

DUBAI HAVAALANI BAĞLANTI YOLU, AL-NAHDA KÖPRÜLÜ KAVŞAĞI

Rüştü KÖSEOĞLU

Bir Mühendislik Ltd.Şti. Ankara-Türkiye

ÖZET

Bu bildiride, mütemadi ard-germe yapılan bir köprü ve altından geçen bir altgeçit yapısına ait genel bilgiler ve inşaat detayları verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Mütemadi Ard-Germe, Betonarme Kutu Kesitli Köprü, Köprülü Kavşak

ABSTRACT

In this paper, the general information and construction details regarding a traffic junction where and underpass and overpass are being constructed.

Keywords: Continious Post-Tension, Box Girder R.C. Bridge

Teşekkür: Uygulama projelerini, bu dökümandaki formata uygun hale getiren mesai arkadaşımız İnş.Müh. Yılmaz Aydınçılar'a teşekkür ederim.

1.Giriş

Yüksel İnşaat A.Ş., Birleşik Arap Emirlikleri, Dubai şehrinde bir köprülü kavşak inşaa etmektedir. Kavşak, Dubai Havaalanı civarında yoğunlaşan trafiğe çözüm olması amacıyla Nahda Caddesi ve Beyrut Caddelerinin kesiştiği hemzemin geçidini, Nahda Caddesini köprü, Beyrut Caddesini ise bir alt geçide dönüştürmek amacıyla tasarlanmıştır.

Söz konusu yapıların ihale sırasında işveren müşaviri tarafından hazırlanan teklif projeleri, firmamız Bir Mühendislik Ltd. Şti. tarafından uygulama projelerine dönüştürülmektedir.

2. Projenin Yeri, Jeoteknik ve Meteorolojik Özellikler

Nahda Caddesi KöprülÜ Kavşakđı, Dubai şehir merkezi sayılabilecek alanların ve uluslararası havaalanının doğusunda, denizden yaklaşık 7.5km uzakta, ortalama 10m rakımda oldukça düz bir bölgede yer almaktadır. Sahada yapılan sondajlardan elde edilen jeoteknik değerlendirmeler aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Yeraltı su seviyesi zemin seviyesinden 3.5m aşağıda
- Zeminden aşağıya doğru:
 - 1.m gevşek kum..... ortalama SPT N=3
 - 2-5m arasında ortalama SPT N=28
 - 5m den sonra ortalama SPT N=45
- Meteorolojik şartlar:
 - Yıllık ortalama sıcaklık Mart-Ekim 38⁰C, Ekim-Mart 26⁰C
 - Ortalama nem kışın %60, yazın %90

3. Yapının Özellikleri

Yapı giriş bölümünde de bahsedildiği gibi, 621.5m uzunlukta bir alt geçit, 353.2m uzunluğunda bir üst geçitten oluşmaktadır. Bu yazı özellikle köprü yapısı için hazırlanmış olmakla beraber, okuyucunun projenin bütününe kavraması amacıyla alt geçit yapısı da genel hatları ile ve öncelikle anlatılacaktır.

3.1. Altgeçit aşağıdaki ([Şekil 1](#)) profilden de görüleceği gibi U-kesitle alçalmakta, ortada en derin olduğu kesimde kapalı (kutu) kesite dönüşmekte ve tekrar U-kesitli anolar halinde yükselmektedir. En derin yerinde, yani kapalı kutu kesitli anoların yer aldığı bölümde yapının beton alt kotu mevcut zeminden 10.5m derinliğe kadar inmektedir.

Yapı birbirinden genleşme derzleri ile ayrılmış, herbirinin boyu 31m. olan 20 anodan oluşmaktadır. 31m. lik her bir ano da, donatı boyları, kalıp olanakları ve beton döküm hızları düşünülerek (10+11+10)m. inşaat derzi aralıklarıyla imal edilecektir.

U-kesitli anoların bazılarının tipik kesitleri aşağıda verilmektedir. ([Şekil 2, 3, 4](#))

U-kesitli tünelin yan duvarları değişken kesitli istinad duvarları gibi çalışmaktadır. Alt radye, yaklaşık 30m açıklığı geçtiği için kalın kesitler gerektirmekte fakat yapının büyük kısmı su altında olduğu için, suyun kaldırma kuvvetine karşı ilave dolgu betonu gerekmektedir. Örneğın U-kesitin en derin olduğu TNL-08 ila TNL-13 anolarında 2m. taban kalınlığı, 1m de dolgu betonu yüzmeyi ancak önleyebilmektedir. Yapının tamamı, betonun toprağa bakan yüzlerinden ve tabanından bohçalama yapılarak suya karşı izole edilmiştir.

