 4,70m

Ø 5,91mm TEL, $\sigma_u = 1760$ MPa

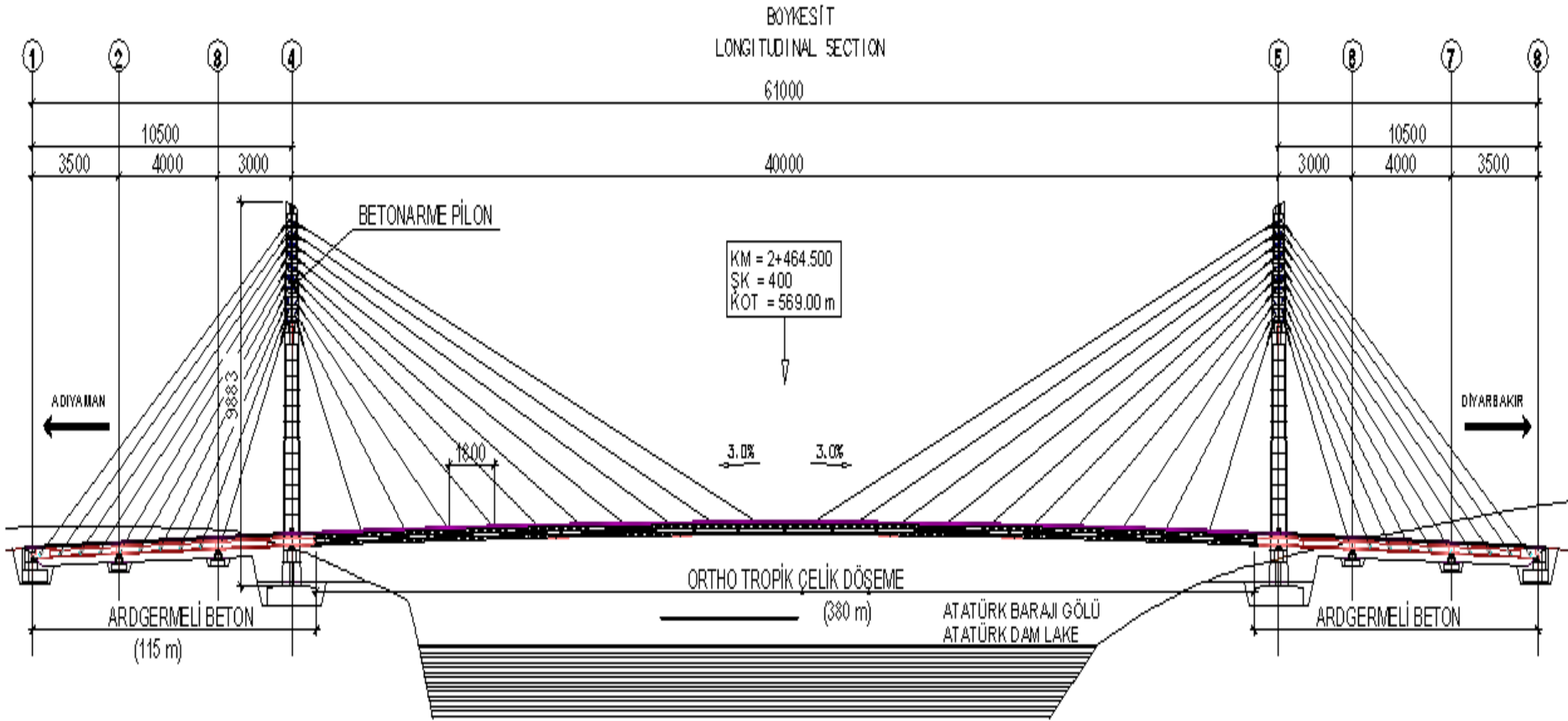
ÇANAKKALE KÖPRÜSÜ



2X3 ŞERİT, B = 33,80m + 2x3,00m H = 3,55m

$\sigma_u = 1960$ MPa

NISSİBİ KÖPRÜSÜ (TÜRKİYE'DE BİR İLK)



