

FIRAT NEHRİ ÜZERİNDE YAPILMAKTA OLAN NİSSİBİ KÖPRÜSÜ PROJESİ

¹Ahmet YOKUŞ, ²Cengiz NOYAN, ³Orhan YAŞAR, ⁴Arif ERDİŞ, ⁵Janusz TADLA,

¹Sanat Yapıları BaşMüh., KGM. 9.Bölge, E-Mail: ayakuza@gmail.com

²Kontrol Amiri, KGM. 9. Bölge, E- Mail: cnoyan@kgm.gov.tr

³Kontrol Şefi KGM.9. Bölge, E- Mail: orhanyrs@gmail.com

⁴Proje Müdürü, GÜLSAN A.Ş., E- Mail: arif.erdish@gulsanholding.com.tr

⁵Köprü Yapım Kontrol Baş Mühendisi, EMAY A.Ş., E- Mail: akashi@o2.pl

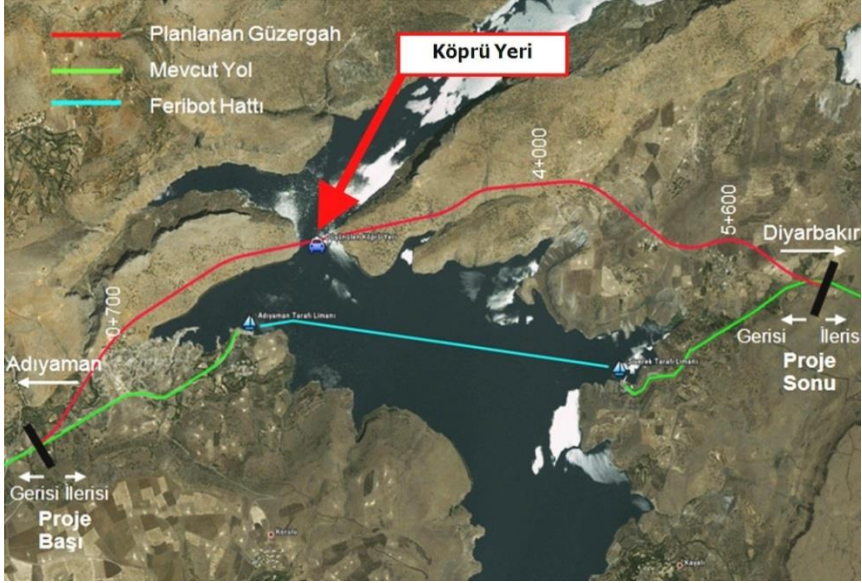
Özet

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye nin en az gelişmiş coğrafi bölgelerinden biri olduğundan dolayı, bölgenin gelişimine katkıda bulunmak amacıyla uzun yıllardır bölgeye yatırımlar yapılmaktadır. Bu yatırımların en önemli ve dikkate değer örneklerinden biri ise Adıyaman ve Diyarbakır şehirlerini birbirine bağlayan karayolunun yeniden inşası projesidir. Bu yenilemenin amacı, Fırat nehrinde kurulmuş olan Atatürk barajı üzerine gergin eğik askılı bir köprünün inşaatı ile ulaşımın iki yaka arasında feribot vasıtasıyla sağlanmasına son vermek ve mevcut eski yolun genişletilerek her yönde iki şeritli hale getirmektir. Baraj gölünün derinliği 90m olduğu için üzerine yapılacak olan eğik askılı köprünün orta açıklığı (pilonlar arası) 400m olarak belirlenmiştir. Kenar açıklıklarla beraber köprünün toplam açıklığı 610m dir. Köprünün tamamı 7 açıklıktan oluşmaktadır. Köprünün ana orta açıklığı ortotropik çelikten yapılmış olup kenar açıklıkları ard germeli betonarme döşemedir. Ana açıklık konsol kiriş dizayn ve yapım metodu kullanılarak yapılmıştır. Köprünün çelik ana açıklığını oluşturan segmentlerin parçaları Osmaniye çelik fabrikasında yapılmakta olup bu parçaların imalatı tamamlandıktan sonra Osmaniye den şantiye sahasına taşınıp şantiyede segmentin montajı yapılmaktadır. Bölgedeki yüksek sismik hareketlerden dolayı, köprünün üst yapısı kurşun çekirdekli mesnetlerle (LRB) desteklenmiştir. Hazırlamış olduğumuz bu makale, 2012 Ocak ayında başlamış olup 2015 yılı başında bitecek olan bu köprünün projesi, köprü inşaatı ve şantiyesi sahası hakkında bilgilendirme ve tanıtımı içermektedir.