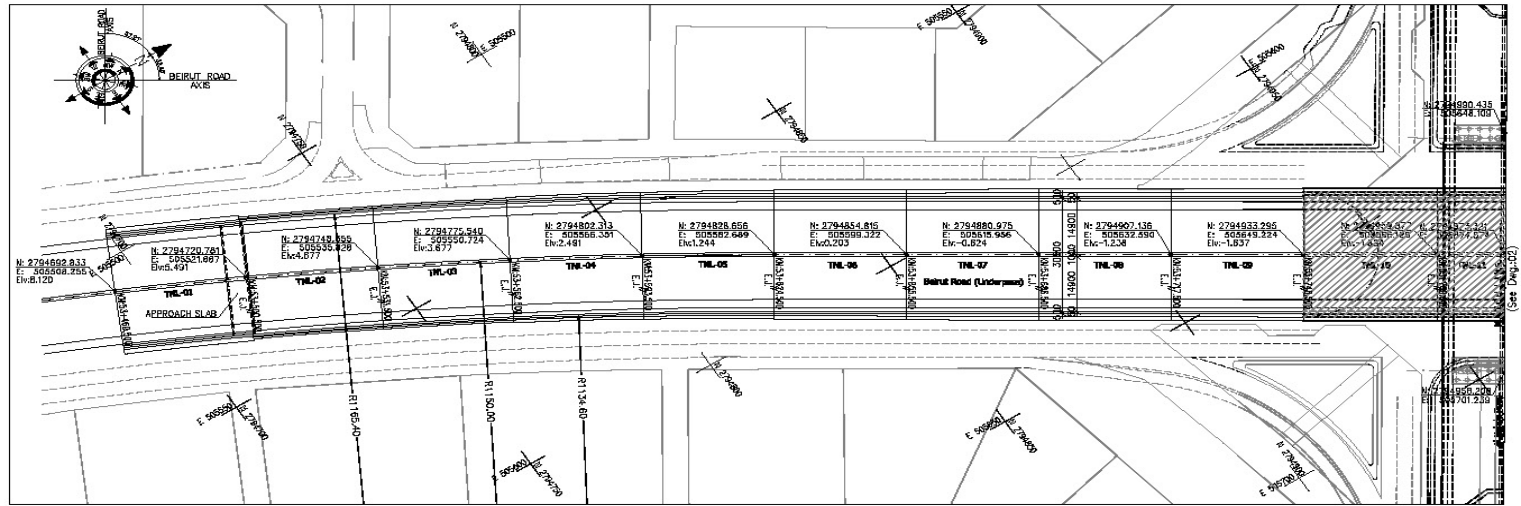
Tünelin en derin kısmını oluşturan orta bölümdeki kutu kesitli üç anonun üst döşemeleri 30m açıklık geçtiği ve trafik yüküne maruz kaldığı için 1m. derinliğinde, ard germeli, boşluklu döşeme olarak projelendirilmektedir. Bu kesit tipi de aşağıda [Şekil 5.](#) de gösterilmektedir.

3.2. Üstgeçit köprüsü, Dubai şehri içinde birçok yerde bulunan ve adeta şehrin simgelerinden biri haline gelmiş olan köprü tipi ile büyük benzerlik taşımaktadır. Aşağıdaki fotoğraflarda tamamlanmış ve inşaa aşamasında olan benzer köprülerden fotoğraflar yer almaktadır.

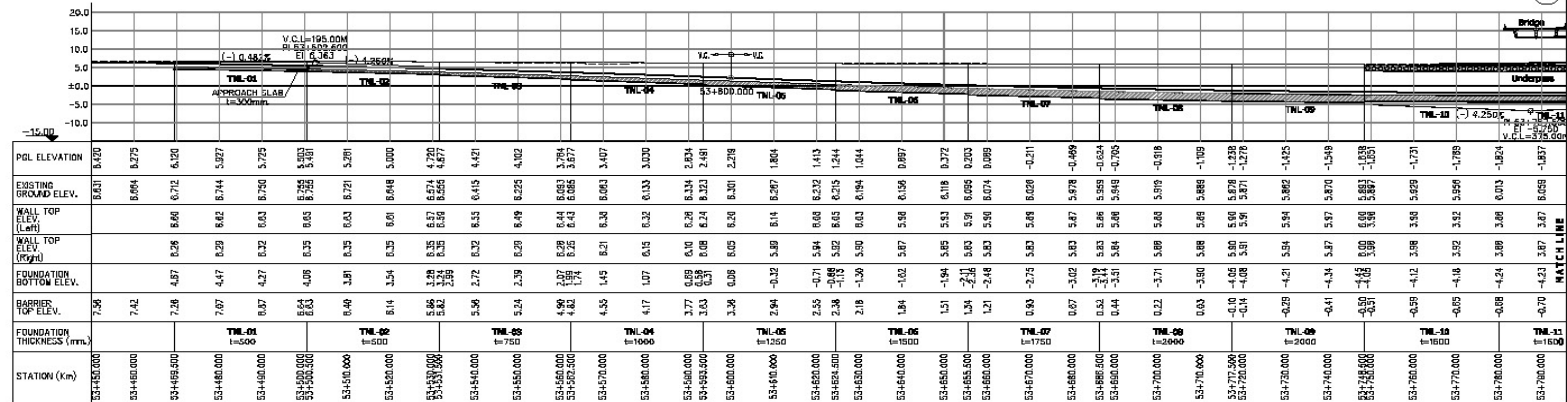
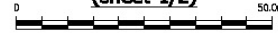
Köprü kiriş i çok hücreli, mütemudi ard germeli, yerinde dökme betonarme kutu kesit biçiminde teşkil edilmiştir. Kiriş in genişliği 29.3 m., derinliği 2.50m. dir.

353.2m. lik mütemudi köprü üstyapısı, toplam yedi açıklıktan oluşmakta ve açıklıklar 40+50+55+63.2+55+50+40 m. şeklinde sıralanmaktadır. Köprüye ait plan ve profil [Şekil 6](#) da gösterilmektedir.