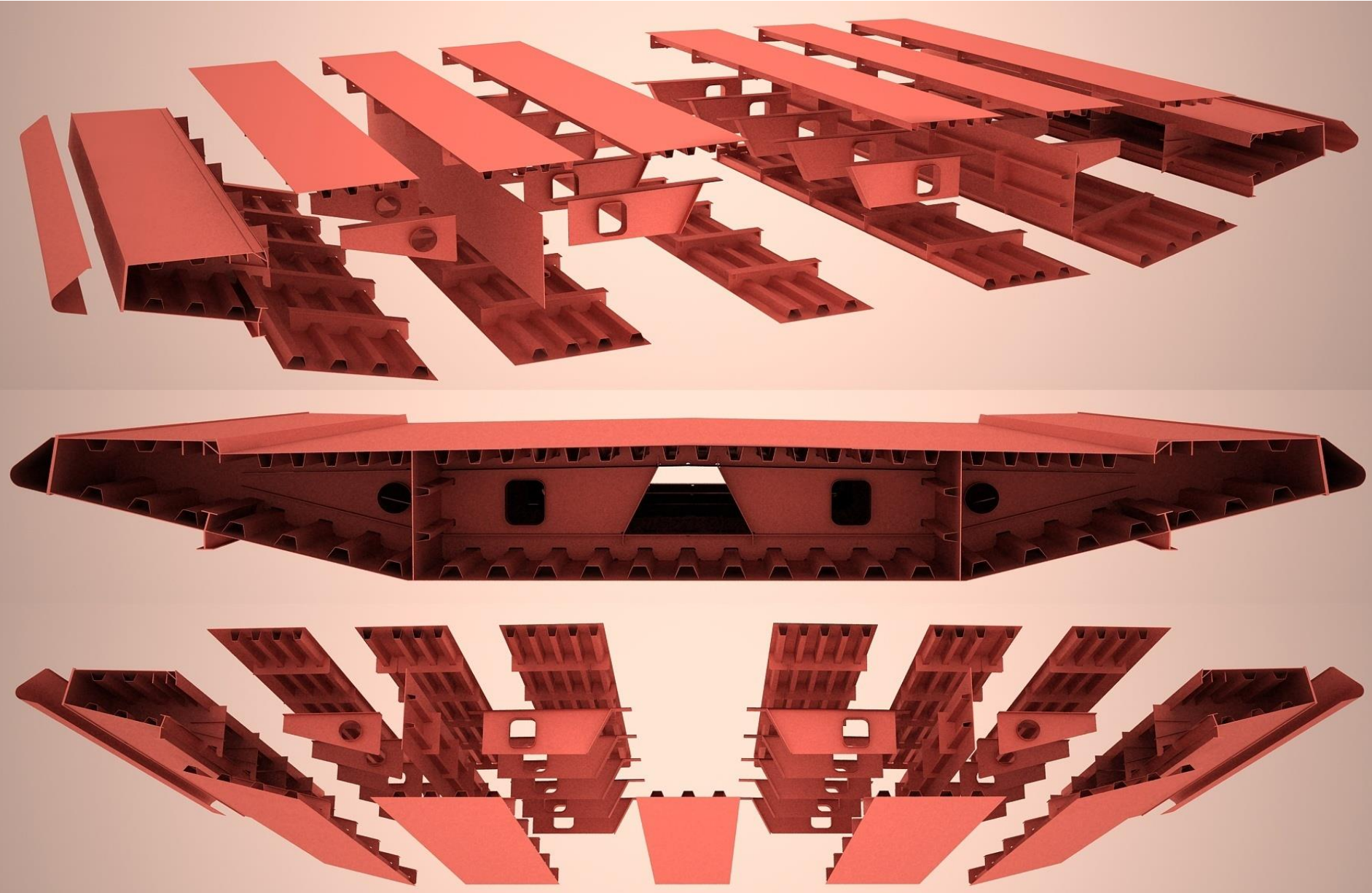
NİSSİBİ KÖPRÜSÜ



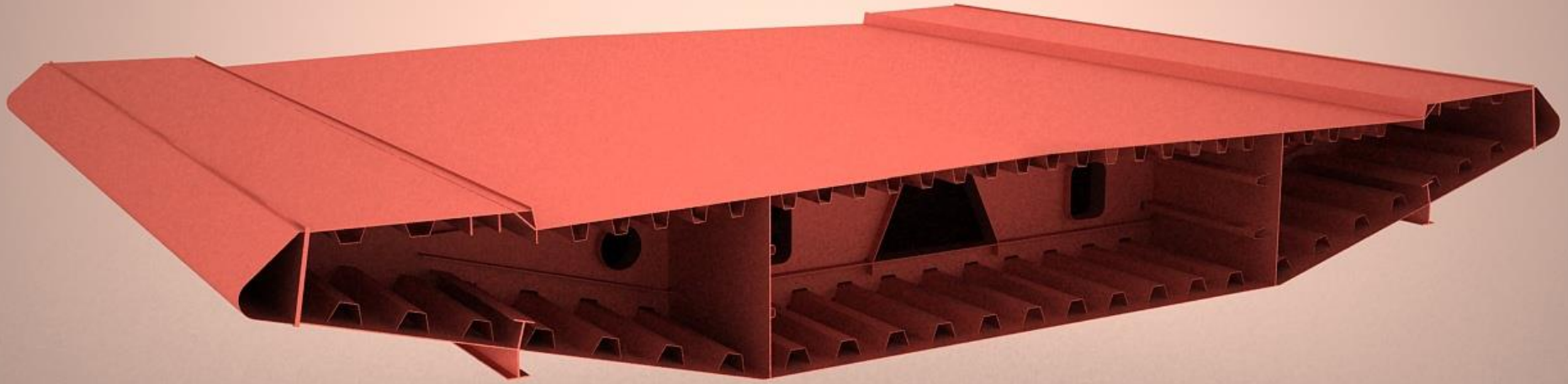




NİSSİBİ TEKNİK BİLGİLERİ



