

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN
TASARIM VE YAPIM SÜRECİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

İSMAİL AVŞAR

İSTANBUL, 2012

**T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ**

**HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN
TASARIM VE YAPIM SÜRECİNİN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

İSMAİL AVŞAR

Tez Danışmanı: DR. VEYSEL ARLI

İSTANBUL, 2012

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı: Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesinin Tasarım Ve Yapım Sürecinin İncelenmesi
Öğrencinin Adı Soyadı: İsmail AVŞAR
Tez Savunma Tarihi: 13.06.2012

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Faik Tunç BOZBURA
Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Dr. Veysel ARLI

.....

Üye
Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN

.....

Üye
Prof. Dr. Zübeyde ÖZTÜRK

.....

ÖNSÖZ

İstanbul'un kent içi ulaştırma problemlerine akademik anlamda çağdaş çözümler üretmek için açılan Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programı danışmanı Sayın Prof. Dr. Mustafa ILICALI ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Nilgün CAMKESEN Hocalarıma; tez çalışmam sırasında bana yol gösteren ve her türlü yardımı sağlayan Danışman Hocam Sayın Dr. Veysel ARLI'ya, çalışmalarım esnasında bana her türlü yardımı sağlayan Haliç Metro Geçiş Projesi kontrol teşkilatına, tez çalışması boyunca bana sabır gösteren sevgili eşim Ayşegül AVŞAR'a teşekkürü borç bilirim.

İsmail AVŞAR

İstanbul, 2012

ÖZET

HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN TASARIM VE YAPIM SÜRECİNİN İNCELENMESİ

İsmail Avşar

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Dr. Veysel Arlı

Haziran 2012, 157 sayfa

Eğimli arazi yapısı ile İstanbul, tepelikler ve bunları kuzeyden güneye kesen dere yatakları ile ulaşım sistemlerinin uygulanması zor olan bir konuma sahip bir kent olmasının ötesinde Haliç Metro Geçiş köprüsü gibi uluslar arası niteliğe sahip projelere sahip olması açısından gerek planlama gerekse de söz konusu projelerin çok yönlü ele alınması adına özel önem isteyen bir şehirdir.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi ulaşırma problemlerinin çözümüne katkı sağlamak adına yasalardan aldığı yetki ile kent planlaması ilke ve kuralları doğrultusunda çalışmalar yapmaktadır. Raylı sistem konusunda ciddi projelerin hayata geçirilmeye başlandığı İstanbul'da birçok proje üzerinde de etüd ve planlama çalışmaları devam etmektedir.

Metro projelerinin gerçek manada 1990'lı yıllarda başlanıldığı İstanbul'da, yakın zamanda açılacak olan yeni metro hatları ile birlikte İstanbul'un ulaşım sorununa çözüm arayışları büyük bir hızla devam ettirilmektedir. Bu çalışmada Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesinde tercih edilen köprü tipi olan kablo askılı köprülerin genel özellikleri üzerinde durulduktan ve kablo askılı ve yana açılan köprüler ile alakalı Türkiye'den ve Dünya'dan örnekler verildikten sonra, Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesinin ulusal ve uluslar arası sürecine değindikten sonra projenin teknik ve bürokratik sürecine dair değerlendirmelerde bulunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Kablo Askılı Köprüler, Dünya Miras Komitesi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF GOLDEN HORN METRO CROSSING BRIDGE PROJECT DESIGN AND CONSTRUCTION PROCESS

İsmail Avşar

Urban Systems and Transportation Management

Thesis Supervisor: Dr. Veysel Arlı

June 2012, 157 page

Istanbul with sloping terrain, hills and stream beds that cut north to south with them to a location that is difficult to implement transportation systems beyond being a city with international qualifications, such as the Golden Horn bridge projects in Metro Pass have multi-faceted in terms of these projects addressed in the planning and the need to who wants to be a special emphasis on behalf of the city.

Contribute to solving the transportation problems of Istanbul Metropolitan Municipality on behalf of the plunge in accordance with the laws and rules of the authority is working with the urban planning principles. Serious about the rail system in Istanbul started to be implemented in many projects in the study and planning is underway on the project.

Metro projects in Istanbul to start from a real sense in the 1990s, which recently opened a new subway lines, at a great pace with the search for solutions continues to the transportation problem of Istanbul. Metro Crossing Bridge, Golden Horn bridge this study, the preferred type of project, explained the general characteristics of cable-stayed bridges and cable-stayed bridges relevant to the side opening and after examples of Turkey and World, the Golden Horn Metro Crossing Bridge project addressing the issues of national and international process after the project will be evaluated on technical and bureaucratic process.

Keywords: Golden Horn Metro Crossing Bridge, Cable Stayed Bridges, World Heritage Committee.

İÇİNDEKİLER

TABLolar	x
ŞEKİLLER	xi
KISALTMALAR	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KABLOLU KÖPRÜLER	3
2.1 KABLOLU KÖPRÜLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ	3
2.2 KABLOLU KÖPRÜLERDE YAPI ELEMANLARI	9
2.2.1 Kablolar	10
2.2.1.1 Paralel çubuk kablolar	11
2.2.1.2 Paralel tekil kablolar	11
2.2.1.3 Demetlenmiş kablolar	12
2.2.1.4 Kilit sargılı kablolar	13
2.2.1.5 Kablolü köprülerde kablo yerleşim türleri	13
2.2.2 Tabliyeler	16
2.2.3 Kuleler (Pilonlar)	19
2.2.4 Kazıklar	20
3. YANA AÇILAN KÖPRÜLER	25
3.1 YANA AÇILAN KÖPRÜLERİN AVANTAJLARI	27
3.2 YANA AÇILAN KÖPRÜLERİN DEZAVANTAJLARI	28
4. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA KABLO ASKILI KÖPRÜ ÖRNEKLERİ	29
4.1 NİSSİBİ KABLO ASKILI KÖPRÜSÜ	29
4.1.1 Köprü Genel Özellikleri	29
4.1.2 Kablo Sistemi	30
4.1.3 Üstyapı	31
4.1.4 Kule (Pilon)	33
4.1.5 Temeller ve Mesnetler	34
4.2 MİLLAU KABLO ASKILI KÖPRÜSÜ	35
4.2.1 Köprü Genel Özellikleri	36
4.2.2 Köprü Payandaları(Ayaklar)	37
4.2.3 Köprü Döşemesi	38
4.2.4 Köprü Pilonları	38

4.2.5	Köprü Kabloları.....	39
4.2.6	Köprü İnşaatı	40
4.3	YENİ GALATA BASKÜL KÖPRÜSÜ	41
4.3.1	Proje Çalışmaları ve İhale Aşaması	41
4.3.2	Zemin Özellikleri	42
4.3.3	Kazıklar	42
4.3.4	Yaklaşım Köprüleri Alt ve Üst Tabliyeler.....	44
4.3.5	Baskül Köprü Ayakları-Kesonlar	45
4.3.6	Baskül Köprü Çelik Kanatları.....	48
4.3.7	Hidrolik Sistem	49
4.3.8	Elektrik, Katodik Koruma ve Drenaj Sistemleri.....	50
4.3.9	Mahmuzlar (Cutwaters).....	51
4.4	YENİ PRAİ YANA AÇILAN KÖPRÜSÜ	51
4.4.1	Prensipler ve Tasarım Kriterleri.....	53
4.4.2	Üstyapı	53
4.4.3	Altyapı.....	56
4.4.4	Döner Köprü Bölümü	57
5.	HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ	60
5.1	TAKSİM-YENİKAPI METRO HATTI PROJESİ	60
5.2	HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN TARİHİ GELİŞİMİ	62
5.3	HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ GÜZERGAHI YAKIN ÇEVRESİNİN TANIMLANMASI.....	65
5.3.1	Köprü Proje Alanının Tanıtımı	65
5.3.1.1	Unkapanı(Eminönü) bölgesinin kent bütünü içerisindeki yeri.....	66
5.3.1.2	Beyoğlu ilçesinin kent bütünü içerisindeki yeri.....	67
5.3.1.3	Haliç'in kent bütünü içindeki yeri ve önemi.....	68
5.3.1.4	Köprü projesi alanında yer alan kültürel varlıklar	69
5.3.1.5	Haliç metro geçiş köprüsü öncesi mevcut durumu gösterir silüetler.....	70
5.3.2	Proje Alanının Doğal Özellikleri	71
5.3.2.1	İklim.....	71
5.3.2.2	Jeolojik Durum	72

5.3.2.3	Depremsellik	72
5.4	HALIÇ METRO GEÇİŞİ KÖPRÜ İHTİYACI.....	73
5.4.1	İstanbul Ana Ulaşım Planı ve Kurul Kararları	73
5.4.2	İdari ve Yasal Zorunluluklar.....	74
5.4.3	Metro İstasyonu İhtiyacı	74
5.4.3.1	Standartlar	75
5.4.3.2	Yolcu Talebi	75
5.4.4	Köprü Tasarımı Kısıtları	76
5.4.4.1	Fiziki Kısıtlar	76
5.4.4.2	Korunması gerekli çevre.....	77
5.4.5	Köprü Tasarımı Kriterleri.....	78
5.4.5.1	Korunması gerekli doğal ve kültürel değerler	79
5.4.5.2	Yapısal kriterler	79
5.4.5.3	Mimari kriterler	80
5.4.5.4	Kentsel planlama kriterleri	80
5.5	DAHA ÖNCE KURULA SUNULAN KÖPRÜ TASARIMLARI VE RED GEREKÇELERİ.....	81
5.5.1	Koruma Kurulu'nun 2 Aralık 1992 Tarihli Kararı	82
5.5.2	Koruma Kurulu'nun 24 Şubat 1999 Tarihli Kararı.....	86
5.5.3	Koruma Kurulu'nun 3 Mayıs 2000 Tarihli Kararı	86
5.5.4	Koruma Kurulu'nun 26 Şubat 2001 Tarihli Kararı.....	86
5.5.5	İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin 2 Ekim 2003 Tarihli Yazısı.....	91
5.5.6	1998-2005 Arası Hazırlanan Alternatif Projelerin Değerlendirilmesi	92
5.5.7	Koruma Kurulu'nun 6 Temmuz 2005 Tarihli Kararı	92
5.6	ONAYLANAN HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ	94
5.6.1	Köprü Projesinin Tanıtımı.....	95
5.6.2	Haliç Metro Geçiş Köprüsü	97
5.6.2.1	Köprü tipi.....	97
5.6.2.2	Demiryolu güzergahı.....	98
5.6.2.3	Köprü fonksiyonu.....	99
5.7	HALIÇ METRO GEÇİŞ PROJESİNİN UNESCO SÜRECİ.....	103

5.8 HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN İHALE BİLGİLERİ VE GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN İMALATLAR	110
5.8.1 Haliç Metro Geçiş Köprüsü İhale Bilgileri.....	110
5.8.2 Haliç Bölgesinde Yapılan Sondaj Çalışmaları	111
5.8.3 Yana Açılır Köprü Bölümü.....	115
5.8.4 Çelik Köprü Üstyapı İmalatı Ve Çelik Köprü Elemanlarının İnşaat Sahasına Taşınması.....	116
5.8.4.1 Çelik köprü elemanlarının inşaat sahasına taşınması.....	116
5.8.4.2 Çelik köprü üstyapı imalatı aşamaları	118
5.8.5 Çelik Kazıklar	121
5.9 HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER	137
5.9.1 Projenin Onay Süreci Açısından Değerlendirilmesi.....	137
5.9.2 Projenin Tasarım Açısından Değerlendirilmesi.....	143
5.9.3 Haliç Metro Geçiş Köprüsünün Toplu Ulaşımdaki Yeri ve Önemi ..	148
5.9.4 Köprü İnşa Sürecinin Değerlendirilmesi	151
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	155
KAYNAKÇA	158
ÖZGEÇMİŞ.....	163