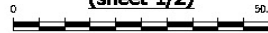
Beş gözlü kiriş in, açıklık, mesnet bölgesi ve ard-germe halatlarının eklendiği geçiş bölgelerindeki enkesitleri aşağıdaki gibidir. ([Şekil 7, 8](#))



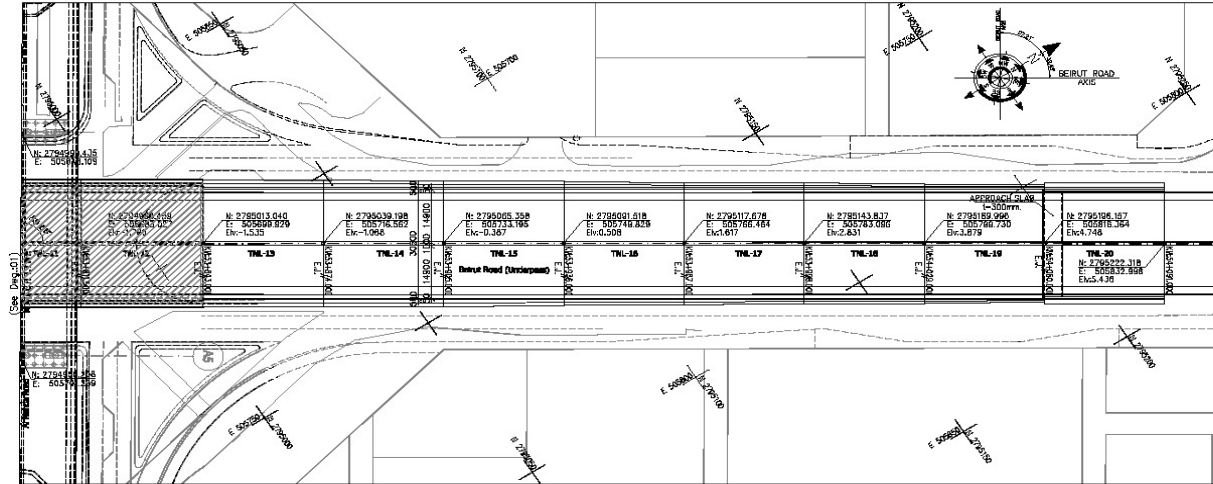
Beirut Road (Underpass) Layout Plan (1/500)
(sheet-1/2)



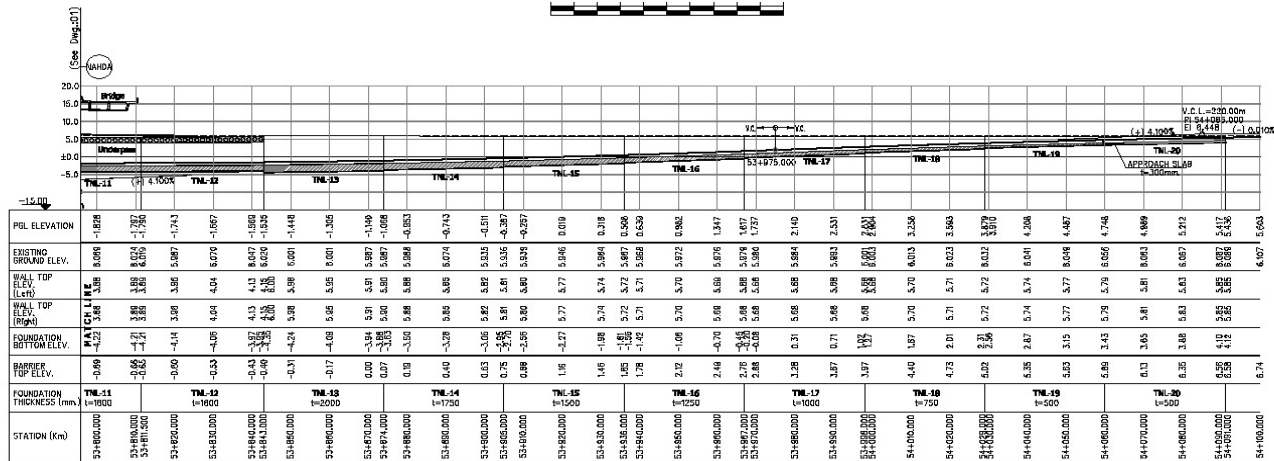
Beirut Road (Underpass) Profile (1/500)
(sheet-1/2)



Şekil 1.a. Tünel Plan ve Profili 1/2

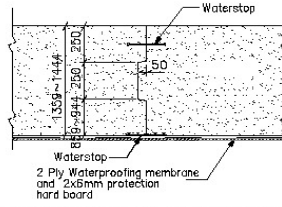


Beirut Road (Underpass) Layout Plan (1/500)
(sheet 2/2)

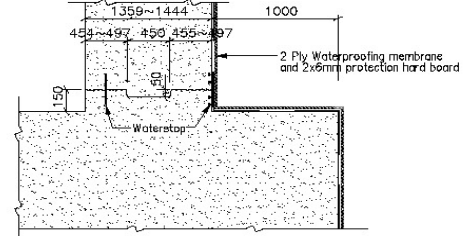


Beirut Road (Underpass) Profile (1/500)
(sheet 2/2)