ANA AÇIKLIK TAMAMLANMIŞ BİR SEGMENT



step 9

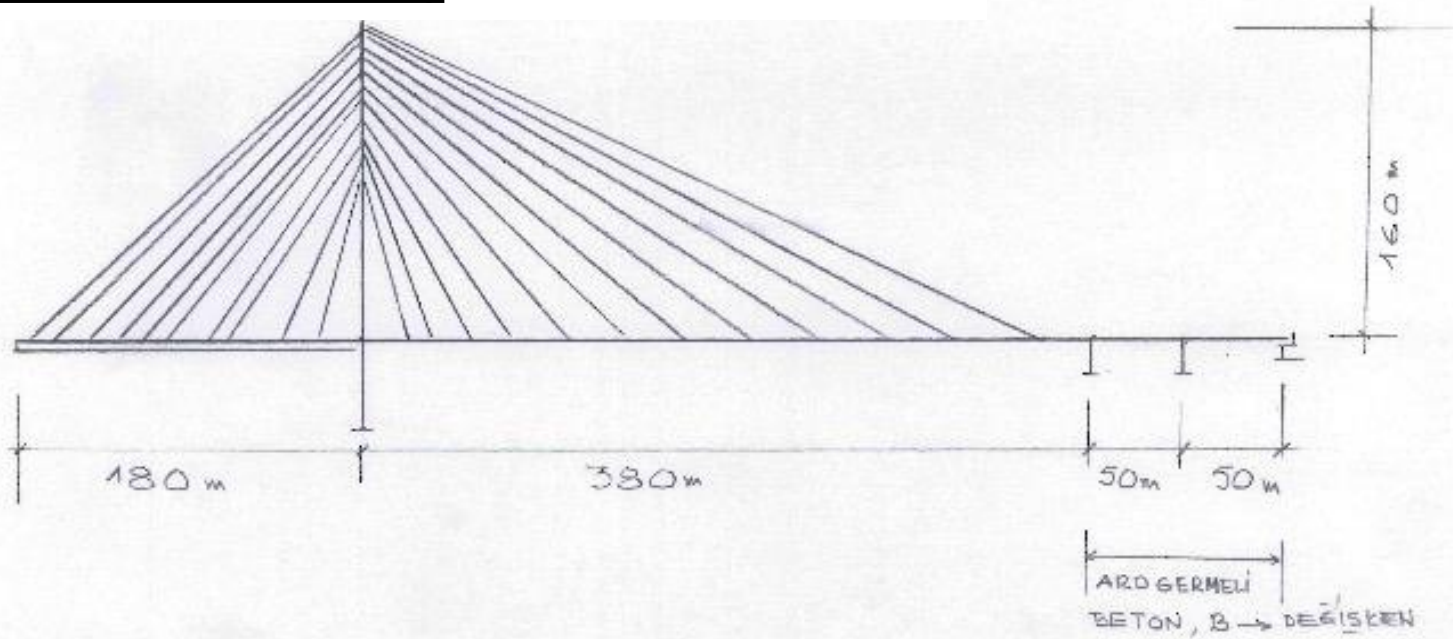






YENİ KÖMÜRHAN KÖPRÜSÜ

(DÜNYADA İLK DÖRT)