TABLolar

Tablo 2.1: Kablo köprülerde ana açıklığın yıllara göre değişimi.....	8
Tablo 4.1: Malzeme özellikleri	30
Tablo 4.2: Payanda yükseklikleri.....	37
Tablo 5.1: Taksim-Unkapanı arası metro inşaatı ihale bilgileri.....	61
Tablo 5.2: Yenikapı-Unkapanı arası metro inşaatı ihale bilgileri	62
Tablo 5.3: Özet kronoloji	65
Tablo 5.4: Eminönü ilçesinin yıllara göre nüfusu	67
Tablo 5.5: Beyoğlu ilçesinin yıllara göre nüfusu	68
Tablo 5.6: 2025 Yılı için Unkapanı istasyonunda öngörülen doruk saat yolcu talebi ...	76
Tablo 5.7: İhale bilgileri.....	110
Tablo 5.8: Denizde çakılan kazıklar.....	135
Tablo 5.9: Haliç, Nissibi ve Millau köprülerinin karşılaştırılması.....	144
Tablo 5.10: Haliç (yana açılan köprü), Yeni Galata ve Yeni Prai köprülerinin karşılaştırılması.	147
Tablo 5.11: 2010 – 2034 yılları arası saatlik yolcu sayıları	149
Tablo 5.12: 2010– 2034 yılları arası günlük yolcu sayıları	150
Tablo 5.13: Yıllık Yolcu Sayıları.....	151

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Brooklyn köprüsü	4
Şekil 2.2: Lezardrieux köprüsü	5
Şekil 2.3: Severin köprüsü	6
Şekil 2.4: Shimizu rüzgar tüneline 1/150 ölçekli modeli test edilen kablo askılı köprü. 7	
Şekil 2.5: Kablo köprülerde ana açıklığın yıllara göre değişimi.....	8
Şekil 2.6: Tipik bir kablolu köprüde bulunan yapı elemanları.....	9
Şekil 2.7: Kablolu köprülerde yük taşıma prensibi.....	9
Şekil 2.8: Aksenal çekme kuvveti altında kablo geometrisinin değişimi.....	10
Şekil 2.9: Paralel çubuk kablo en kesiti	11
Şekil 2.10: Paralel tekil kablo en kesiti.....	12
Şekil 2.11: Demetlenmiş kablo demeti ve grup halinde kullanılması.....	12
Şekil 2.12: Kilit sargılı kablo kesiti	13
Şekil 2.13: Tekil düzlem kablolu köprü.....	14
Şekil 2.14: Çift düzlem kablolu köprü	14
Şekil 2.15: Üç düzlem kablolu köprü.....	15
Şekil 2.16: Kablolu köprülerde bağlantı türleri.....	16
Şekil 2.17: Ortotropik tabliye kesiti.....	18
Şekil 2.18: Kablolu köprülerde kullanılan çeşitli kule tipleri.	20
Şekil 2.19: Zemine yük aktarma mekanizmasına göre bazı kazık türleri.	23
Şekil 3.1: Dikey hareketli ve baskül köprü.	25
Şekil 3.2: Double yana açılan köprü El-Ferdan demiryolu köprüsü.	26
Şekil 3.3: Kısa kuyruklu yana açılan köprü.	27
Şekil 3.4: Bir kolu dolgu zemini geçen yana açılan köprü (canso causeway yana açılan köprüsü).....	28
Şekil 4.1: Nissibi köprüsü boy kesiti	29

Şekil 4.2: Nissibi köprüsü kablo yerleşimi(değiştirilmiş fan sistemi)	30
Şekil 4.3: Rüzgar analizi – arazi modeli (a) , kesit modeli (b), rüzgar tüneli testi (c)	31
Şekil 4.4: Ortotropik en kesit (a), betonarme kutu kesit (b).....	32
Şekil 4.5: Kule – Görünüş (a) , Kesit (b)	33
Şekil 4.6: Köprü temel kesiti.....	34
Şekil 4.7: Kurşun çekirdekli mesnet.	34
Şekil 4.8: Millau viyadüğü ve eiffel kulesi.	35
Şekil 4.9: Millau viyadüğü boy kesiti.	36
Şekil 4.10: Millau viyadüğü en kesiti.	36
Şekil 4.11: Millau viyadüğü payandasında son 90.00 m.	37
Şekil 4.12: Döşeme kesiti.....	38
Şekil 4.13: Kule ve pilon kesit ve yükseklikleri.	39
Şekil 4.14: Millau viyadüğünde kabloların genel görünüşü.	40
Şekil 4.15: Hazırlanan ilk pilon ve itme sürme işlemi.	40
Şekil 4.16: Son itme sürme işlemi öncesi genel görünüş.	41
Şekil 4.17: Eski Galata köprüsü ve Yeni Galata köprüsü inşaatı.....	42
Şekil 4.18: Yükleme deneyi.	43
Şekil 4.19: Yeni Galata köprüsü en ve boy kesiti.	44
Şekil 4.20: Baskül köprü tabliye ve keson enkesiti.	45
Şekil 4.21: Keson yapısının oturduğu kazıklar.	46
Şekil 4.22: Karaköy baskül köprü kesonu genel görünüşü.	47
Şekil 4.23: Baskül köprü tabliyesi.	49
Şekil 4.24: Prai nehri üzerindeki mevcut tek hatlı yüzen köprü.	52
Şekil 4.25: Planlanan yeni köprü.	52
Şekil 4.26: Boy kesit.	54
Şekil 4.27: Merkez ve ara enine kesit.	55

Şekil 4.28: Son kiriş kesiti.	56
Şekil 4.29: Son kilit.....	56
Şekil 4.30: P5 aksı plan görünüşü.....	57
Şekil 4.31: P5 aksı kesiti.....	58
Şekil 5.1: Taksim-Yenikapı güzergahı.....	60
Şekil 5.2: Haliç Metro Geçiş Köprüsü.....	63
Şekil 5.3: Haliç köprüsü ve birleştirdiği iki yaka.....	66
Şekil 5.4: Pinargenti tarafından yapılan harita(16.yy).	69
Şekil 5.5: Unkapanı yakası silüeti.....	70
Şekil 5.6: Beyoğlu yakası silüeti.....	70
Şekil 5.7: Yeni Galata köprüsü silüeti.	70
Şekil 5.8: Unkapanı köprüsü silüeti.....	70
Şekil 5.9: Alternatif 1:Orta açıklığı dubalı ve yatay dönerek açılan çelik köprü.....	83
Şekil 5.10: Alternatif 1:Çelik köprü tipik en kesiti.....	83
Şekil 5.11: Alternatif 2:İki yan sabit açıklıkları kablolu kemer,orta açıklığı duba üzerine alınarak açılan çelik köprü	84
Şekil 5.12: Alternatif 3: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan çelik köprü.	84
Şekil 5.13: Alternatif 4: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan sabit iki yan açıklığı kablolu kemer köprü.....	85
Şekil 5.14: Alternatif 5: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan ve her üç açıklığı kablolu kemer köprü.....	85
Şekil 5.15: Alternatif 6: Makaslı çelik köprü.....	87
Şekil 5.16: Alternatif 7: Orta açıklığı açılabilen değişken kutu kesitli çelik köprü.....	88
Şekil 5.17: Alternatif 8: Orta açıklığı açılmayan değişken kutu kesitli çelik köprü.....	88
Şekil 5.18: Alternatif 9: Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, metro köprüsünde birleştirme alternatifi.....	89
Şekil 5.19: Alternatif 10: Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, Unkapanı aksında birleştirilmesi planı alternatifi.....	89

Şekil 5.20: Alternatif 9&10: Köprü profili ve kesitleri.....	90
Şekil 5.21: Alternatif 11: Dubalı köprü	90
Şekil 5.22: Köprü yerleşimi.	94
Şekil 5.23: Uydu vaziyet planı.	94
Şekil 5.24: Köprü silüeti.	95
Şekil 5.25: Unkapanı köprüsünden bakış ve köprü.....	97
Şekil 5.26: Unkapanı yakası silüeti ve köprü.....	98
Şekil 5.27: Beyoğlu yakası silüeti ve köprü.....	98
Şekil 5.28: Köprü istasyonuna çıkış merdiveni.	100
Şekil 5.29: Köprü giriş platformu.	101
Şekil 5.30: Köprü en kesiti.....	102
Şekil 5.31: Azapkapı bölgesinde dolgu zemin tabakası.....	112
Şekil 5.32: Orta ayaklar bölgesinde zemin durumu.	114
Şekil 5.33: Yana açılır köprü.	116
Şekil 5.34: Cemre tersanesinin uydu görüntüsü.....	117
Şekil 5.35: Cemre tersanesi.....	118
Şekil 5.36: Kesim Alanı ve Makinelerin Genel Görünüşü.	119
Şekil 5.37: Eğme/bükme makineleri.	119
Şekil 5.38: İmalatı tamamlanmış ve duba üzerine yüklenmeyi bekleyen köprü parçaları.	121
Şekil 5.39: Çelik kazıklar.....	122
Şekil 5.40: Çelik kazıkların imalat aşamaları.	122
Şekil 5.41: Çelik köprü temel kazıkları yerleşim planı.....	123
Şekil 5.42: Boruların gemi ile doğrudan haliç içine getirilmesi durumu.	124
Şekil 5.43: Geminin geçici olarak Haydarpaşa'da demirlemesi durumu.....	125
Şekil 5.44: Kazıkların Kumkapı açıklarında denize indirilmesi varsayımına göre teker teker haliç içine sevk edilmesi.	125

Şekil 5.45: Kazıkların gemiden indirilmesi ve geçici depolanması.	126
Şekil 5.46: Montaj Dubası ve Vinç Yerleşimi.	126
Şekil 5.47: Kazıkların depo alanından montaj dubasına alınması ve liebherr lr 1800 vinci.	127
Şekil 5.48: Hidrolik Kazık Çakım Aparatı (Gidaj-Guide Frame).....	128
Şekil 5.49: Kazığın hidrolik kazık çakım aparatı (gidaj-guide frame) tarafından kilitlenmesi.	128
Şekil 5.50: Çelik kazıkların özel çekiç yardımı ile çakılması.	129
Şekil 5.51: Kazık içindeki yumuşak malzemenin alınmasında kullanılan kaşık.	131
Şekil 5.52: Kazık içi ve alt bölgesinde kaya forajı yapılması.	131
Şekil 5.53: Deniz kazıklarının tipik donatı en kesitleri.	132
Şekil 5.54: Donatı kafesi iç destekleri.....	133
Şekil 5.55: Hazırlanan donatı kafeslerinin gemi ile kazık bölgesine taşınması.	133
Şekil 5.56: Betonun duba üzerindeki mikser ile taşınması ve kazıklara dökülmesi.	134
Şekil 5.57: Kuru havuz sisteminin deniz yüzeyinden görünüşü.	136
Şekil 5.58: Kuru havuz sistemi içerisinde kesim çalışmaları.	136
Şekil 5.59: Kazık başlığının kazıklar üzerine oturtulması.	137

KISALTMALAR

İBB	:	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
PEHD	:	Polyethylene High-Density
UV	:	Ultraviyole
DWT	:	Dead Weight
DIN	:	Deutsches Institut Für Normung
ISO	:	International Organization for Standardization
SPT	:	Standart Penetrasyon Testi
İTÜ	:	İstanbul Teknik Üniversitesi
İUAP	:	İstanbul Ulaşım Ana Planı
NFPA	:	National Fire Protection Association
DLH	:	Demiryollar, Limanlar Ve Hava Meydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü
ETFE	:	Ethylen Tetrafluoroenthylen
UNESCO	:	United Nations Educational Scientific And Culturel Organization
ICOMOS	:	International Council On Monuments And Sites
DMK	:	Dünya Miras Komitesi
OUV	:	Outstanding Universal Value

1. GİRİŞ

Dünyanın birçok kentinde olduğu gibi İstanbul'un da en büyük problemlerinin başında ulaşım sorunu gelmektedir. Günümüzde ulaşım talebini büyük oranda lastik tekerlekli sistemler ile karşılayan İstanbul halkı ciddi problemler ile karşı karşıya kalmıştır.