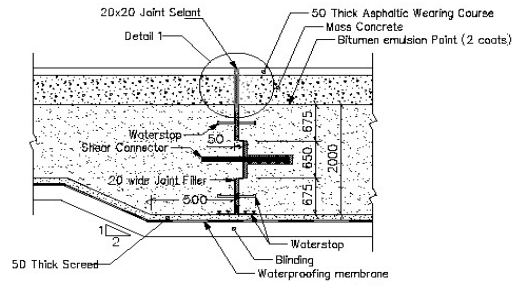
Şekil 1.b. Tünel Plan ve Profili 2/2



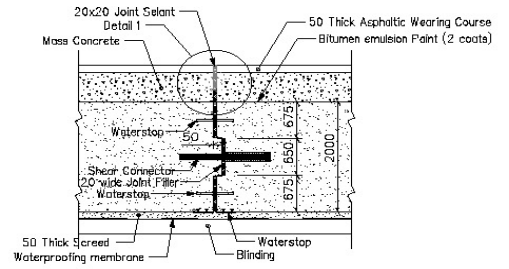
Typical Construction Joint in Base Slab



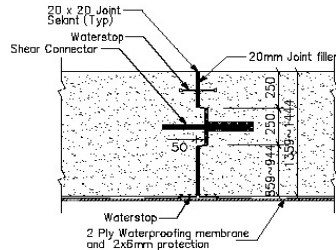
Construction Joint Between Wall & Base Slab



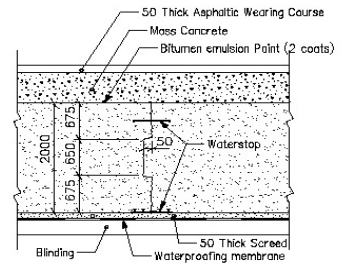
Expansion Joint in Base Slab (Different Depth)



Expansion Joint in Base Slab (Same Depth)

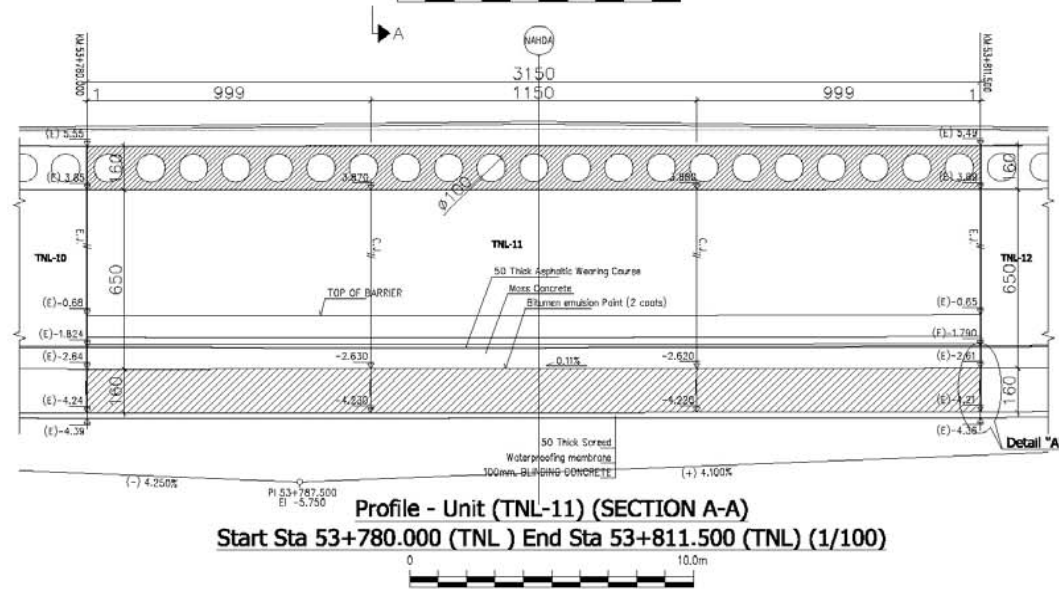
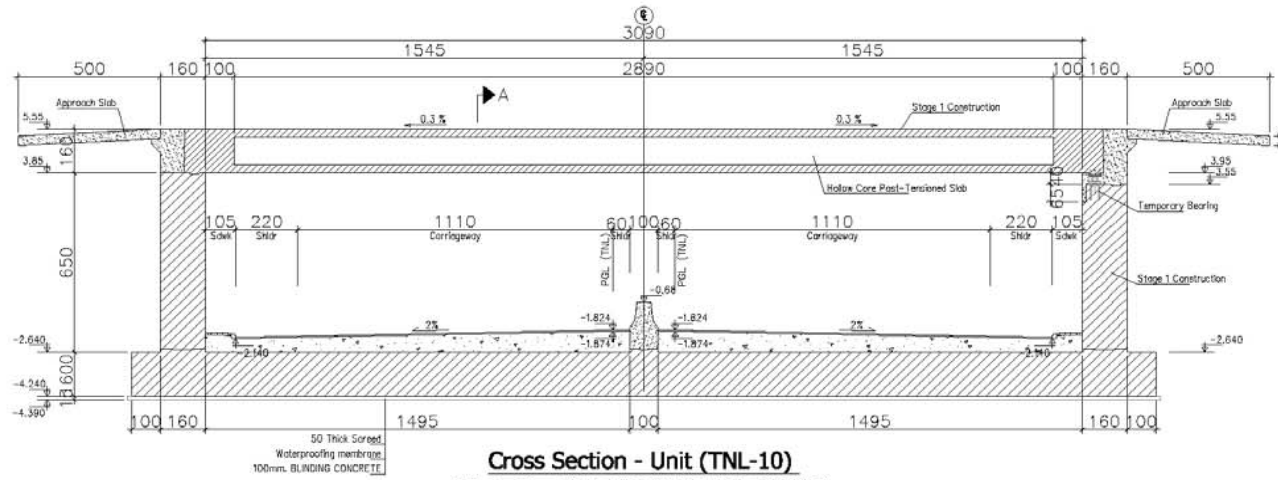