2 x 3 ŞERİT, B = 25,00m, H = 3,50m

42 ADET KABLO, KOPMA MUKAVEMETİ 1860 MPa

AKMA MUKAVEMETİ 1670 MPa





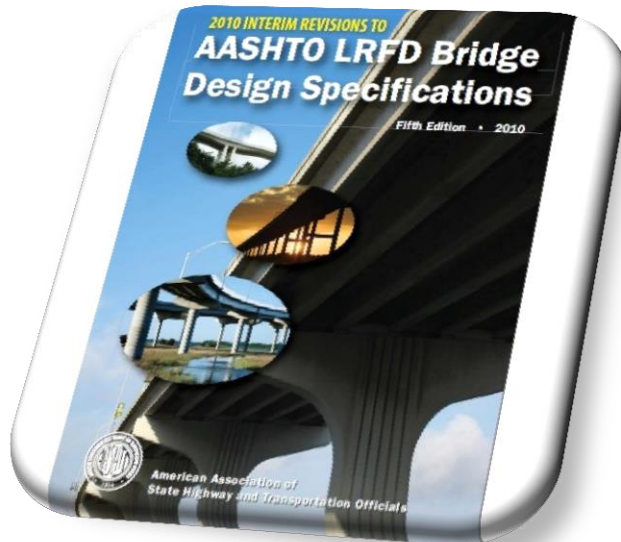




TASARIM KRİTERLERİ

KULLANDIĞIMIZ ŞARTNAMELER VE DİĞER DÖKÜMANLAR

- AASHTO
- EURO CODE / EN
- TS
- FIB – CEB, SETRA
- **AASHTO LRFD (YÜK DRENİM KATSAYILI TASARIM)**



TASARIM AŞAMALARI

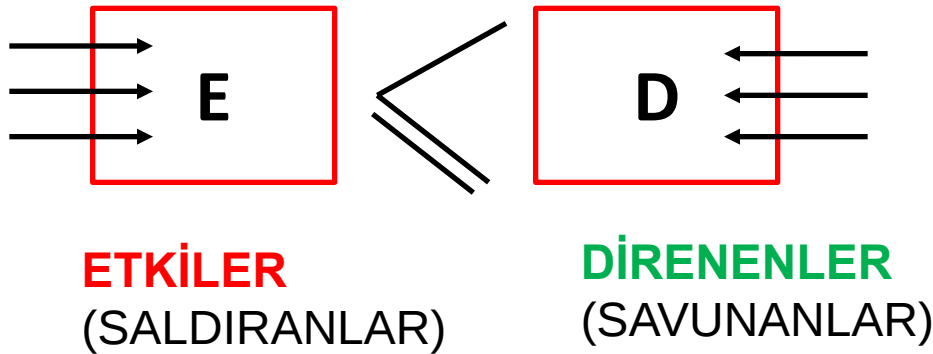
- 1) YAPIM AŞAMALARI
- 2) YAPININ TAMAMLANMIŞ HALİ

BU YAPIYI NASIL İNŞA EDECEKSİNİZ ?

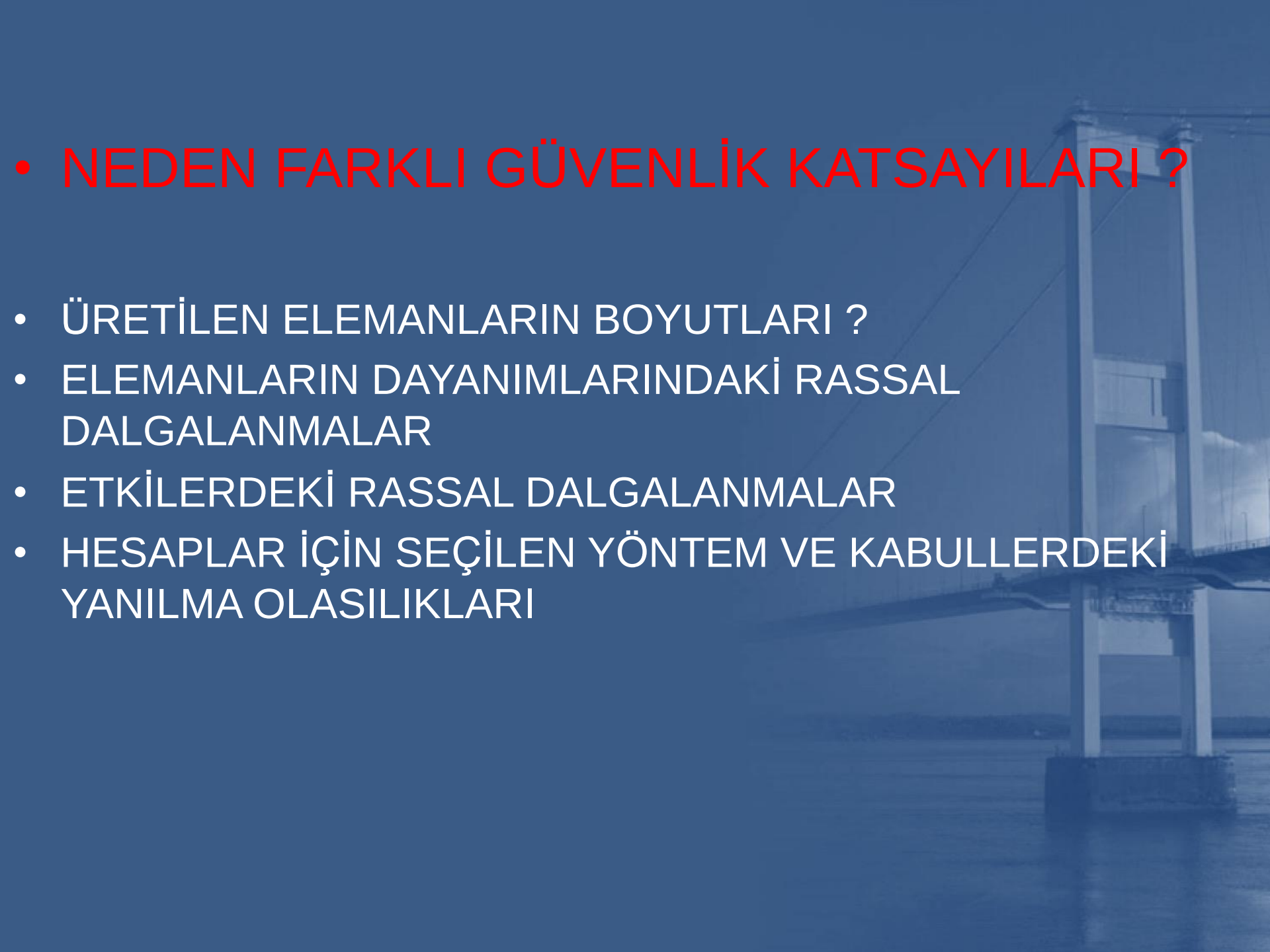


YÜK DİRENİM KATSAYILI TASARIM

- NEDİR ? NEDEN ?