Bir cazibe merkezi olarak yoğun göç nedeniyle hızlı ve çarpık bir kentleşme süreci yaşayan İstanbul, büyümeye paralel sürdüremediği alt yapı sistemlerinin eksikliği yoğun bir şekilde hissedilmektedir.

Dünya'da birçok kentin neredeyse yüzyıl önce başladığı raylı sistem projeleri, ülkemizde uzun yıllar gündeme alınmamıştır. Raylı sistemlerin pahalı ve uzun süreli projeler olması kent yöneticileri açısından cazip görülmemiş ve daha çok popülist yaklaşımlarla günü kurtaracak projeler uygulanmış ve gelmiştir.

Uzun yıllar ulaşım-erişim problemi trafik problemi olarak algılanmış ve bu yönde adımlar atılarak yeni yollar, kavşaklar yapılarak, daha fazla lastik tekerlekli aracın kent trafiğine katılmasına neden olunmuştur. Bu durum, insanların trafikte daha fazla zaman harcamasına, insan sağlığını tehdit eden egzoz gazlarının artmasına ve kamunun maddi olarak olumsuz etkilenmesine neden olmuştur.

Ancak; son yıllarda konuyu daha bilimsel ve ciddiyetle ele alan İBB, konunun trafik değil bir ulaşım problemi olduğu yaklaşımını benimsemiştir. Bu vesile ile İBB bir yandan mevcut alt yapı sistemlerini, İspark, Trafik Kontrol Merkezi vb. oluşumlarla daha etkin ve verimli kullanmaya başlamış, bir diğer yandan da kalıcı çözümü, verimli, güvenilir, çevreye duyarlı, ekonomik sistemler olan raylı sistem projelerinde görmüştür. Bu amaçla son dönemde raylı sistem projelerine ağırlık verilerek kentin sağlıklı sürdürülebilir bir ulaşım altyapısına kavuşması amaçlanmıştır.

İstanbul'un uzun zamandır gündeminde olan Haliç Metro Geçiş Köprüsü 2008 yılında ihale edilmiş ve Taksim metrosunun Yenikapı'ya oradan da Marmaray entegrasyonu ile Anadolu Yakasına olan erişimine imkan tanınması nedeniyle, kentteki en önemli raylı sistem akslarından birini oluşturmaktadır.

Bu alışma Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi hakkında herhangi bir akademik çalışmanın ve proje sürecini irdeleyen derli toplu bir çalışmanın eksikliğini gidermek amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaçla öncelikle ülkemizde pek tanınmayan ve köprü projesinin ana sistemini teşkil eden kablo askılı köprüler irdelenmiş, dünya'da benzer projelerdeki örnekler ele alınmıştır. Daha sonra Haliç Köprü projesinin ulusal ve uluslar arası süreci olan Dünya Miras Komitesi ile sürdürülen süreçler ele alınmış ve en son olarak proje teknik olarak ve projenin süreç yönetimi açısından değerlendirmelerde bulunulmuştur. Yapılan değerlendirmeler ile kent yöneticilerin projelere verdikleri teknik önemin yanında projenin yönetilmesinin de ne denli önemli olduğunu ortaya koyarak bundan sonraki projeler adına ne gibi çıkarımlarda bulunulabileceği ortaya konulmaya çalışılacaktır.

2. KABLOLU KÖPRÜLER

2.1 KABLOLU KÖPRÜLERİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Köprüler, geçmişten günümüze kadar insanoğlunun sahip olduğu bilgi birikimi ve yaşamakta olduğu çevreden elde edebildiği çok farklı malzemeler ile yapıla gelmiştir. Günümüzde ise özellikle teknolojinin gelişmesi ve ihtiyaçlara cevap verebilir nitelikte olmasından dolayı çelik köprülerin yapımı hız kazanmıştır (Eğriboyun 2008).

Bir veya birden fazla sayıdaki pylon'un kablolar vasıtası ile tabliyeye direkt bağlanması ile oluşturulan köprü türüne kablolu köprü denilmektedir (Eğriboyun 2008).

Kablolu köprülere ait ilk örnek olarak tamamen ahşap olmasına rağmen 1784 yılında Alman marangoz C.T. Loesher tarafından Friburg'da inşa edilen 32 m açıklıklı köprü kabul edilmektedir (Soyluk 1997).

Eğik zincirler ile desteklenen ilk köprü Dryburg Abbey'de Tweed nehri üzerinde yapımı gerçekleştirilen köprü yapımından kısa bir süre sonra yıkılmıştır (Soyluk 1997).

1821 yılında Fransız Mimar Poyet, kirişlerin oldukça yüksek kulelere dövme demir çubuklarla asıldığı sistemleri önermiş ve söz konusu sistemde çubukları yelpaze şeklinde düzenleyerek, çubukları kule tepe noktasında toplamıştır. Poyet tarafından ortaya konulan bu sistem Fransız Mühendis Navier tarafından geliştirilmiş ve 1823 yılında eğik zincirler ile rijitlenmiş köprü sistemlerini ortaya koymuştur (Soyluk 1997).

Kablolar ilk ve yaygın olarak 19. Yüzyıl başlarında İngiltere tarafından kullanılmaya başlanılmış ancak, söz konusu köprülerin rüzgar dirençlerinin düşük olması nedeniyle yıkılması nedeniyle kablolu köprü inşaatı İngiltere'de kısmen durmuştur (Çetindemir 2011).

Kablolu köprüler 20. yüzyıla kadar başarılı bir şekilde uygulanamamıştır. Kablolu köprülerin ilk örneklerinde yaşanan başarısızlıkların nedenleri arasında; kablolu köprü davranışının tam olarak anlaşılammış olması, imalat hataları gibi nedenler görülmektedir. Örneğin; kablo oluşturmak amacıyla demir ve zincir gibi uygun olmayan malzemelerin kullanılması ve bu malzemelerin alanlarının yetersiz olması söz konusu köprülerin yıkılmasına neden olmuştur. Kablolu köprü sistemlerinde kullanılan

kabloların gerginleştirilmemesi ve kabloların görevlerini ancak bütün sistemin etkiyen yükler altında önemli derecede deformasyon yaptıktan sonra yerine getirmeye başlaması nedeniyle, kablolu köprüler fazla esnek ve güvensiz olarak değerlendirilmiştir. Bu ve benzeri nedenler sonucunda kablolu köprüler yerine asma köprüler popüler hale gelmiştir (Çetindemir 2011).

Kablolu köprüler 19. yüzyılın ikinci yarısında ünlü köprü mühendisi Roebling tarafından Amerika'da tekrar ele alınmıştır. Roebling'in tasarladığı asma köprülerde destek kablolar kullanılarak köprü sistemi desteklenmeye çalışılmış ve söz konusu kablolar ile rüzgardan kaynaklanabilecek titreşimler için döşemenin en etkili ve ekonomik olarak rijitlenmesi sağlanmıştır (Soyluk 1997).

1883 yılında asma köprülerin en görkemlisi olarak kabul edilen ünlü Brooklyn köprüsü Roebling tarafından ortaya konulan prensipler doğrultusunda inşa edilmiştir. Merkez açıklığı 486.5 m ve toplam uzunluğu 1060 m olan Brooklyn köprüsü, demirin yerine çeliğin kullanıldığı ilk büyük yapı sistemidir(Şekil 2.1). Köprünün Amerika'da yarattığı hayranlık nedeniyle ülkedeki tüm açıklıklar için asma köprüler tercih edilmiş ve bu sayede asma köprüler konusunda dünyanın en iyi mühendisleri Amerikalı mühendisler arasından çıkmıştır (Soyluk 1997).

Şekil 2.1: Brooklyn köprüsü



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brooklyn_Bridge_Postdlf.jpg

Günümüzde, eski mühendislerin kablolu köprülerdeki kablo kuvvetlerini tam olarak hesaplayamadıkları ve kabloların sehim ve hiperstatik davranışlarını tam olarak hesaplayamadıkları anlaşılmaktadır. Ancak 20. yüzyıl başlarında gerçek anlamda kablo kullanımı, yüksek mukavemetli çeliğin yaygınlaşması ve yapı teorisindeki gelişmeler sayesinde kablolu sistemler tekrar kullanılmaya başlanmıştır.

Kablolu köprülerde gerekli olan rijitlik ve ekonomiyi sağlayan ilk uygulama, 1899 yılında Fransız Mühendis Gishlard tarafından tasarlanmıştır. Gishlard eğik ve yatay kablolardan oluşan bir sistem önermiştir. Önerilen sistemde eğik kabloların oluşturduğu kuvvetlerin yatay bileşenleri asal kirişe aktarılmamış ve böylece döşemede basınç kuvvetlerinin oluşması engellenmiştir. Gishlard tarafından önerilen sistem göze pek hoş görünmese de Fransa'da geniş kullanım alanı bulmuştur (Çetindemir 2011).

Gishlard tarafından geliştirilen sistemi kullanan Fransız mühendis Leinekugel le Cocq, kablolarda oluşan kablo kuvvetlerinin yatay bileşenlerini asal kirişe aktaran sistemi geliştirmiş ve bu sayede hem ekonomik hem de oldukça az deformasyon yapan bir sistem ortaya çıkmıştır. Söz konusu sisteme ait ilk örnek, 1925 yılında yapılan ve çağdaş kablolu köprülerin modeli olarak düşünülebilecek olan Şekil 2.2'de görülen Lezardrieux köprüsüdür (Çetindemir 2011).

Şekil 2.2: Lezardrieux köprüsü



Kaynak: <http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JS=65660>

İkinci Dünya Savaşı sebebiyle birçok köprü yıkılmış ve savaş sonrası yeni köprülerin yapılması zorunluluğu doğmuştur. Savaş sonrası süreçte çeliğin zor bulunur bir malzeme haline gelmesi mühendisleri daha hafif sistemler geliştirmeye yönlendirmiş ve böylece kablolu köprüler tekrar gündeme gelmiştir. Bu sürecin öncülüğünü Dischinger yapmıştır (Soyluk 1997).

Asma köprüler ile kablolu köprüler arasında yapılan değerlendirmeler sonucunda kablolu köprülerin 600m'ye kadar ki küçük açıklıklar için daha ekonomik sistemler olduğu anlaşılmıştır (Soyluk 1997).

Kablolu köprülerin tercih edilmesi sadece ekonomik olmaları değildi. Kablolu köprülerin estetik olmaları ve yapım kolaylıkları da bu köprülerin tercih nedenleri arasındadır. Modern köprüler ilk olarak Alman mühendisler arasında yaygınlaşmış ve daha sonra diğer ülkeler tarafından da benimsenmiştir (Çelik 2010).

1959 yılında yapılan Severin köprüsü kablolu köprülerin en başarılı örneklerinden kabul edilmektedir. A tipi kule kullanılan köprüde, tabliye; ortotropik çelik plak ile birleşen kutu kesitli iki adet kirişten oluşmaktadır. Şekil 2.3'te görülen Severin köprüsü günümüzde hala kablolu köprülerin en iyi örnekleri arasında kabul edilmektedir (Eğriboyun 2008).