Giriş

Güneydoğu Anadolu Bölgesi Türkiye'nin en az gelişmiş bölgeleri arasında yer almaktadır. Bölgenin kalkınabilmesi için uzun yıllardır yatırımda bulunmaktadır. Bunların en önemlisi GAP'tır(Güneydoğu Anadolu Projesi). Bu proje çerçevesinde 22 barajın inşası öngörülmüştür. Bu barajlardan en büyüğü aynı zamanda Türkiye'nin en büyük barajı olma özelliğine sahip Fırat nehri üzerindeki Atatürk Barajıdır.

Su işlerine yapılan yatırımın yanı sıra var olan karayollarının duble yol haline getirilmesi ve durumlarının düzeltilmesine (örneğin köprüler, viyadükler ve tüneller aracılığıyla) yönelik yatırımlar da yapılmaktadır.



Şekil 1. Köprü yeri.

Bu türden yatırımlardan biri Adıyaman'la Diyarbakır'ı birbirine bağlayan karayoludur (şekil 1). Belirtilen yol duble yol olacak ve Fırat'ın iki yakasında (Atatürk Barajı) feribot seferleriyle sağlanan ulaşım, projenin hayata geçmesiyle beraber daha kısa ve konforlu hale gelecektir. Nissibi teknik özellikleri bakımından Türkiye inşaat sektörü için bir dizi ilk ve yerlilikler içeren bir projedir. Nehrin bu noktadaki derinliği 90 metre olup bu nedenden dolayı askılı bir yapı öngörülmüştür. İş sahibi KGM – Karayolları Genel Müdürlüğü 9. Bölge Müdürlüğü. Köprü projesi Türk şirketi olan Yüksel Proje tarafından hazırlanmıştır ve Sloven şirketi Ponting tarafından kontrol edilmiştir. Uygulama projesi Tayvan merkezli Wiecon bürosu tarafından hazırlanmıştır. Ana yüklenici Türk şirketi Gülsan A.Ş. olup, Karayolları adına müşavirlik işleri EMAY A.Ş. şirketi tarafından yapılmıştır.

Köprü inşaa bedeli 81.757.513,00 TL.

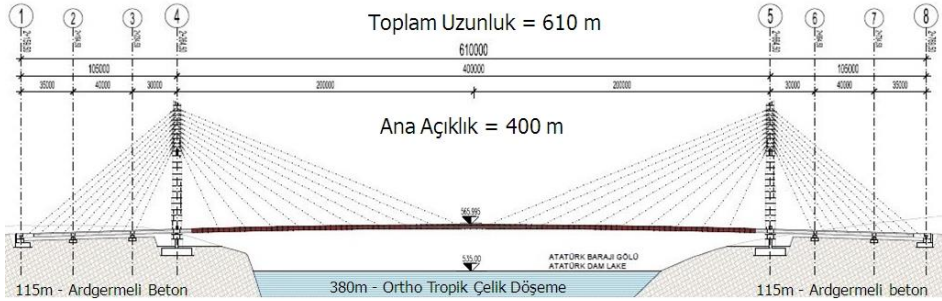
Çalışmalara başlama tarihi: 25.01.2012

Öngörülen bitiş tarihi: 14.05.2015

Yapıya dair ana özellikler

Köprü'nün inşasının temel amacı Fırat nehrinin iki yakasının birleştirilmesidir. Nehrin ortasına destek ayaklarının yerleştirilmesinin mümkün olmaması nedeniyle 400 m ile ülkemizin orta açıklığı en büyük üçüncü ve ortotropik Çelik Tabliyeye Sahip Gergin Eğik Askılı ilk köprüsüdür. Türkiye'de ilk kez bu köprüde "gergin eğik askı" yöntemi kullanılıyor. Bu teknik, köprü'nün ömrünü dahada uzatıyor. Pilon yükseklikleri 96 metre. Projenin yaklaşım viyadükleriyle beraber toplam uzunluğu 610 metre. 2x2 olmak üzere 4 Şeritli olarak inşa edilen köprü'nün genişliği ise 24,5 metre.