Expansion Joint in Wall (Depth Varies)

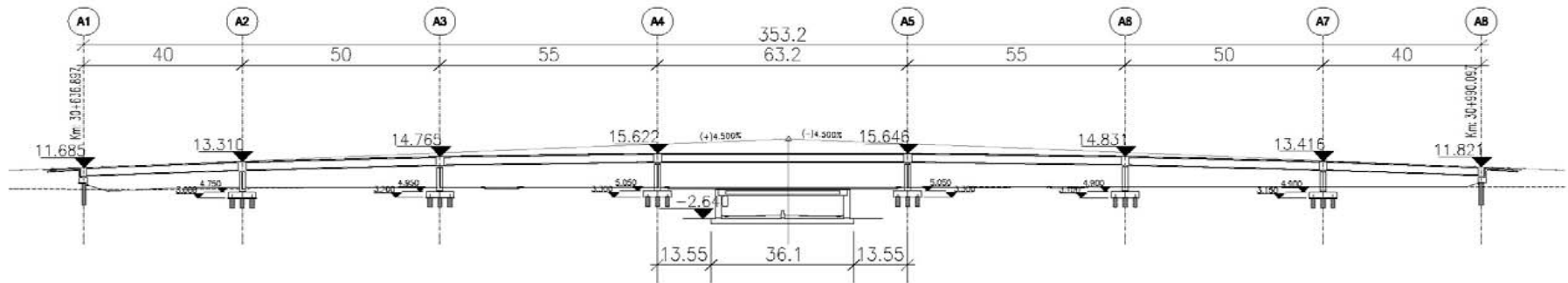
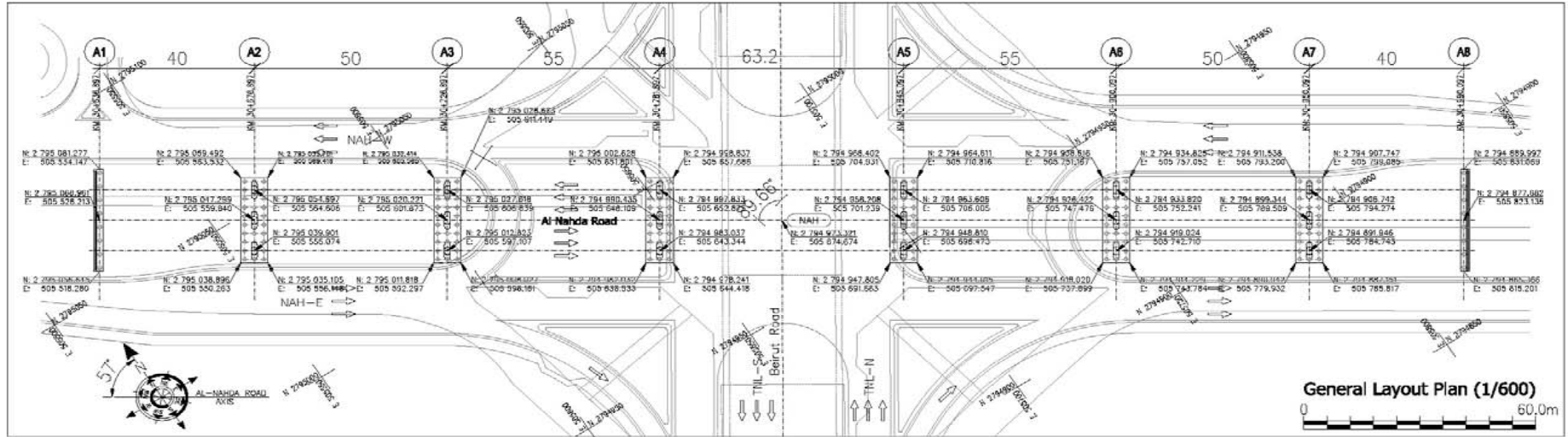