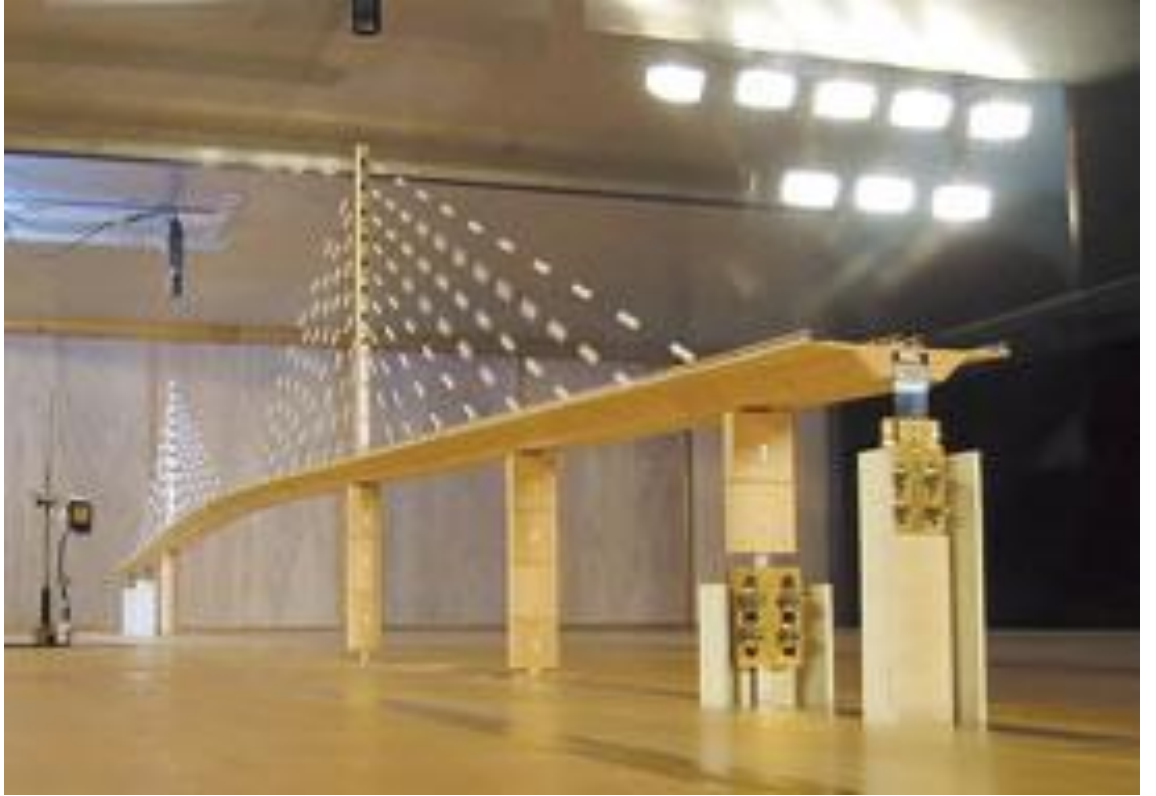
Şekil 2.3: Severin köprüsü



Kaynak: <http://www.m-j-s.net/photo/misc1999/1999-01-31070000.html>

Kablolu köprülerin son yıllarda başarılı örneklerinin uygulanma nedenleri arasında; yüksek mukavemetli çelik ve ortotropik döşeme kullanımının yaygınlaşması ve bilgisayar teknolojilerinin gelişmesi ile yüksek dereceden statik olarak belirsiz sistemlerin çözümlerinin kolaylaşması sayılabilir. Bilgisayar ortamında üç boyutlu tasarımların gerçekleştiriliyor olması ve model çalışmaları ile rüzgar tünellerinde rüzgar dinamikleri test edilebilen köprü çalışmaları uygulamaların daha sağlıklı ve hızlı bir şekilde hayat bulmasına imkan tanımıştır. Şekil 2.4'te bir köprünün 1/150 ölçekli modelinin rüzgar testi görünmektedir.

Şekil 2.4: Shimizu rüzgar tüneline 1/150 ölçekli modeli test edilen kablo askılı köprü.



Kaynak: <http://www.shimz.co.jp/english/services/construction.html>

Kablolu köprüler günümüzde geliştirilen hesap yöntemleri sayesinde sismik bölgelerde olmak üzere özellikle 150 m ile 600 m arası açıklıklar için ekonomik sistemler olarak uygulanmaktadır. Açıklığı 1000 m'nin üzerinde ki açıklıklar için asma köprülerin daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir (Soyluk 1997).

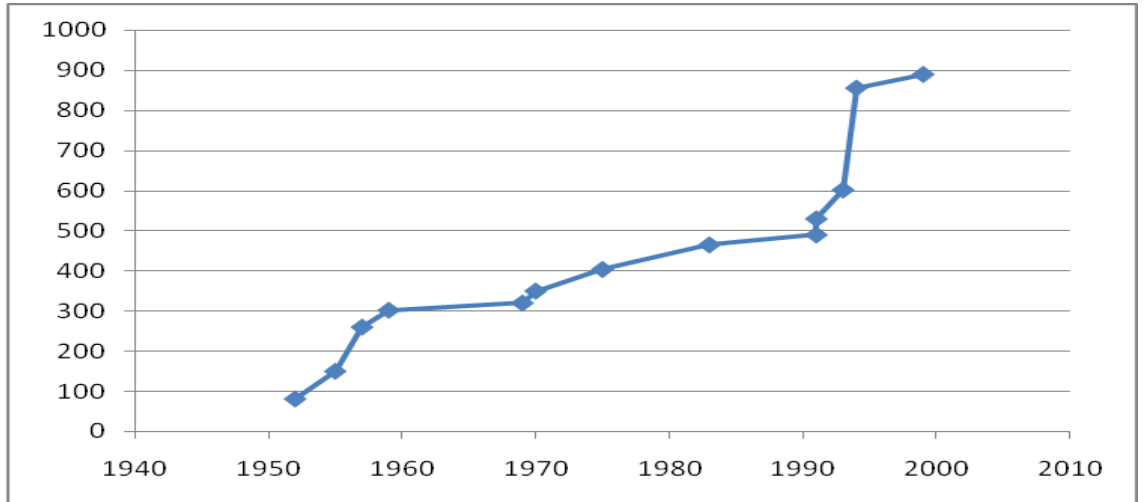
Tablo 2.1: Kablo köprülerde ana açıklığın yıllara göre değişimi.

Köprü Adı	Yapım Yılı	Ana Açıklık Uzunluğu(m)
Donzere Canal Bridge(France)	1952	81
Stromsud Bridge(Sweden)	1955	150
Düsseldorf North Bridge(Germany)	1957	260
Köln Severin Bridge(Germany)	1959	302
Dulsborg Kniebrücke(Germany)	1969	320
Duisburg Bridge(Germany)	1970	350
Saint-Nazaire Bridge(France)	1975	404
Anacis Bridge(Canada)	1983	465
Ikuchi Bridge(Japan)	1991	490
Skarnsund Bridge(Norway)	1991	530
Yang Pu Bridge(France)	1993	602
Normandie Bridge(France)	1994	856
Tatara Bridge(Japan)	1999	890

Kaynak: Virlogeux (1999)

Teknoloji ve yeni malzeme vb. etkenlerin gelişiminden etkilenen kablo köprülerde ana açıklık uzunlukları yıllara göre büyük değişim göstermiştir. Tablo 2.1’de görüleceği üzere ana açıklık uzunluğu son yıllara göre giderek artmıştır. Söz konusu durum Şekil 2.5’teki grafikten daha iyi anlaşılmaktadır.

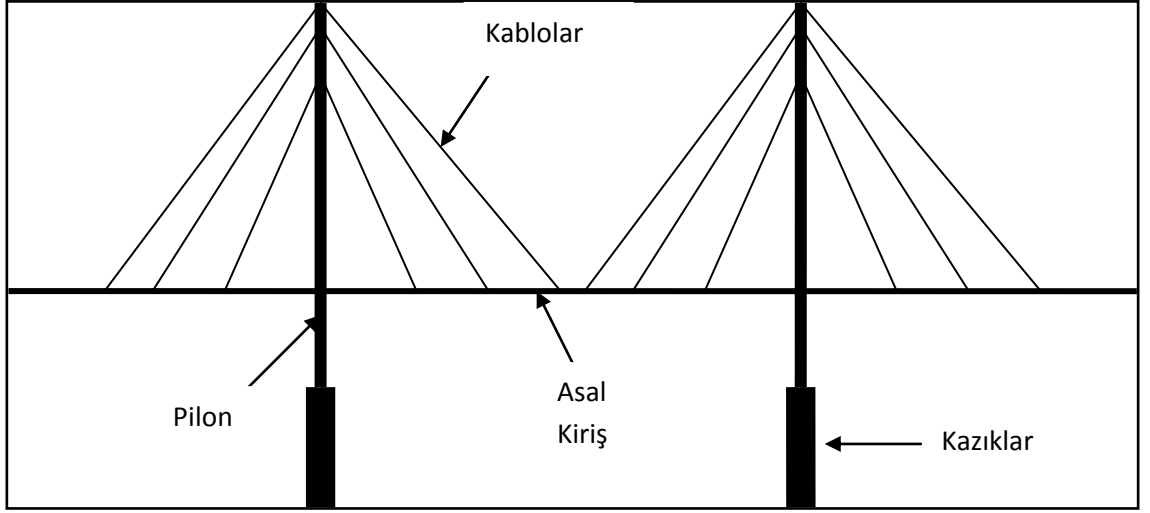
Şekil 2.5: Kablo köprülerde ana açıklığın yıllara göre değişimi.



2.2 KABLULU KÖPRÜLERDE YAPI ELEMANLARI

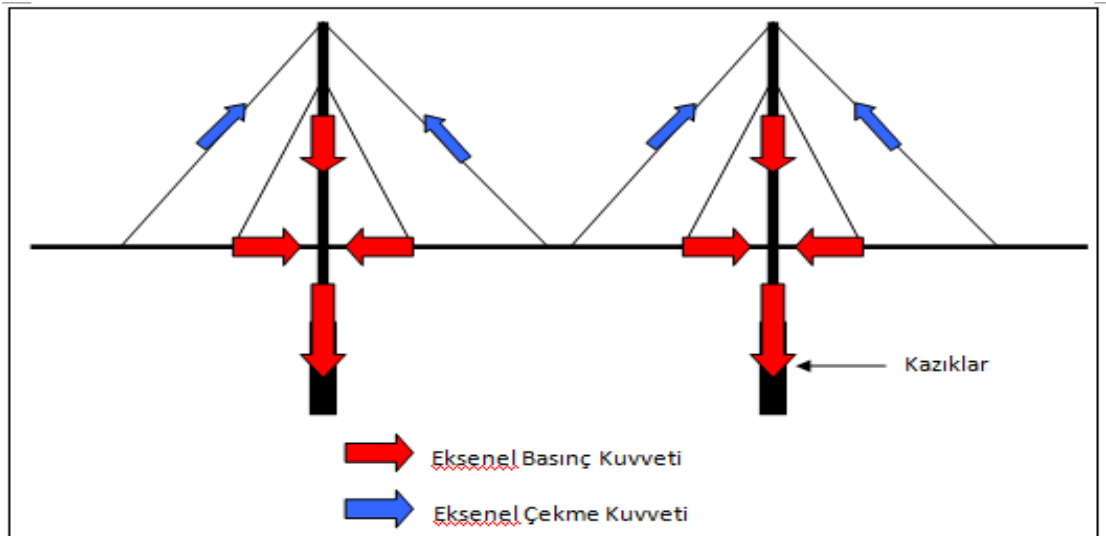
Kablolu köprüler genel olarak kablolar tarafından taşınan tabliye, kablolarda biriken düşey yüklerin iletildiği kule (pilon) ve muhtemel olarak, ki bu kablolu köprü kulelerinin genellikle su yatağında olmasından kaynaklanmaktadır, kazıklardan oluşmaktadır. Köprü elemanları Şekil 2.6'da görülmektedir.