8,00 metre genişliğinde çift yönlü otoyol ve her iki tarafta 2,90 metre genişliğinde kaldırım bulunmaktadır.



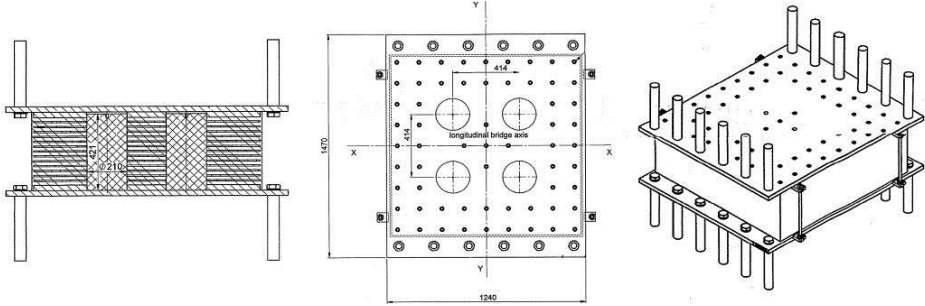
Şekil 2. Köprü Boykesiti.

Destekler

Temeller kayalık zemin üzerine yüzeysel temel olarak yapılmaktadır. İnşaat faaliyetleri için arazinin hazır hale getirilmesi amacıyla patlayıcı kullanılmıştır. Şev destekleme sistemi olarak püskürtme beton ve hasır çelik kullanılmıştır.

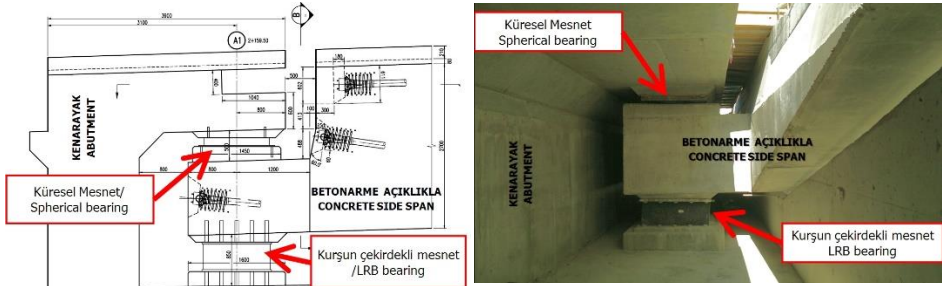
Temel ve desteklerde C30/37 türü demirli beton, pilondaysa C50/60 türü beton kullanılmıştır.

Köprü'nün depremin sık görüldüğü bir bölgede yer almasından dolayı köprüde 16 adet kurşun çekirdekli kauçuk mesnet LRB (lead rubber bearing) deprem izolatörü kullanılmıştır. Bu ekipmanlar deprem sırasında enerjinin dağılmasını sağlarlar ve bu şekilde köprü'nün hasar görme riski azaltılmış olur. Mekanizmanın sabit dayanağı bulunmamaktadır.



Şekil 3. 2 nolu desteğe monte edilen LRB deprem izolatörü (kurşun çekirdekli kauçuk mesnet).

Köprübaşında negatif tepkinin olma ihtimaline karşılık küre şeklinde ek mesnetler yerleştirilmiştir, bu mesnetler oluşan etkiyi kenar ayak perdesine yansıtmaktadır (şekil 4).



Şekil 4. Kenar ayak mesnet yerleşimi.

Üst yapı

Orta açıklığın dışarısında kalan yol kısmında betonarme kullanılmıştır. Orta açıklığın bu kısımlara nazaran daha uzun olması nedeniyle bu kısmın yüzeyi standart yüzeylerin sahip olduğu yüzeyden daha fazladır.

Parabolik kabloların bulunduğu kısım iki kısma bölünmüştür (şekil 5). Kablolar tüm beton yapının oluşturulmasından germe işlemi yapılmıştır (şekil 6). Ana açıklığın beton sınıfı C40/50 olup çelik kabloların sıkıştırılması 1860Mpa'lık gerilmesin öngerme halatler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5. Birinci Aşama betonarme yabliye.