Typical Construction Joint in Base Slab

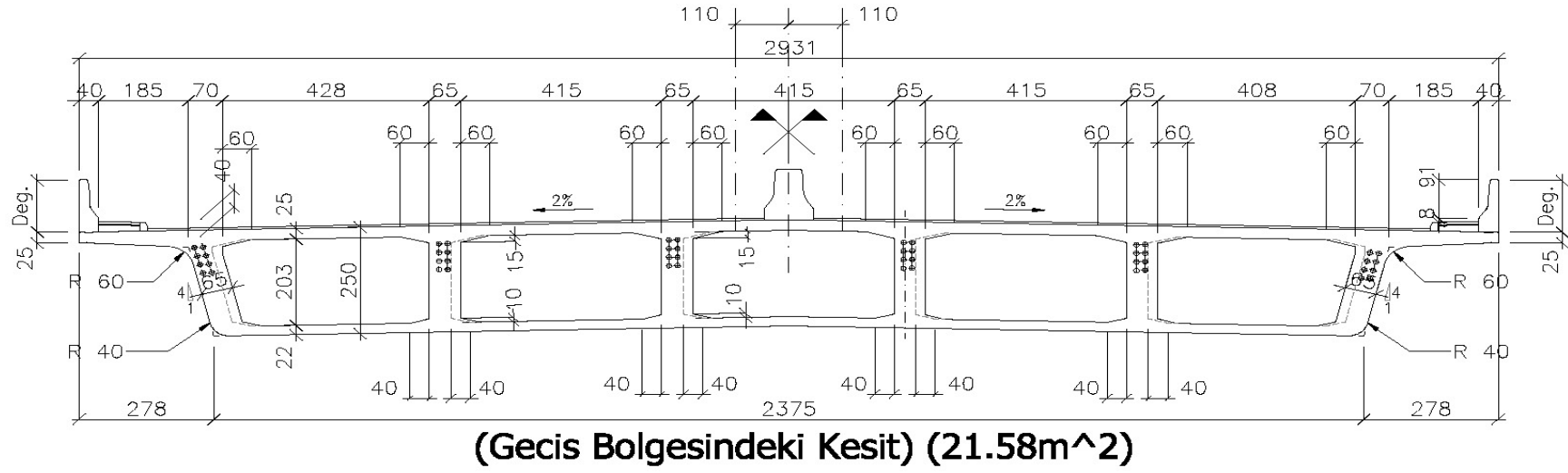
Şekil 3. Tünel Anolarında Derz Detayları



Şekil 5. Altgeçit Kapalı Ano Kesitleri



Şekil 6. Köprü Plan ve Profili



Şekil 8. Köprü Kirişi Enkesiti-2

Köprü kirişi üzerinde sağ ve solda üçer şerit olmak üzere toplam altı trafik şeridi bulunmaktadır.

Kirişin 353.2 m. lik mütemadi ve ağır yapısı prekast imalatı imkansız kıldığı için, kiriş iskele üzerinde, aşamalar halinde, yerinde dökme olarak imal edilecek ve her yapım aşamasından sonra ard germe verilerek ilgili aşamanın iskelesi ve kalıbı sökülüp, takip eden aşamanın imalatı için yeniden kurulacaktır. Köprünün yapım aşamalarını gösteren basitleştirilmiş şemalar aşağıdadır. (Şekil 9)

Benzer köprülerde kullanılan kalıp ve iskele ile ilgili fotoğraflar da aşağıdadır.

Köprü kirişi gövdesinde mütemadi ard-germe halatları yer almaktadır. Halatların yörüngesi açıklıklarda ve mesnetlerde oluşacak eğilme momentlerini karşılayacak şekilde kirişin alt ve üst başlıkları arasında alçalıp yükselmektedir. Ard germe halatlarının kiriş enkesitindeki tipik yerleşimi aşağıdaki şekilde gösterilmektedir. Köprünün en büyük açıklığı olan orta açıklığı (63.2m) ve en kısa açıklıkları olan iki uç açıklıkta (40m) kirişi baştan başa geçen bu halatlara ilave olarak, kiriş alt başlığına da ard-germe halatları yerleştirilmiştir. Orta ve uç açıklıklarda yerleştirilen bu ilave halatları gösteren çizimler de aşağıda gösterilmektedir.(Şekil 10)