Şekil 2.6: Tipik bir kablolu köprüde bulunan yapı elemanları.



Kablolu köprülerde tabliyelerin, öngermeli veya artgermeli kablolar ile direkt pilonlara bağlanmasından ötürü asma köprülere göre daha rijit bir yapı elde edilmektedir. Kablolu köprülerde yük taşıma prensibi Şekil 2.7'de ki gibidir.

Şekil 2.7: Kablolu köprülerde yük taşıma prensibi.



2.2.1 Kablolar

Kablo köprülerin karakteristik elemanlarından olan kablolar standart yapı çeliğine göre çok daha büyük kopma dayanımına sahiptirler. Normal yapı çeliği maksimum 350-500 MPa kopma dayanımı gösterirken, soğuk haddelenmiş 5-7 mm çapında ki çelik kablo tellerinde kolaylıkla 1600 MPa sağlanabilmektedir. Bu değerler kablo telinin yapı çeliğine göre 3-4 kat daha fazla dayanım gösterdiğini ortaya koymaktadır.(Cengiz,2009)

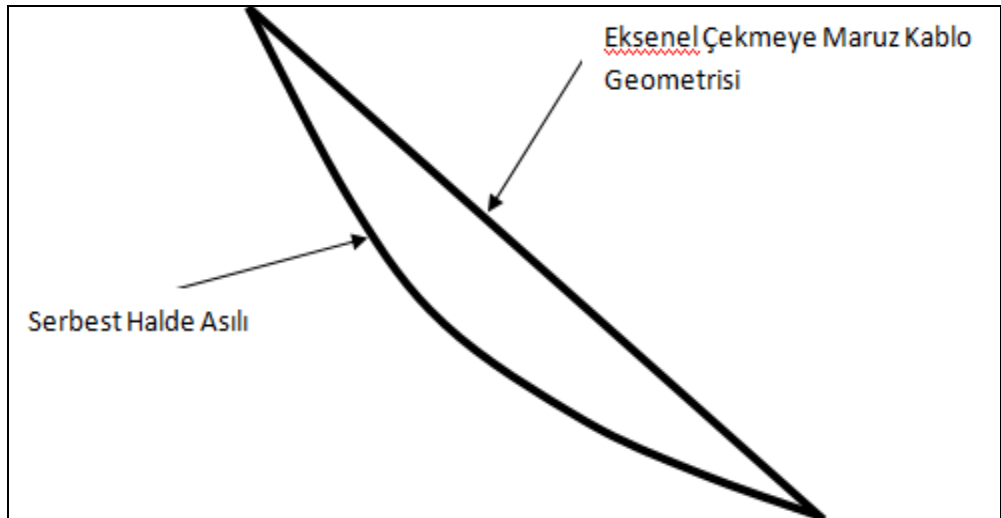
Köprülerde kullanılan kabloların;

- i. Kablo doğrultusu boyunca kararlı elastisite modülü,
 - ii. Boşluksuz, sıkı kesit alanı,
 - iii. Yüksek yük taşıma kapasitesi,
 - iv. Yüksek yorulma ve korozyon dayanımı,
- özelliklerine sahip olması istenir(Eğriboyun 2008).

Tabliyeyi direkt pylon'lara bağlayan kablolar, öngerme veya artgerme ile ankre edilmelidir. Gerginlik verilmeyen kablo sehim yapacaktır. Bu da kablonun çalışmaz bir durumda kalmasına sebebiyet verecektir(Boduroğlu 2007).

Eksenel kuvvet altında kablo geometrisinin değişimi Şekil 2.8'de görüldüğü gibidir. Serbest halde kablo çalışmamakta yük taşımamaktadır.

Şekil 2.8: Eksenel çekme kuvveti altında kablo geometrisinin değişimi.



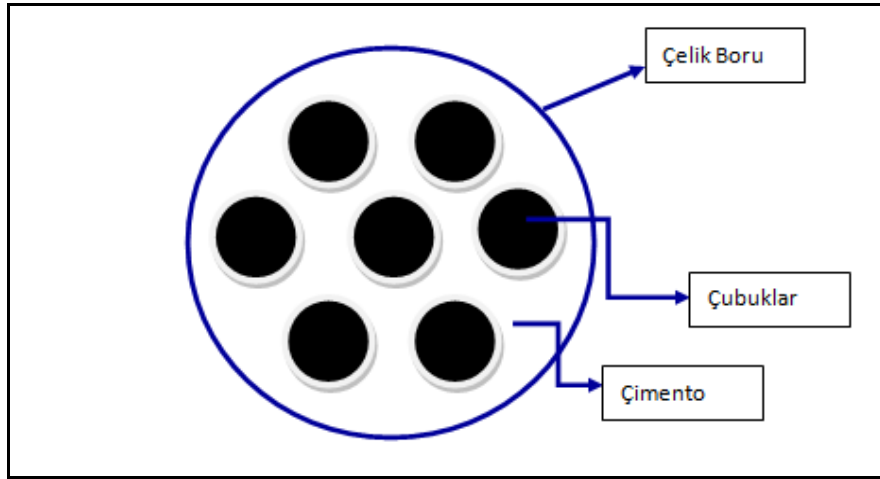
Kablolar kopma uzama oranları yüzde 3.5 mertebesinde olup, tabliye ve kablo tasarımı, kabloların bu aksenal yük altındaki uzamasının göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Çetindemir 2011).

Kablolar değişik çap ve sayıda tellerden oluşmaktadır. Kullanılmakta olan bu tellerin korozyondan korunması köprü güvenliği ve ömrü açısından büyük öneme sahiptir. Bunun için galvanizleme, kabloların polietilen esaslı katmanlarla sarılması veya son yıllarda kullanılmakta olan ve nem oranını kontrol altında tutmak amacıyla kablolar içerisine kuru hava üflenmesi gibi yöntemlerin kullanılmaktadır (Çetindemir 2011).

2.2.1.1 Paralel çubuk kablolar

Standart çubuk kablo, her biri 26,5 mm, 32 mm veya 36 mm çapında akma sınırı 1080 MPa, kopma dayanımı 1230 MPa olan 7-10 tane galvaniz kaplamalı çelik çubuğun çelik bir boru içine yerleştirilmesi ve boşlukların çimento ile doldurulması suretiyle oluşturulur (Eğriboyun 2008, s. 18). Paralel çubuk kablolar Şekil 2.9'daki gibidir.

Şekil 2.9: Paralel çubuk kablo en kesiti

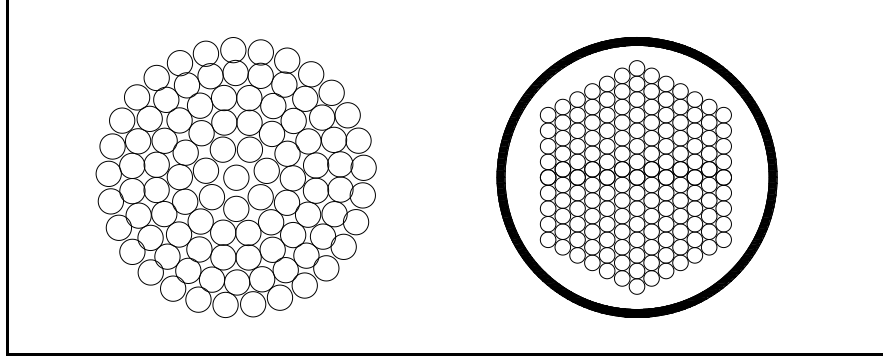


2.2.1.2 Paralel tekil kablolar

Paralel tekil kablolar genel olarak çok sayıda ön gerilmeli yüksek dayanımlı galvaniz kaplamalı çelik kablonun birbirine paralel konumda bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır(Şekil 2.10). Bu uygulamada ne tekil kablolar ne de ana kablo sarmal konum almaz. Uygulamada her bir kablo ayrı ayrı çekilir sonra gerilme işlemi uygulanarak bir araya getirilir. Yapım aşaması uzun ve zahmetli olmasına karşın kablo

sayısında bir standardın olmaması ve kablo adedinin projeye özel seçilebilmesinin getirdiği avantajla en çok tercih edilen kablo türüdür.

Şekil 2.10: Paralel tekil kablo en kesiti



2.2.1.3 Demetlenmiş kablolar

Genellikle 5mm çaplı yedi galvaniz kaplamalı kablonun sarmal olarak bir araya getirilmesi ile oluşturulmaktadır (Şekil 2.11). Söz konusu çap ve sayılar projenin ihtiyacına göre belirlenmektedir. Demetlenmiş kablolar ayrıca çok sayıda tekil kablonun merkezde bir kablo etrafında sarmal şekilde sarılması ile oluşturulur. Oluşturulan ana kablo diğer kablolarda olduğu gibi çelik tüp içine konarak boşluklar genellikle yüksek dayanımlı çimento harcı ile doldurulur. Ancak günümüzde çimentonun getirmiş ekstra yükten kurtulmak için polietilen esaslı kimyasallar kullanılmaktadır (Eğriboyun 2008, s.19).

Şekil 2.11: Demetlenmiş kablo demeti ve grup halinde kullanılması.

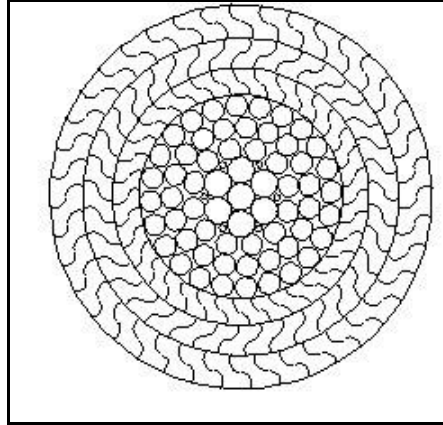


Kaynak: <http://www.groveoz.info/constr2.htm>

2.2.1.4 Kilit sargılı kablolar

Kilit sargılı kablolar iki veya üç tip farklı kesitli kablonun bir arada kullanılması ile oluşturulan kablolardır (Şekil 2.12). Merkezde daire kesitli, dışta kare veya z kesitli kablolar kullanılır. Bu kablo türünde başka kablolarda kullanılmayan özel z kesitli kablolar kullanılarak ana kablonun mümkün olduğunca sıkı ve boşluksuz yapılabilmesi, böylece daha küçük ve hafif kesitli bir kablodan mümkün olduğunca büyük mukavemet değerleri elde edilebilmektedir. Kilit sargılı kablolar da diğer kablo çeşitleri gibi galvaniz kaplamalı olarak üretilmektedir. Bu kap türü diğer kablolardan farklı olarak dış yüzeyleri düzgün yüzeyli olduklarından korozyona karşı çelik tüp içerisine konmadan sadece dış yüzey boyası ile boyanmaktadır. Bu durum kilit sargılı kabloların daha hafif olmalarını da sağlamaktadır (Çetindemir 2011, s.51).