Tablo 1. Ana malzemeler

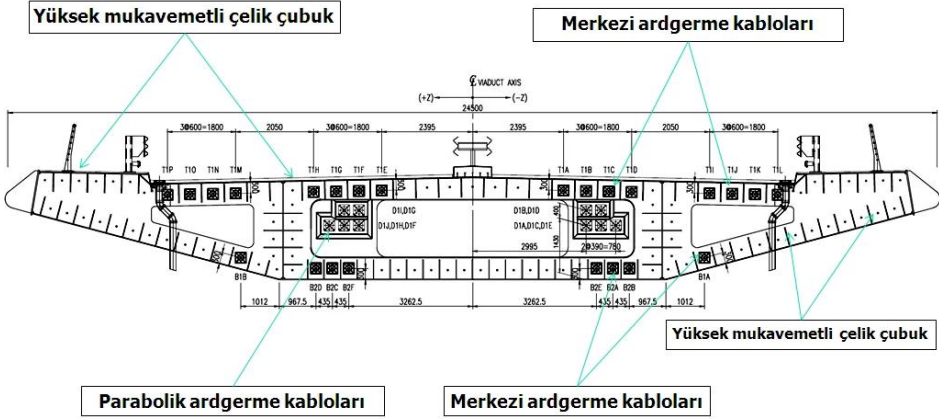
Beton	Miktar	Çelik	Miktar
Grobeton C16/20	300m ³	Betonare çeliği BS500	3 600 ton
Temeller ve ayaklar C30/37	13 500 m ³	Yapı çelik S355 J2+N	5 600 ton
Pilon C50/60	7 500 m ³	Öngerilmeli çelik Ø15,7 1860MPa	180 ton
Döşeme C40/50	9 500 m ³	Eğik askılı halatlar Ø15,7 1860MPa	500 ton



Şekil 6. İkinci Aşaması tamamlanmış betonarme tabliye.

380 metrelik açıklık ağırlıklı olarak çelikten yapılmıştır (şekil 2). Bunlar çelik kutu olarak inşa edilmiştir.

Çelik ve beton Nelson kesme çivileri ile birbirine bağlanmıştır, ayrıca 26,5 metre çapında 81 adet yüksek mukavemetli çubuklar kullanılmıştır. Merkezi ardgerme kabloları beton ve çelik bağantısını sağlamlaştırma amacıyla çelik kısmın dışına alınmıştır (şekil 7).



Şekil 7. Orta açıklığın çelik ve beton unsurlarının bağlanması.

Askı

Köprünün tutunduğu pylonlar iki parçadan oluşmaktadır. VSL şirketinin SSI2000 sistemi kullanılmıştır. Çelik tarafına 40 adet ana kablo kullanılmış, denge açısından beton tarafına 40 adet kablo kullanılmıştır. Aktif ankrajlar pilyonda bulunmaktadır. Halat sayısı 31 ile 55 arasında değişmektedir. HDPE borularının çapları 160 ile 200 mm arasında değişmektedir ve rüzgâr ve yağmura karşı spiral koruma sistemi mevcuttur. En kısa halat 62 metre, en uzun halatsa 207 metre uzunluğundadır.

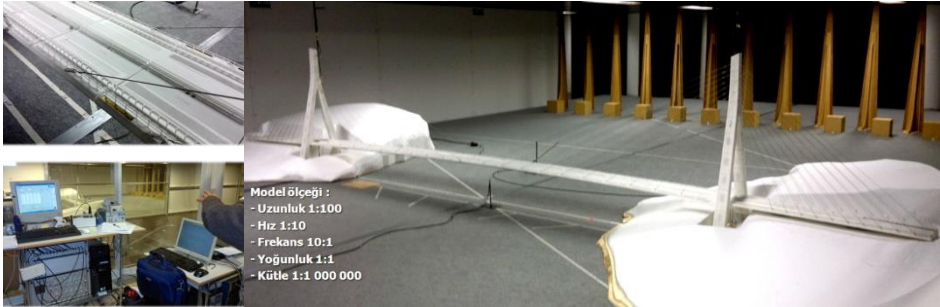


Şekil 8. Monte edilen askı sisteminin detayları.