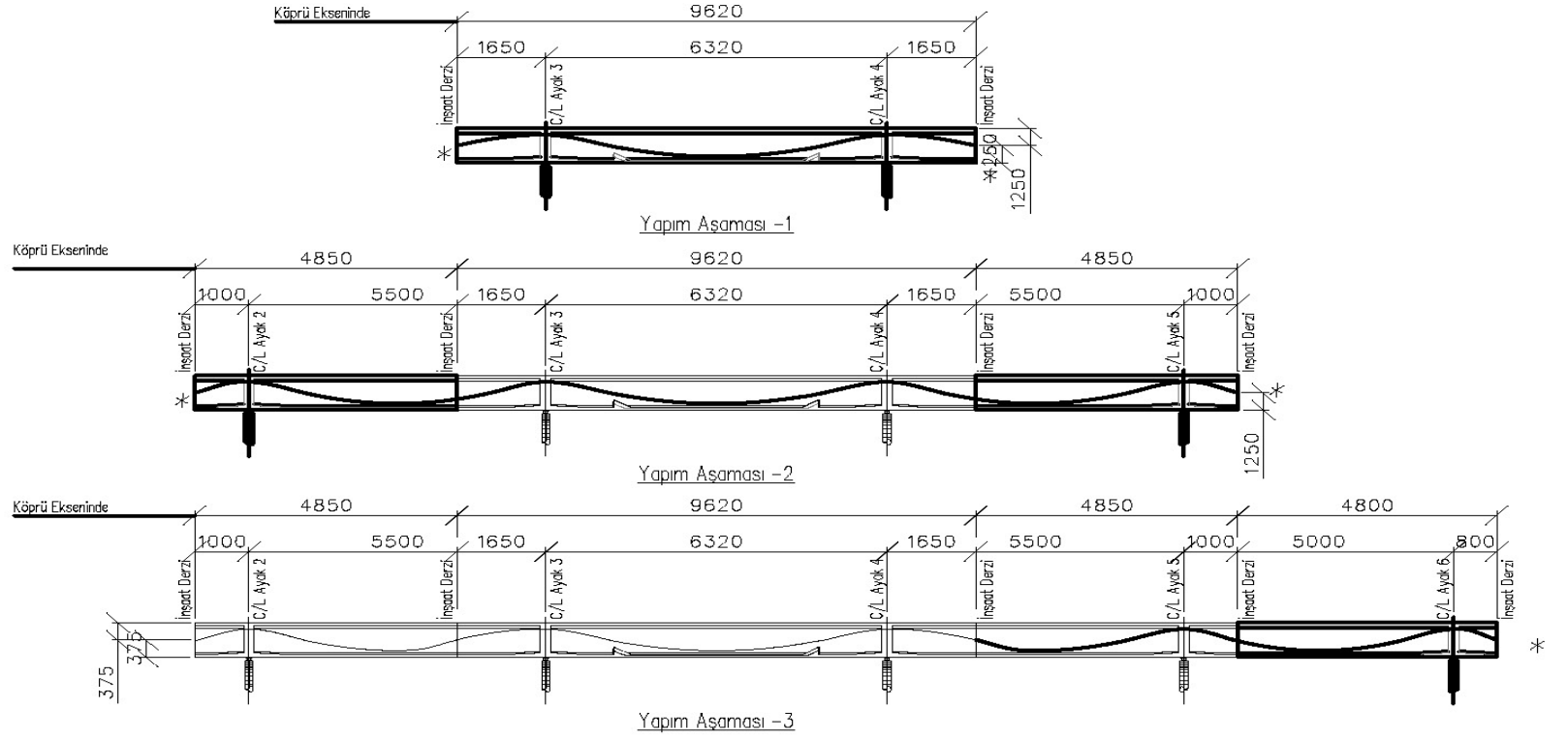
Ard germe halatları 350m.lik köprü boyunca tek parça kesilip konamayacağı için aşamalı inşaatı takip edecek şekilde, şaşırtmalı olarak manşonlar ile eklenecektir. Halatların manşonlar ile eklendiği bölgelerde kiriş gövde kalınlıkları uygun bir geçiş ile kalınlaştırılmış, ve 45cm. den 75cm.ye çıkarılmıştır.

Alt başlıklardaki ilave halatları bir yana bırakırsak, kirişe uygulanan mütemadi ard-germe kuvveti sabit 89,125kN (8,912ton) dur. Bu da açıklık kesitinde yaklaşık 4.66N/mm² (46kg/cm²) lik bir basınç gerilmesine tekabül etmektedir.

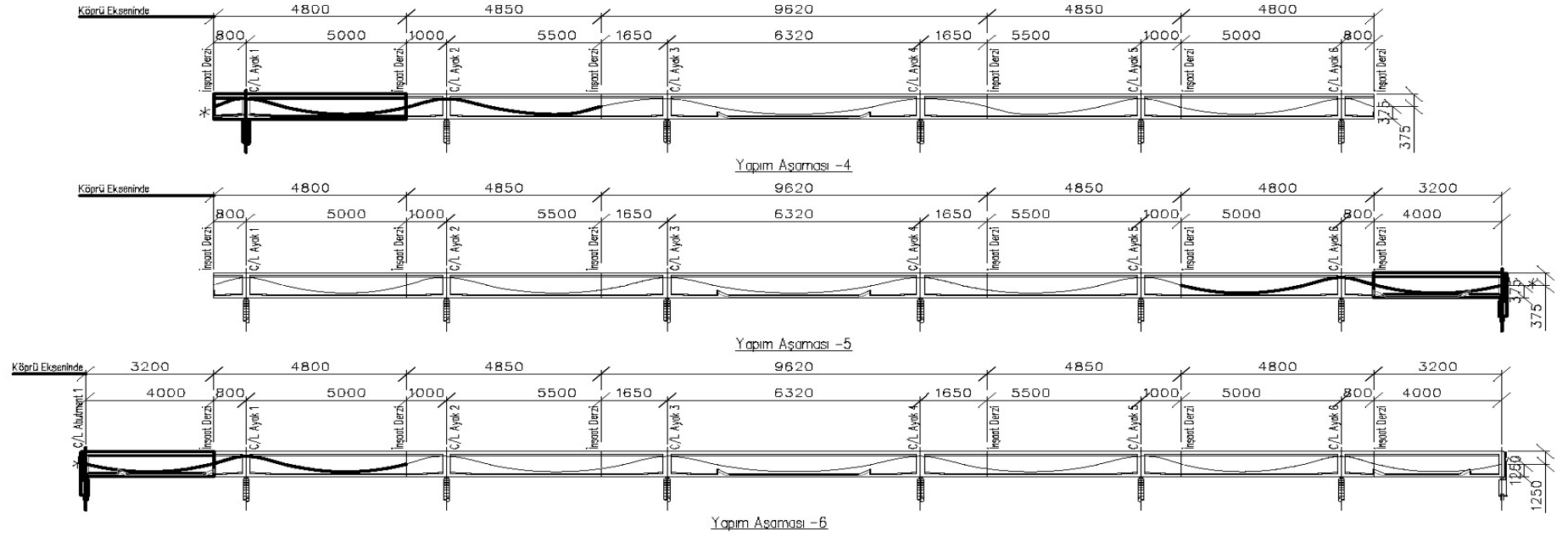
Ortaki en büyük açıklık ve mütemadi kiriş avantajının kalmadığı kenar açıklıklara konulan ilave ard-germe halatları ile toplam germe kuvveti 124,300kN'a ulaşmaktadır. Bu da yaklaşık 65kg/cm² lik ortalama beton gerilmesine karşılık gelmektedir.