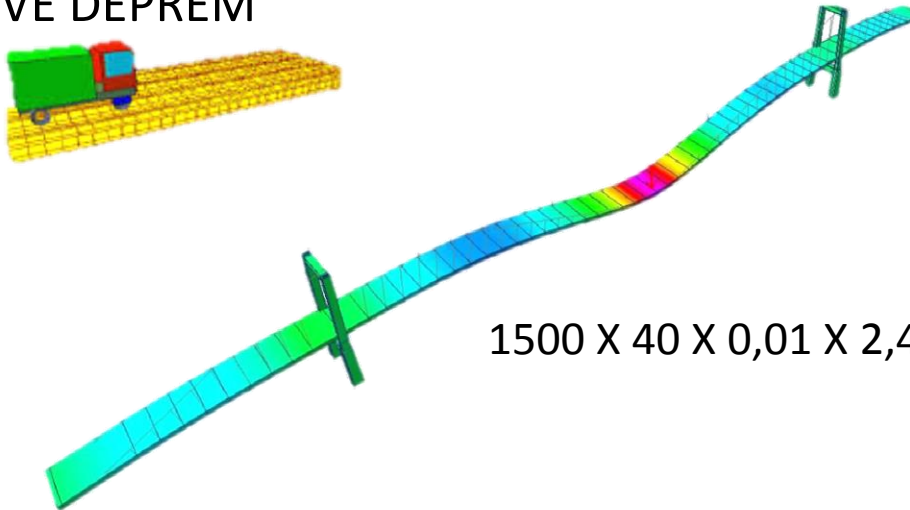
- SERVİS YÜKLERİ SINIR DEĞERLERİ İÇİN
- TAŞIMA GÜCÜ SINIR DEĞERLERİ İÇİN
- ÖZEL YÜKLER İÇİN (DEPREM, GEMİ ÇARPMASI, BUZ KÜTLESİ ÇARPMASI VE BENZERİ)
- YORULMA HALİ İÇİN

- 
- NEDEN FARKLI GÜVENLİK KATSAYILARI ?
 - ÜRETİLEN ELEMANLARIN BOYUTLARI ?
 - ELEMANLARIN DAYANIMLARINDAKİ RASSAL DALGALANMALAR
 - ETKİLERDEKİ RASSAL DALGALANMALAR
 - HESAPLAR İÇİN SEÇİLEN YÖNTEM VE KABULLERDEKİ YANILMA OLASILIKLARI

TASARIM KRİTERLERİNDE NELER VAR?

TASARIM KRİTERLERİNİ OLUŞTURMAK AYRI BİR TASARIM İŞİDİR

- RÜZGAR
- HAREKETLİ YÜKLER
- SICAKLIK DEĞİŞİMİ
- KABLO DEĞİŞİMİ, KABLO KOPMASI
- ARAÇ, GEMİ, BUZ/BUZ KÜTLESİ ÇARPMASI
- VE DEPREM



$$1500 \times 40 \times 0,01 \times 2,4 = 1440$$

DEPREMLER VE BİZ

- **MEVCUT HALİMİZ**
- **$\simeq$ % 70 KAÇAK YAPILAŞMA**
 - **BİLGİ KİRLİLİĞİ**
 - **KÖTÜ ZEMİN**
 - **YÜKSEK KATLI BİNALAR**
 - **ESKİ ŞARTNAMELER**
- **NELER YAPILMALI:**
 - **TASARIM + KONTROL**
 - **YAPIM + KONTROL**

❖ - ŞARTNAMELER

KONTROLLÜ HASAR → AĞIR HASAR
(HER YAPI GÜÇLENDİRİLEBİLİR !!!)