Tüm kablo akrajları ileride hidrolik damper monte ederecek şekilde dizayn edilmiştir. 80 adet kablo ankrajından 36 tanesinde hesap sonucu hidrolik damper montajı yapılmıştır.

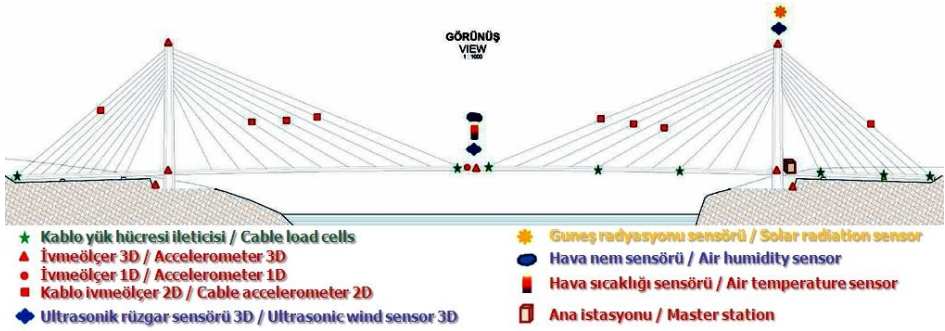
Aerodinamiğin ve köprü takip sisteminin incelenmesi

Nissibi köprüsünün aerodinamik araştırma modeli köprünün hizmet vermesi sırasındaki performansının ve inşaatı sırasındaki durumunun değerlendirilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Araştırmalar Danimarka'daki "Force Technology" aerodinamik tüneline gerçekleştirilmiştir (şekil 9).



Şekil 9. Nissibi köprüsünün aerodinamik modelinin incelenmesi.

İnceleme sonucunda inşaat sırasında ve hizmete girdikten sonraki sürede köprünün aerodinamik açıdan güvenliği olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan 9m/saniye rüzgâr hızında 0.02 m vibrasyonun görüldüğü belirlenmiştir. Bu nedenden dolayı köprünün hizmete girmesinden dolayı gözlem altında tutulması tavsiye edilmektedir. Vibrasyonların neden olduğu rotasyonlar platformun köşesine küçük parçaların monte edilmesi suretiyle giderilebilir (Hong Kong'daki Stoncutter Köprüsünde bu türden bir uygulama gerçekleştirilmiştir[1]).



Şekil 10. Köprü izleme projesi.

Yapı işleri

Yukarıda da belirtildiği üzere inşaat sırasında patlayıcılar kullanılmıştır. Bu durum inşaat alanının çevresinde ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesine engel olmuş ve çalışma takvimini etkilemiştir. Sıcaklık farkının olumsuz etkisinin azaltılabilmesi amacıyla pilon temelinin betonu altı aşamayla inşa edilmiştir.



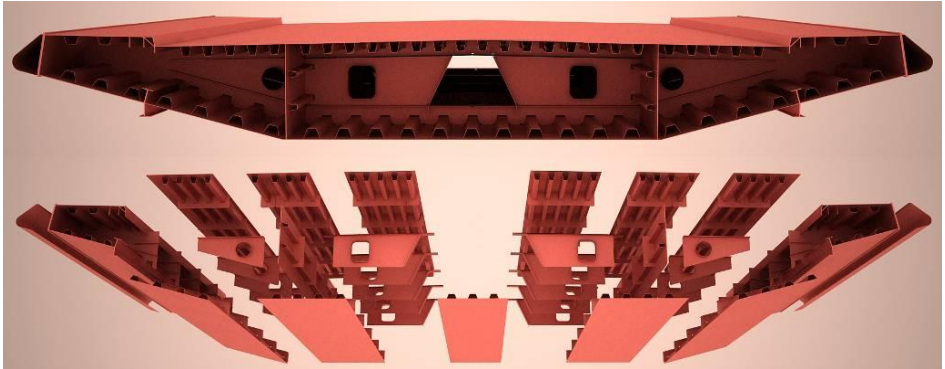
Şekil 11. Pilon Yapım Aşamaları.