Şekil 2.12: Kilit sargılı kablo kesiti



Kaynak: http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/wg15b/10800.htm#SEC_3_1

2.2.1.5 Kablolü köprülerde kablo yerleşim türleri

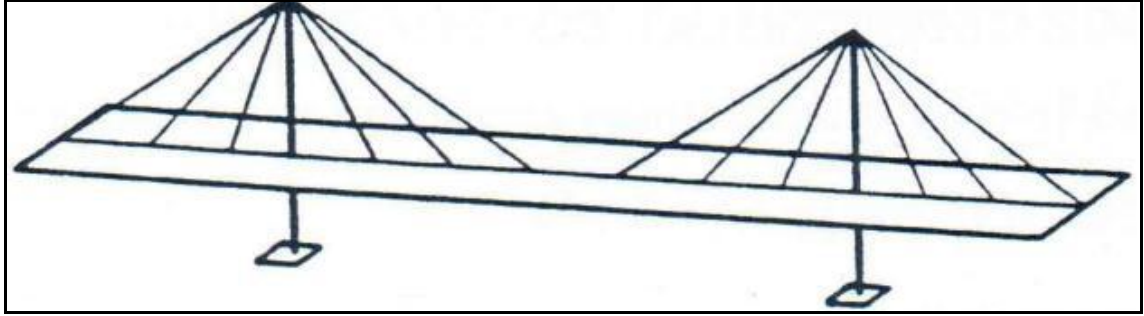
Kablolu köprüler, geometrik biçimleri, tasarımcının yaratıcılığına bağlı olarak büyük farklılıklar gösterebilir. Kablolü köprülerin mimari olarak ön plana çıkmasında ki en büyük unsur da bu gibi değişik düzenlemelere açık bir köprü türü olmasından kaynaklanmaktadır (Diri 2009, s.16).

Kablolu köprüler enine doğrultuda 3 farklı şekilde düzenlenirler.

Tekil Düzlem Sistem: Estetik açıdan çok başarılı örneklerini gördüğümüz bu tür uygulamalar, yolcuların görüş açısını da engellememesi açısından artı avantaja sahiptir (Şekil 2.13).

Tekil düzleme sahip kablolu köprülerde burulmaya karşı koyabilecek rijit kirişler kullanılmalıdır. Çünkü bu köprüler özellikle asimetrik yüklere karşı kutu kesitli kirişler ile karşı koyabilirler. Elbette bu da maliyete artı bir yük getirmektedir (Diri 2009, s.17)

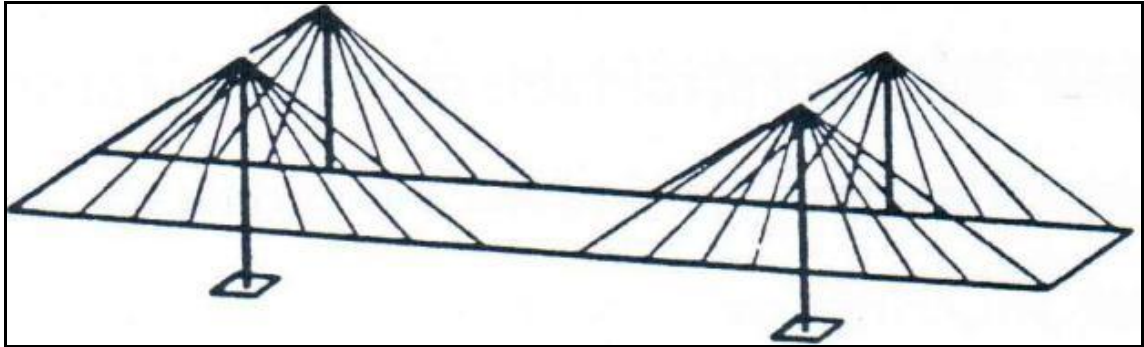
Şekil 2.13: Tekil düzlem kablolu köprü



Kaynak: Diri (2009)

Çift Düzlem Sistem: Bu tür sistemler simetrik yapıları sayesinde sistem güvenliği açısından daha uygun forma sahiptir (Şekil 2.14). Ayrıca; uygulama ve ekonomik açıdan da avantajlı sistemlerdir (Diri 2009, s. 17).

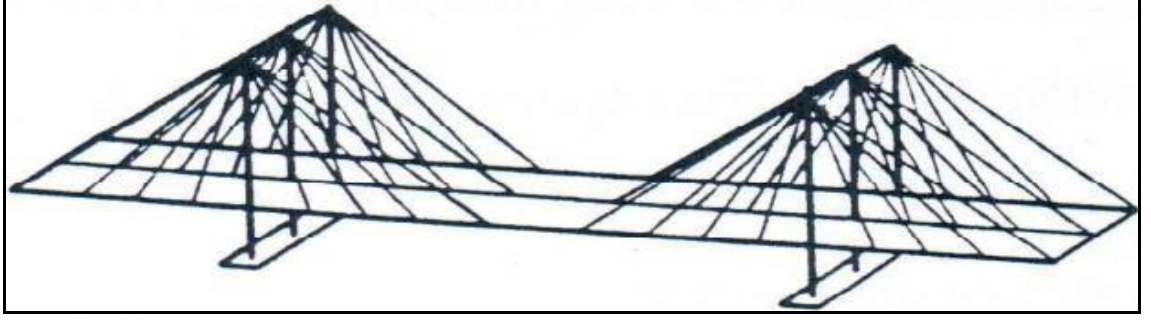
Şekil 2.14: Çift düzlem kablolu köprü



Kaynak: Diri (2009)

Üçlü Düzlem Sistem: Bu tür uygulamalar geniş karayolları için tercih edilirler. Ancak maliyet açısından ekonomik sonuçlar vermemektedir (Şekil 2.15).

Şekil 2.15: Üç düzlem kablolu köprü



Kaynak: Diri (2009)

Kablolu köprülerde boyuna yönde de farklı kablo düzenlemeleri mevcuttur. Genellikle dört farklı kablo düzenlemesi mevcuttur. Bunlar;

- I. Tekil
- II. Paralel
- III. Yelpaze
- IV. Yıldız'dır.

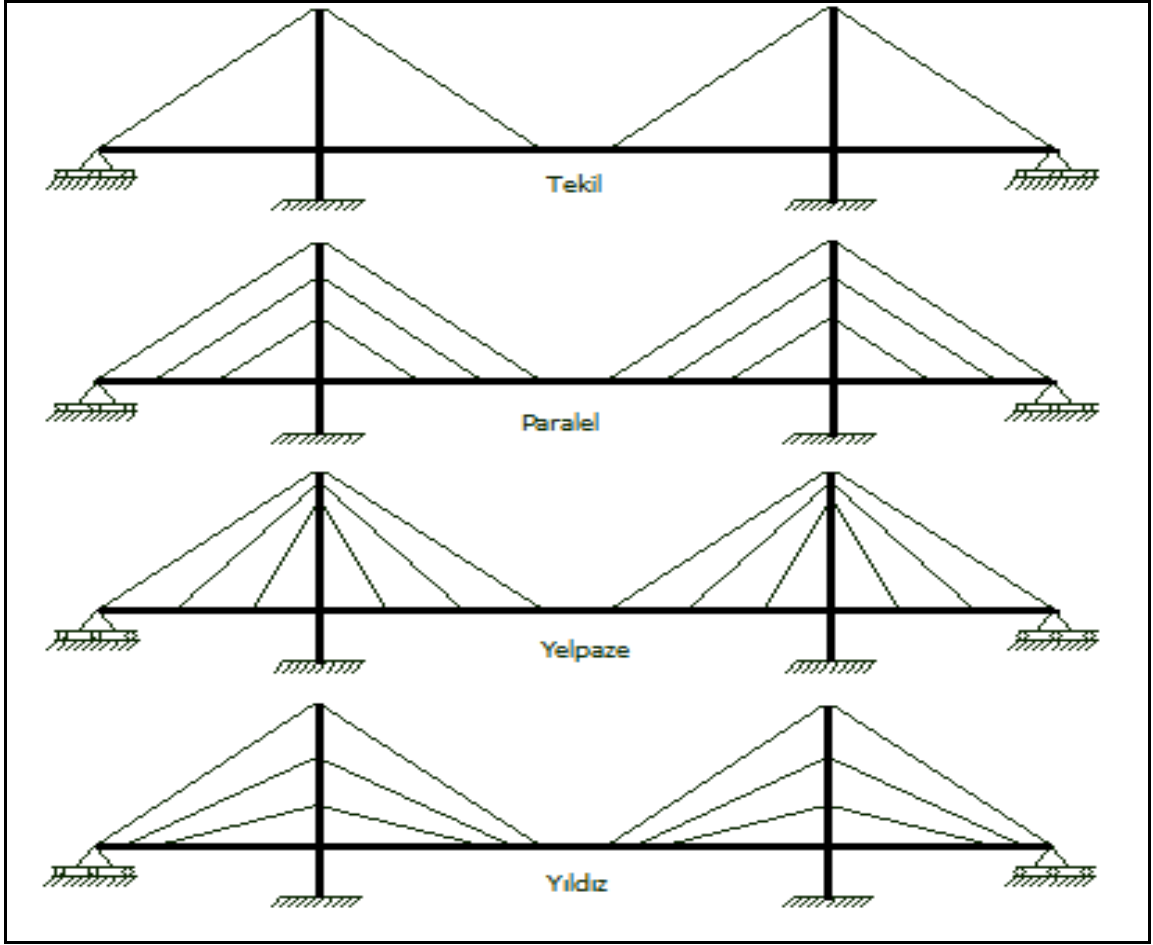
Bağlantı türlerinin gösterimi Şekil 2.16'daki gibidir.

Yelpaze ve yıldız sistem üçgenlerden meydana gelmesinden ötürü en çok tercih edilen sistemlerdir. Paralel sistemler ise dörtgenlerden meydana gelmesinden ötürü lineer olmayan köprü yüklerini karşılayabilmek amacıyla daha büyük kiriş kesitlerine ve rijitliği yüksek kulelere ihtiyaç duymaktadır (Kuyumcu 2011, s.11).

Kablolar kulelere genellikle 0,2-2 m ara ile eşit aralıklarla bağlanırlar (Çetindemir 2011, s.46).

Kablolar ise tabliyelere 10-20m aralıklarla eşit olarak uygulanır (Cengiz 2009,s.15).

Şekil 2.16: Kablolü köprülerde bağlantı türleri.



Kaynak: Kuyumcu (2011)

2.2.2 Tabliyeler

Kablo lu köprülerde tabliye kablolarla desteklenmesine rağmen, bu tür köprüler büyük açıklıklı köprüler olmasından ötürü yüksek eğilme momentlerinin yanında, kablolardan yatay kuvvet bileşeninin etkisiyle yüksek basınç kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Bu basınç kuvveti açıklığın ortasından kule bölgesine doğru artış göstermektedir (Boduroğlu 2007, s.12).

Üstyapı ve tabliyede kullanılacak tasarım ve malzeme köprü üzerindeki yük ve trafik cinsine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir.