❖ BİRLEŞTİRME, ÇOK KAT, YEŞİL ALAN

❖ YASAL DÜZENLEMELER

❖ ALTYAPILAR

❖ TİP SÖZLEŞMELER

❖ YÜKLENİCİLERİN YETERLİLİĞİ VE SINIFLANDIRILMASI

- **DEPREMLER
VE KÖPRÜLERİMİZ**

- **KÖPRÜLERİMİZ** HEM TASARIM HEM DE YAPIM AŞAMALARINDA BU İŞLERİ BİLEN , YETERLİ BİLGİ VE DENEYİME SAHİP FİRMALAR DIŞINDA, YETKİN, YETERLİ BİLGİ VE DENEYİME SAHİP KİŞİ VE KURULUŞLAR TARAFINDAN DENETLENEN VE KONTROL EDİLEN VE ZAMANIN FEN, SANAT VE YÖNETMELİKLERİNE UYGUN İNŞA EDİLEN **GÜVENLİ YAPILARDIR.**

KÖPRÜLER İÇİN TEMELDE 3 FARKLI DEPREM SENARYOMUZ VAR

❖ 1. SENARYO: YAPIM AŞAMALARI İÇİN

- 50 YILLIK TASARIM ÖMRÜNDE % 50 AŞILMA OLASIĞI
DÖNÜŞÜM PERİYODU $T = 75$ YIL

❖ 2. SENARYO: YAPININ TAŞIYICI ELEMANLARININ ELASTİK SINIRLAR İÇERİSİNDE DAVRANDIĞI BİR BAŞKA DEYİŞLE 'HEMEN KULLANIM'

- 50 YILLIK TASARIM ÖMRÜNDE % 10 AŞILMA OLASIĞI
DÖNÜŞÜM PERİYODU $T = 475$ YIL

❖ 3. SENARYO: YAPININ LOKAL VEYA TOPLAM GÖÇME KONUMUNA GEÇMEMESİ (AĞIR HASAR) SINIR HALİ

- 50 YILLIK TASARIM ÖMRÜNDE % 2 AŞILMA OLASIĞI
DÖNÜŞÜM PERİYODU $T = 2475$ YIL !!!!!

ÇOK ÖZEL DURUMLAR DIŞINDA GENELLİKLE 3. SENARYO İÇİN

- 50 YILLIK TASARIM ÖMRÜNDE YAKLAŞIK % 5 AŞILMA OLASIĞINA KARŞILIK GELEN VE DÖNÜŞÜM PERİYODU 1000 YIL OLAN DEPREMİ KULLANIYORUZ
- **DEPREM TAHKİKLERİNİ KÖPRÜNÜN HER İKİ YÖNÜ İÇİN:**
 - **(% 100 BOYUNA + % 30 ENİNE) VE (% 100 ENİNE + % 30 BOYUNA) KOMBİNASYONLARI İÇİN YAPIYORUZ**

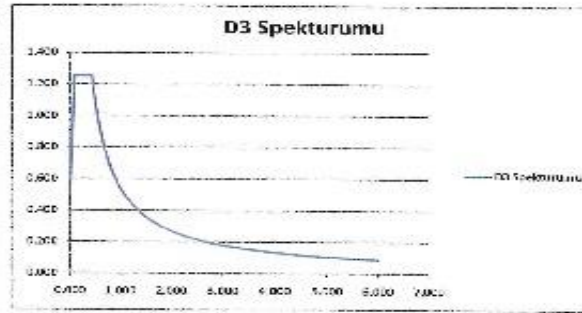
DÜŞEY DEPREMLER İÇİN ÖZEL TASARIM SPEKTRUM EĞRİLERİ

HAZIRLANMAMIŞ İSE YATAY TASARIM SPEKTRUM EĞRİLERİNİN % 70-80 LERİNİ ALARAK HESAP YAPMAK MÜMKÜN

D3 Depremi	
T (saniye)	$R_{du}(T)$
0.000	0.000
0.008	1.250
0.010	1.000
0.015	1.176
0.020	1.000
0.030	0.833
0.040	0.90
0.050	0.80
0.070	0.775
0.100	0.72
0.150	0.670
0.200	0.636
0.300	0.60
0.500	0.560
1.000	0.54
1.100	0.492
1.200	0.45
1.300	0.416
1.400	0.390
1.500	0.36
1.600	0.338
1.700	0.318
1.800	0.300
1.900	0.285
2.000	0.270
2.200	0.246
2.400	0.225
2.600	0.200
2.800	0.198
3.000	0.180
3.500	0.155
4.000	0.130
4.500	0.120
5.000	0.108
5.500	0.098
6.000	0.090
7.000	0.077
8.000	0.070
9.000	0.063
10.000	0.054
11.000	0.049
12.000	0.045