Ard germe kuvvetlerinin betona aktarıldığı uç bölgelerde ve halatların eklendiği geçiş bölgelerinde beton patlamasını önlemek üzere, bilinen yöntemlerle patlatma donatısı konulmaktadır.

Köprü ayakları aşağıda [Şekil 10](#). da gösterilmektedir. 29.3m genişliğindeki tabliye kirişi kazık başlıklarının üstünde yükselen iki ayak üzerinde mesnetlenmektedir. Yukarıda iki adet pot mesnetin konacağı şekilde genişleyen ayaklar özel olarak imal edilen GRP kalıplar kullanılarak dökülecektir.



Şekil 9-1.Yapım Aşamaları



Şekil 9-2. Yapım Aşamaları

Köprü kirişinin mesnetlendiği orta ayakların tamamı 26 adet 100cm lik fore kazık üstüne dökülen 24.5mx7m lik lazık başlıklarının üzerine inşaa edilmektedir. Yapılan test kazıklarında, zemine 9m gömülen kazıklarla $P_{all}=300$ ton taşıma gücü elde edildiği görülmüştür.

Kazık başlıkları da tuzlu ve sülfatlı yeraltı suyundan betonu korumak amacıyla tamamen bohçalanmaktadır.

Yapıda kullanılan beton sınıfları aşağıdaki gibidir.

Ard-germeli beton	45N/mm ²
Tüm yapısal betonarme elemanlar	40N/mm ²
Donatısız beton	30N/mm ²

3.3. Bu köprü Tipinin Türkiyede Uygulanabilirliği

Yukarıda anlatılan köprü öncelikle monolitik ve derzsiz yapısıyla yurdumuzda yaygın olan prekast kirişli köprülerle elde edilemeyecek küçük kurplar ve Y-şeklindeki birleşimler için son derece büyük avantajlar sağlamaktadır. Yol geometrisini tasarlayan mühendis köprünün gerekli olduğu noktada prekast köprü sınırları ile zorlanmadan özgürce istediği geometriyi kullanabilmektedir.

Köprünün sürekli ard-germeli yapısı sayesinde ön-germeli basit kiriş ile geçilmesi mümkün olmayan geniş açıklıklar geçilebilmektedir. Bu da özellikle şehir içi köprülerinde yerleşim açısından rahatlık sağlamaktadır.

Yapının tüm boyunca hiç genleşme derzi bulunmaması ve yol geometrisinin gerektirdiği düşey kurbun hiç kırıklık verilmeden imal edilebiliyor olması sayesinde sürüş konforu en üst düzeye çıkmaktadır.

Bu köprü tipi özellikle görselliğin önem kazandığı kavşak bölgeleri için son derece estetik çözümler sunabilmektedir. Beton imalatın tamamlanmasından sonra köprü yüzeyi kumlama ve taşıma ile temizlenip sonra çevreye uygun bir renk ile boyanmaktadır. Böylece betonarmenin kaba görüntüsü de yok edilmiş olmaktadır.

Bizim projelendirdiğimiz köprü sismik bir bölge içinde yer almadığı için herhangi bir deprem hesabı yapılmamaktadır. Fakat aynı köprü yurdumuzda yapılsaydı muhakkak deprem nedeniyle bazı tasarım değişiklikleri gerekecekti. Örneğin orta ayak kolonlarının başlığındaki pot mesnetler deprem yükleri nedeniyle yetersiz kalacak ve yapıya deprem takozları eklemek gerekecekti.

Köprü kirişinin açıklıktaki yaklaşık 50t/m.'lik ağırlığı benzer genişlik ve açıklık için kullanılabilecek ön-germeli kirişleri olan bir köprüden hafiftir. Buna karşı geçilen açıklığın büyük olması sebebiyle orta ayak reaksiyonları büyük olmaktadır. Bu da köprünün ancak yüksek taşıma gücü olan zeminlerde kazıklı temel ile uygulanabileceği sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Kirişin imalatı için kullanılan kalıp ve iskele maliyeti ilk kullanım için yüksek bir bedel tutmaktadır. Halbuki prekast kirişli bir köprüde kalıp maliyeti son derece düşüktür.

Köprünün yapımı sırasında kurulan iskele nedeniyle şehir içi yollarda önemli trafik derivasyonları gerekmektedir. Ancak sürekli ard-germe sayesinde konsol açıklıklar imal edilebilmekte olduğundan, bu da geçici trafik çözümlerine kısmen katkıda bulunmaktadır.

Kaynakça:

[1] Bir Mühendislik Ltd.Şti. Uygulama Projeleri