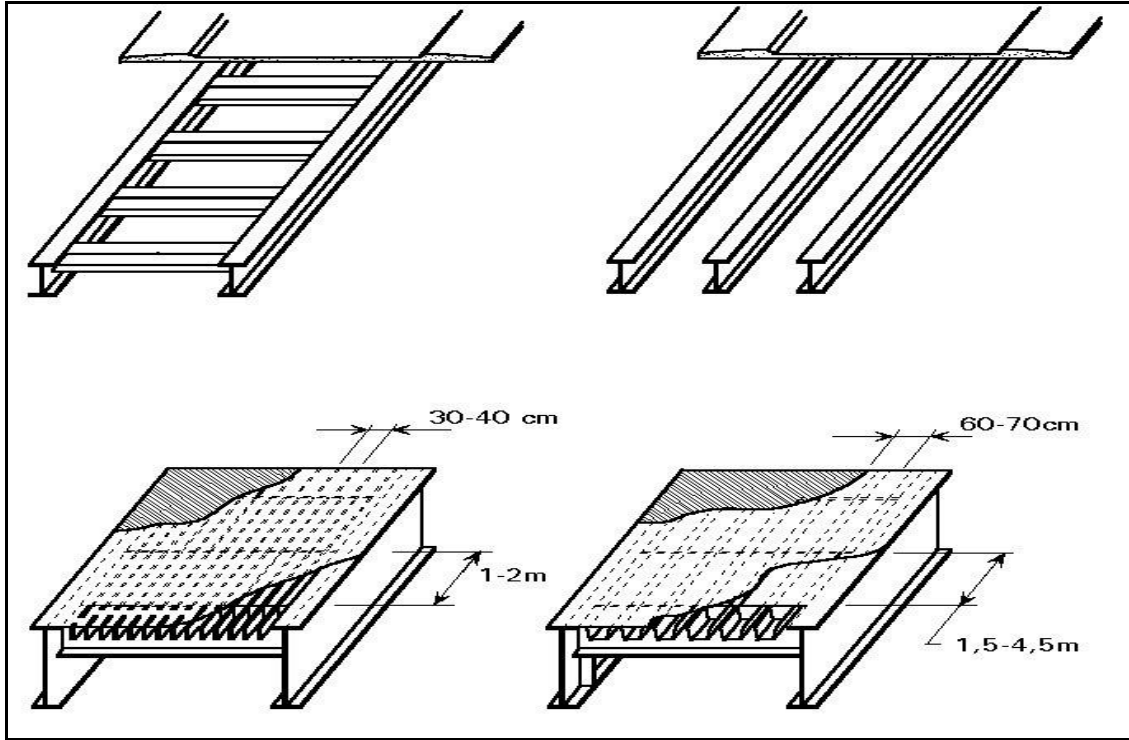
Betonarme tabliyeler rijitlik bakımından gayet iyi sonuçlar vermiş ve yorulma dayanımının üstünlüğü ilerleyen yıllarda kendini göstermiştir. Ancak betonarme tabliyelerin esnek olmaması ve kablolardan etkilenen çekme kuvvetleri altında betonun

istenen performansı gösterememesi betonarme tabliyelerde yenilikler getirmiştir. Bu yenilikler betonarme-çelik karışımı, öngerilmeli ve artgerilmeli betonarme tabliyelerin oluşmasını sağlamıştır. Kompozit tasarımda tabliye kenarları çelik plakalarla çevrilmiş, enlemelerde çelik profiller kullanılmış ve böylece tabliyeye esneklik kazandırılarak kesme kuvvetinin de çelik enlemelerle daha rahat taşınması sağlanmıştır. Bunun yanı sıra öngerilmeli ve artgerilmeli betonarme elemanlar ile betonun düşük çekme gerilmesi mahzuru önlenmiştir. Betonun yüksek basınç dayanımı çeliğin yüksek çekme dayanımıyla birleştirilmiştir. Öngerilme ile betonun en büyük problemlerinden çatlak oluşumunun da önüne geçilmiştir. Bu tür tabliyelerde, betonda oluşturulan ön basınç gerilmeleri işletme sırasında doğacak çekme gerilmeleri ile süperpoze olmakta, böylece elemanlarda ya hiç çekme gerilmesi doğmamakta veya oluşan toplam çekme gerilmesi, betonun çekme dayanımının altında kalarak tabliyede aşırı sehime neden olmamaktadır. Bu özellik kısa açıklıklarda kullanılan betonarme tabliyelerin uzun açıklıklarda da kullanılabilmesini sağlamıştır. Ancak kullanılan malzemenin beton oluşu yapıyı ağırlaştırdığından tabliyelerde çelik kullanımı da öngerilmeli tabliyeler gibi yaygındır. Betonarme tabliyelerde genelde kapalı kutu kesitler tercih edilmektedir (Eğriboyun 2008, s.21).

Tabliyelerde çelik kullanılması ile yeni bir döşeme tipi olan ortotropik döşeme ortaya çıkmıştır (Şekil 2.17). Bir ortotropik döşeme basit olarak ince çelik plaka altına enine ve boyuna çelik plakaların kaynatılması ile oluşturulur. Köprüde kullanılacak tabliye ise enine ve boyuna çelik profillerin kullanılması ile meydana getirilir. Ortotropik döşeme enleme ve boylamaları sayesinde rijit bir yapı kazanır. Ortotropik tabliye genel olarak orta ve uzun açıklıklarda ki köprülerde ya da hafifliği nedeniyle hareketli köprülerde kullanılmaktadır. Bu döşemenin en önemli avantajı betonarme tabliyelere göre ince olmasına rağmen daha fazla yük taşıyabilmesidir. Dolayısıyla ağır yükler altında bile üstün yük dağıtma davranışı sayesinde düşey yer değiştirme az olmaktadır. Ayrıca hareketli yükler altında ki davranışı da iyi sonuçlar vermektedir. Tabliyenin oluşturulmasında kullanılan enleme ve boylamaların aralıklarının belli bir değeri yoktur, maruz kalacağı yüklere göre aralıklar azaltılıp eleman sayısı artırılabilir. Boylamalar arasında ki temel fark burulmaya karşı olan dirençleridir. Kutu kesitli profillerin burulma dirençleri daha fazladır. Ortotropik döşemelerde kaynak yerlerinin geometrisine ve bileşenlerin narinliğine bağlı olarak yorulma çatlakları gözlemlenmiştir.

Genelde tabliyenin kablo bağlantıları enlemelerin tabliye ile bağlantı noktalarından yapılmaktadır. Bu sebepten bu noktalara denk gelen enlemelerin kesitleri büyütülerek ya da kablo tabliye ankraj noktalarının çelik tüpler içine alınıp, epoxy ile doldurulması ile çatlak problemi ortadan kaldırılmıştır (Eğriboyun 2008, s.21).

Şekil 2.17: Ortotropik tabliye kesiti.



Kaynak: <http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/wg01b/10610.htm>

Uzun süreden beri kullanılan yapı malzemeleri çelik ve betona rakip yeni yapı malzemesi fiber takviyeli polimer, bu yüzyılda yapılarda kullanılmaya başlanmıştır. Aynı boyutlarda çelik ve betondan daha fazla dayanıma ve az ağırlığa sahiptir. Ancak malzemenin yeni olması fiyat konusunda sorunlar oluşturduğundan yapılarda beton yada çelikle kompozit olarak kullanılır. Genellikle yüksek verim alınması amacıyla çelik kirişlerin üzerine döşeme olarak veya çelik çelik döşemeye kiriş olarak kullanılır. Malzemenin yeni olması, kullanılabilirliğinin araştırılmasını gerektirmiş ve yapılan çalışmalarda çelik ve betona göre, yükler altında ki dayanıklılığı, yorulma etkisi ile rijitliğinin bozulmaması, yorulma dayanımının büyüklüğü sayesinde köprü tabliye ömrünü uzatması, korozyon direnci, hareketli yük kapasitesi, inşa süresini kısaltması,

bakım maliyetlerinin azlığı ve sıcaklık değişimlerine dayanıklılığı yönlerinden üstün olduğu gözlemlenmiştir (Çetindemir 2011, s.54).

2.2.3 Kuleler (Pilonlar)

Kuleler, tabliye ile kabloların yüklerini üzerine alarak zemine ileten yapılardır. İlke olarak, kuleler dev kolonlar olarak algılanabilir ve bu yönde projelendirilebilir şekilde düşünülse de kabloların ve diğer dinamik yüklerin neden olduğu yatay yüklerin oluşturduğu moment etkisi kulelerde eğilme meydana getirmektedir. Bu nedenle sadece aksel yükler altında yapılan hesap, köprü kuleleri için yeterli değildir. Örneğin tabliye ortasından yükselen tekil kuleler için tabliye altında kalan kule kısmı zemine, tabliye üstünde kalan kule kısmı da tabliye seviyesinde kulenin alt kısmına ve tabliyedeki enine kalın kirişe ankastre mesnetlendirilerek burkulmaya karşı emniyet sağlanmış olmaktadır (Eğriboyun 2008)

Kuleler taşımak zorunda kaldıkları binlerce ton yükü daha rahat taşımaları ve burkulmaya karşı daha dirençli olmaları amacıyla genellikle kutu kesitli olarak inşa edilirler. Kuleler çelik, beton veya öngerilmeli betondan imal edilmektedirler. Çelik kuleler beton kulelere göre daha narin, hafif, esnek ve hızlı imal edilmeleri açısından üstündürler. Ancak çelik kuleler geniş açıklarda beton kulelere göre %40 oranında daha maliyetlidir. Ayrıca çelik kulelerin bakım gereksinimi de maliyeti arttıran diğer bir unsurdur (Eğriboyun 2008).

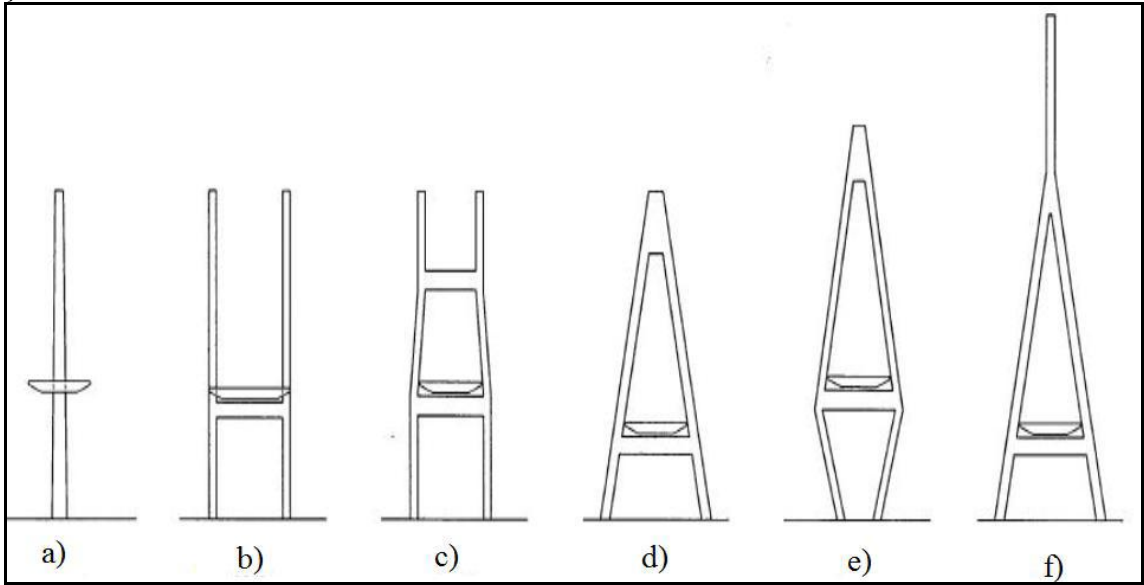
İnşa edilecek kule tipi seçilirken kablolardan gelen yükleri sorunsuz, emniyetli bir şekilde zemine iletebilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca kuleler temel işlevlerinin yanında estetik ve ekonomik olmalıdır. Ayrıca kuleler temel işlevlerinin yanında ayrıca estetik ve ekonomik olmalıdır (Eğriboyun 2008).

Kablo askılı köprülerde kullanılan kule tipleri Şekil 2.18'teki gibidir. Tekil kulelerde kablolar tabliye ortasına düzlem şekilde bağlanırlar ve yatay yükler altında çok emniyetli olmayan sistemlerdir. H şekilli kulelerde kablolar tabliye kenarlarına bağlanırlar. Bu bağlantı yerlerinde tabliyede enine kirişler inşa edilerek rijit bir sistem oluşturulmakta ve dinamik ve yatay yüklerin döndürme etkilerine karşı emniyet sağlamaktadır. A şekilli kulelerin H şekilli kulelere değil göre avantajı kablo bağlantı

noktalarıdır. H şekilli kulelerde kabloların kulelere mesnetlendiği yerler, tabliye hizasının dışında, A şekilli kulelerde ise tabliye hizasının içinde bulunmaktadır. H şekilli kulelerin kablo bağlantı noktaları tabliye ekseninden, A şekilli kulelere göre daha uzaktır. Bu sebepten A şekilli kulelerde kabloların kuleye bağlantı yerleri itibariyle moment kolları kısaldığından oluşan sistemin rijitliği ve stabilitesi daha yüksektir (Çetindemir 2011).