YENİ KÖMÜRHAN
KÖPRÜSÜ

T = 2.475 YIL



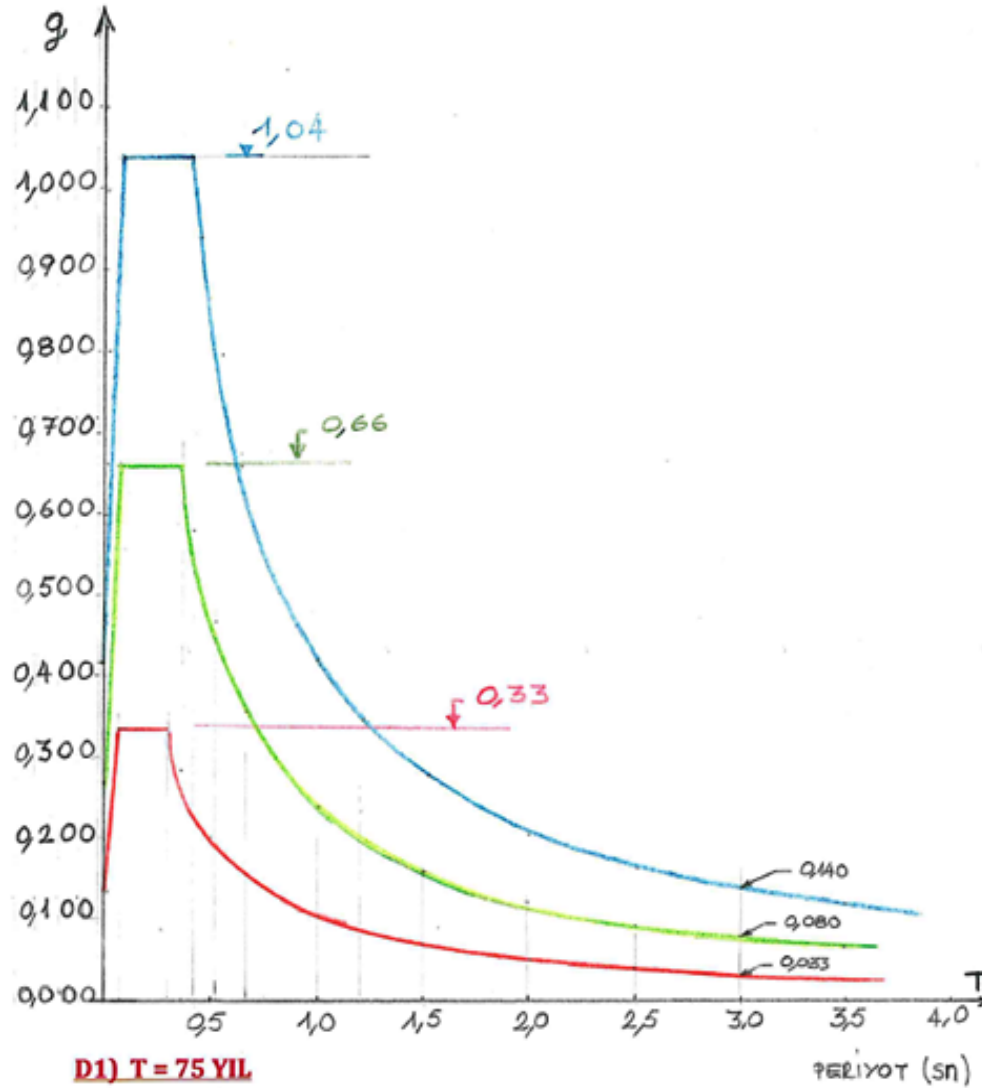
ÖZEL ŞART:

BU SENARYO İÇİN (KISA SÜRE PERİYOT İÇİN
a = 1,2g) **TAŞIYICI ELEMANLAR ELASTİK**
SINIRLAR İÇERİSİNDE KALACAK !!!



ÖRNEK:

NİSSİBİ KÖPRÜSÜ "SPEKTRUM EĞRİLERİ"



D1) T = 75 YIL

D2) T = 475 YIL

D3) T = 2475 YIL



İLAVE DONATI VE BETON İÇİN YERİMİZ KALMADI (İSTERSENİZ SIVA YAPABİLİRİZ !!!)