Pilonlar yükselen yapı iskeleleri kullanılarak inşa edilmiştir [2] (şekil 11). Pilonun kollarının eğimli olması nedeniyle bağlantı kollarına çelik destekler yerleştirilmiştir. Desteklerde hidrolik silindirler bulunmaktadır. Proje tasarımcısı tarafından ek gücün sağlanabilmesi amacıyla en yüksek seviyedeki destekler kullanılmıştır.

Çelik kısımların kaldırılabilmesi için özel olarak tasarlanan aletler ve vinçler kullanılmış ve özel bir kaldırma yöntemi uygulanmıştır.

Çelik açıklık 26 segmente bölünmüştür. Nehrin her iki yakasındaki ilk iki segmentin çok kısa olmasından dolayı bunları Osmaniye'deki fabrikada tam anlamıyla uygulamak ve şantiyeye taşımak (yaklaşık 400 km) mümkün olabilmıştır.

Normal bir segment 18 metre uzunluğundadır ve panellere bölünmüştür (şekil 12) bu şekilde naklieleri kolaylaştırılmıştır. Panellerin birleştirildiği montaj alanı mevcuttur (şekil 13). Tüm bağlantılar kaynakla yapılmıştır. Adıyaman tarafındaki ilk iki segment karada birleştirilmiş ve taşınmıştır. Diğer parçalar dubalarla taşınmıştır.



Şekil 12. Köprü'nün çelik aksamalarının nakliye amacıyla bölümü.



Şekil 13. Köprünün çelik segmentlerinin montaj alanı (Diyarbakır tarafı).

Segmentin ağırlığı ortalama olarak 250 tondur. Segmentin kaldırılması amacıyla özel ağır kaldırma ekipmanları (heavy lifting) ve hidrolik krikolar yardımıyla kaldırmıştır (şekil 14). Segmentin montaj sırası aşağıda belirtildiği gibidir:

- Segmentin kaldırılması,
- Montajı yapılmış olan segmentle birleşim kaynağının yapılması,
- Kaldırma halatlarının serbest bırakılması,
- Kabloların montajı (2 adet çelik tarafı, 2 adet beton tarafı),
- Yeni segmentin montajı için vincin ileriye alınması.

Bu işlemler 14 gün sürmektedir.

Lojistikle ilgili olan nedenlerden dolayı ilk olarak Adıyaman tarafındaki işlemler tamamlanmış daha sonrasındaysa Diyarbakır tarafında çalışmalara devam edilmiştir.

Montajın tamamlanmasından sonra yol yüzeyi, kaldırım, yaya ve otokorkuluk, drenaj ve asfalt, elektrik işleri vb. köprünün üst yapı unsurları monte edilecek ve köprü kullanıma hazır hale getirilecektir.

Yapının tasarımı sırasında hazırlanan hesaplama modellerinin kontrol edilmesi için köprünün hizmete girmesinden önce yük testi (statik ve dinamik) gerçekleştirilecektir.



Şekil 14. Çelik segmentin dubaya indirilmesi ve Çelik Segmentinin Kaldırma.

Değerlendirme

Türkiyede büyük açıklıklı tasarım gerektiren köprü işleri giderek ortmaktadır. Eğik askılı köprüler orta ve büyük açıklıklar için ekonomik bir çözüm olarak gözlemlenmektedir. Nissibi köprüsü Türkiyede eğik askılı köprülerin öncüsü olacaktır. Kömürhan ve Ağın köprüleri eğik askılı olarak inşa edilmektedir.



Şekil 15. Kahta tarafı 200metre uzunluğunda konsol.



Şekil 16. Son Çelik Segmentinin Kaldırma.



Şekil 17. Nissibi köprüsü (Şubat 2015).

Kaynaklar

1. Vejrum T., “*Danish Engineers behind the behind World's largest Cable Stayed Bridges: Sutong and Stonecutters Bridge.*” Norwegian Steel Day 2008. Oslo 29-10-2008. (<http://www.stalguiden.com/NFSstaldag2008.htm>).
2. “ ‘A’ plus for Anatolia, Bridge”, Design & engineering, issue 72, 2013.

Anahtar Sözcükler: eğik askılı köprü, çelik tabliyesi, ardgermeli beton tabliyesi, kurşun çekirdekli mesnet.