2475 YIL İÇİN ÖZEL MESNET (AKSİ TAKTİRDE KÖPRÜMÜZ UCUYOR !!!)



1 kg $\approx$ 40cm $\varnothing$ 20



YAŞI > 13.770.000.000 YIL

- **YENİ KÖMÜRHAN KÖPRÜSÜ 24 OCAK 2020 ELAZIĞ- SİVRİCE DEPREMİNE ($M_w = 6,8$) YAPIM AŞAMASINDA YAKALANDI.** 380m LİK ORTA AÇIKLIĞIN 262 m Sİ TAMAMLANMIŞ TOPLAM 42 KABLONUN 26 TANESİ İMAL EDİLMİŞTİ. (Yapı 168,5m yüksekliğinde tek bir pılona bağlı 262m lik ir konsol halinde idi)
- **GERÇEKLEŞEN İVMELER YAPIM AŞAMALARI İÇİN ÖNGÖRÜLEN DEĞERİN ÇOK ÖTESİNDE 475 YILLIK DÖNÜŞÜM PERİYODU İÇİN ÖNGÖRÜLEN DEĞERLER BÜYÜKLÜĞÜNDE İDİ. DEPREMDEN SONRA YAPTIĞIMIZ İNCELEMELERDE YAPIDA EN KÜÇÜK BİR HASAR TESBİT ETMEDİK.**
- **YENİ KÖMÜRHAN KÖPRÜSÜ BİTMİŞ HALİ İLE DE 6 ŞUBAT 2023 KAHRAMANMARAŞ-GAZİANTEP DEPREMİNİ YAŞADI** (Bu depremin en büyük özelliklerinden birisi de yer yer **1,0g** değerini aşan düşey ivmeler idi) . YAPI SERVİSTE OLDUĞU İÇİN MONİTORİNG SİSTEMİ DEVREDE İDİ. **YAPIDA EN KÜÇÜK BİR HASARIN OLUŞMADIĞINI VE YAPININ TASARIM MODELİNE UYGUN DAVRANDIĞINI GÖZLEMLEDİK.** ELDE EDEBİLDİĞİMİZ KAYIT DEĞERLERİ DE GÖZLEMLERİMİZİ TEYİT EDER YÖNDEYDİ.
- **NISSİBİ KÖPRÜSÜ DE 2 MART 2017 ADIYAMAN-SAMSAT DEPREMİNDE ($M_w = 5,5$ ve artçıları) BENZER BİR PERFORMANS GÖSTERMİŞTİ.**

SONUÇ OLARAK:

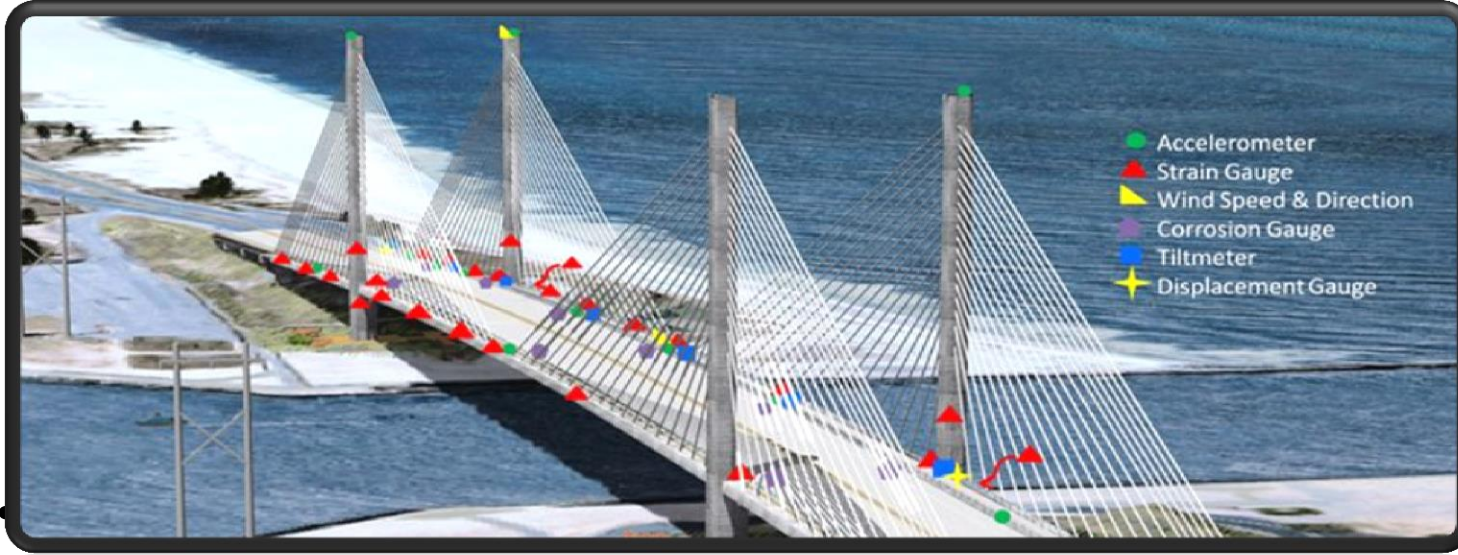
**KÖPRÜLERİMİZ HEM TASARIM HEM DE YAPIM
AŞAMALARINDA «EHİL VE YETKİN»
MÜHENDİSLERİN ELİ DEĞMİŞ ZAMANIN FEN ,
SANAT VE YÖNETMELİKLERİNE UYGUN İNŞA
EDİLMİŞ GÜVENLİ YAPILARDIR.**

MONİTORİNG VE YÜKLEME DENEYİ

- **ÖLÇÜMLER : (365 GÜN 24 SAAT)**

BELİRLİ/SEÇİLMİŞ NOKTALARDA

- SICAKLIKLAR , RÜZGAR HIZLARI, YER HAREKETLERİ VB.



BELİRLİ/SEÇİLMİŞ NOKTALARDA

- PİLON VE TABLİYEDE YERDEĞİŞTİRMELER, GERİLMELER ,
KABLO KUVVETLERİ , TEMELLERDE OTURMALAR VB.

VE YÜKLEME DENEYİ !!

VE YÜKLEME DENEYİ

8 X 40 ton



Teşekkürler,