Şekil 2.18: Kablolu köprülerde kullanılan çeşitli kule tipleri.

a) Tekil kule, b) ve c) H şekilli kule, d) A şekilli kule, e) Elmas şekilli kule, f) Ters Y şekilli kule.



Kaynak: Kuyumcu (2011)

A şekilli kuleler ile ters Y şekilli kuleler arasında yapı rijitliği bakımından fark yoktur. Uzun açıklıklar yüksek kulelere gereksinim duyduğundan ters Y şekilli kuleler ve elmas şekilli kuleler uzun açıklıklı kablolu köprülerde kullanılmaktadır. Kablolu köprülerde kulelerin tabliye üstü yükseklikleri köprü açıklığının yüzde 20'si kadardır (Çetindemir 2011).

2.2.4 Kazıklar

Tipik bir kablolu köprünün asal elemanları arasında olmasa da bu köprülerin genellikle akarsular üzerinde inşa edilmesinden ötürü köprü pylonları ya akarsu içerisine ya da gevşek zeminli bölgelere yapılmak durumundadır. Bu gibi durumlarda köprü kulelerini

sağlam zemine oturtabilmek amacıyla derin temeller veya kazık temeller inşa edilmektedir.

Söz konusu kazıkların ana fonksiyonu köprüden gelen yükleri gevşek ve yumuşak zemin altında yer alan taşıma gücü yüksek, sıkışabilirliği az sağlam zemin tabakalarına aktarmaktadır.

Köprü pylonlarından etkileyen düşey yüklere maruz kalan bir kazığın nihai taşıma gücü, kısmen kazık ucunda oluşan noktasal direncin kısmen de kazık şaftı ile temas halinde olan zemin yüzeyi ile kazık yüzeyi arasında gelişen aderansla ilintilendirilen yüzeysel sürtünme direniminin bileşkesi olmaktadır (Kuyumcu 2011).

Ortam koşullarına bağlı olarak, ‘‘uç taşıma’’ ve ‘‘yüzeysel taşıma’’ kuvvetlerinin nihai taşıma gücü içinde ki payları değişkendir. Bu değişkenliği kontrol eden faktörler, kazığın içine yerleştirildiği jeolojik ortamın geoteknik özellikleri, kazığın geometri koşulları, narinliği ve uygulanan yüklerin büyüklüğüdür (Kuyumcu 2011).

Kazıklar, zemin yüzeyine yakın tabakaların üst yapı yüklerini göçmeden veya üstyapıda hasara neden olacak şekilde fazla oturmadan taşıyabileceği bir yüzeysel temelin teşkiline uygun olmadığı hallerde, üst yapı yüklerini zemin profiline derinliklerinde yer alan taşıyıcılık özelliği yüksek tabakalara aktarmak amacıyla kullanılan ashap, beton, çelik veya kompozit yapı elemanlarıdır (Kuyumcu 2011).

Kazık temeller, derinlikleri genişliklerine oranla oldukça fazla, narin yapı elemanlarıdır. Yüksek maliyetlerine karşın üstün dayanım özellikleri ve oturmaları önemli ölçüde azaltmaları sebebiyle tercih edilmektedir (Kuyumcu 2011).

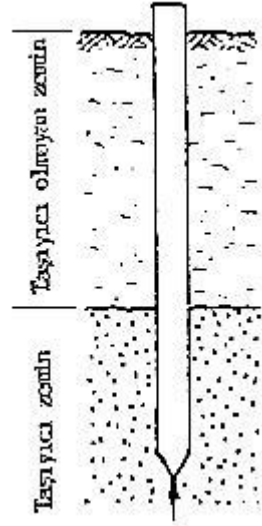
Kazıklara gelen yükler genellikle üst yapıdan gelen eksenel basınç kuvvetleridir. Açık deniz platformlarında, rıhtım duvarlarında, sürekli veya aralıklı iksa duvarlarında ve şev stabilitesi gibi bazı mühendislik uygulamalarında ise kazıklar; yanal toprak basıncı, dalga ve deprem kuvvetlerinin doğurduğu yatay yüklerin, eğilme momentlerinin etkisinde kalabilirler (Kuyumcu 2011).

Günümüzde literatürde kazıkların çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmalarının yapılması mümkündür. Yaygın olarak kazıklar aşağıda ki gibi dört gruba ayrılarak sınıflandırılmaktadır (Kuyumcu 2011).

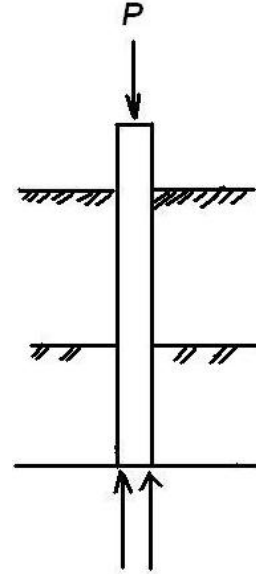
1. Zemine yük aktarma mekanizmasına göre kazıklar.
 - i. Uç kazıklar
 - ii. Sürtünme kazıkları
 - iii. Çekme kazıkları
 - iv. Ankraj kazıkları
 - v. Kompaksiyon kazıkları
 - vi. Eğik kazıklar
2. İmal edildikleri malzemenin cinsine göre kazıklar
 - i. Ahşap kazıklar
 - ii. Beton kazıklar
 - iii. Çelik kazıklar
 - iv. Kompozit kazıklar
3. İmal edildikleri malzemenin cinsine göre kazıklar.
 - i. Çakma kazıklar (Deplasman kazıkları)
 - ii. Sondaj kazıkları (Fore kazıklar)
4. Zemine yerleşim özelliklerine göre kazıklar.
 - i. Küçük yer değiştirme yapan kazıklar
 - ii. Büyük yer değiştirme yapan kazıklar
 - iii. Zeminde yer değiştirmeye yol açmayan kazıklar (Kuyumcu 2011).

Şekil 2.19: Zemine yük aktarma mekanizmasına göre bazı kazık türleri.

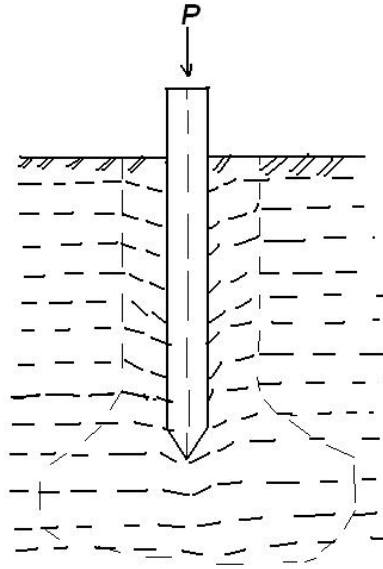
(A, B) uç kazıklar, (C, D) sürtünme kazıkları, (E) çekme kazığı, (F) ankraj kazığı, (G) kompaksiyon (sıkıştırma) kazığı.



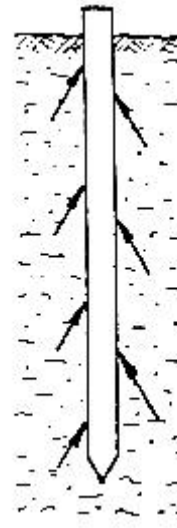
(A)



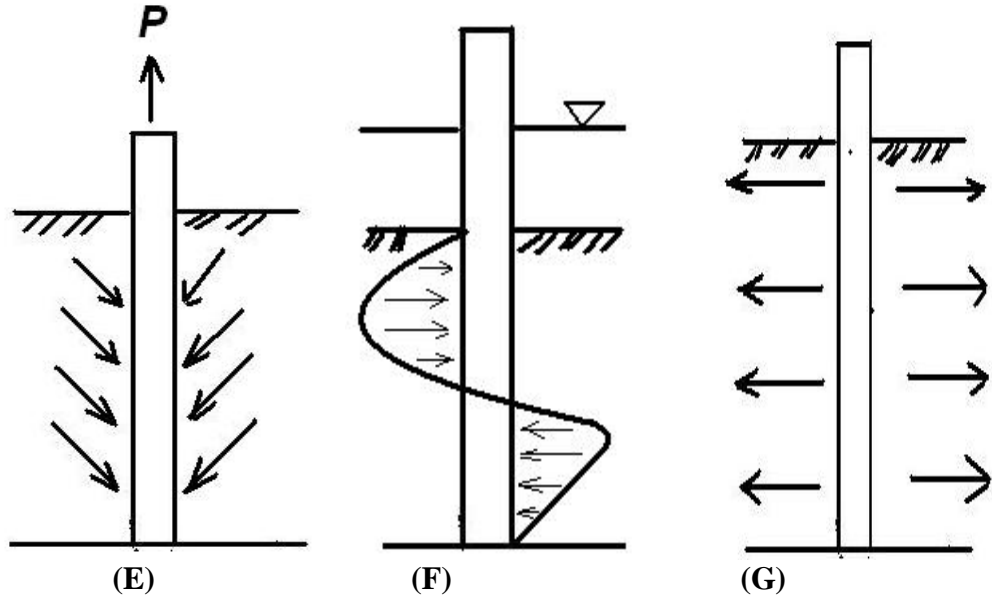
(B)



(C)



(D)



Kaynak: Kuyumcu (2011)

Şekil 2.19’de zemine yük aktarma mekanizmasına göre kazık türleri görülmektedir. Bunlar; uç kazıklar, sürtünme kazıkları, çekme kazığı, ankraj kazığı, kompaksiyon (sıkıştırma) kazığıdır.

3. YANA AÇILAN KÖPRÜLER

Bir merkez pivot üzerinde yatay yönde hareket eden köprülere Yana Açılan Köprüler (Swing Bridges) denir (Koglin 2003).

Yana açılan köprüler sınıfsal olarak bir hareketli köprüdür. Bilindiği üzere hareketli köprüler taşımakta oldukları trafik yükü haricinde farklı trafik hareketlerine de imkan tanıyabilen köprülerdir. Hareketli köprülerin, yana açılan köprüler haricinde yaygın kullanım imkanı bulunan diğer türleri olarak baskül köprüler, çekilebilir köprüler, dikey hareket eden köprü vb. köprü türleri mevcuttur. Şekil 3.1’de dikey hareketli ve baskül köprü türlerini görmekteyiz.

Şekil 3.1: Dikey hareketli ve baskül köprü.



Koglin’e göre ilk yana açılan köprü örnekleri yaklaşık olarak 200 yıl önce ortaya çıkmış ve ilk yana açılan köprü de Pensilvanya Ana Hat Kanal’ı (Pennsylvania Main Line Canal) üzerinde kullanılmıştır. Söz konusu bu ilk yana açılan köprüler ahşaptan imal edilmişlerdir.

Yana açılan köprüler, baskül ve dikey hareket eden köprülere göre daha kararlı köprülerdir. Yana açılan köprülerin açılma hareketi sonrasında uygun şekilde desteklenebilmeleri baskül ve dikey hareket eden köprülere göre daha stabil köprüler olmalarını sağlamaktadır (Koglin 2003).

Günümüzdeki yana açılan köprülerin yarıya yakınının demiryolu köprüsü olduğu iddia edilmektedir.

Yana açılan köprülerin genellikle simetrik oluşu baskül köprü gibi konsol şekilde çalışan bir hareketli köprüye göre denge unsuruna ihtiyaç duymaması yana açılan köprülerin olumlu yönleri arasında sayılmaktadır (Koglin 2003).

Yana açılan köprüler dikey hareketli ve baskül köprüler kadar rüzgar kuvvetinden etkilenmemektedir. Ancak merkez rulman tipli yana açılan köprülerde rüzgar dikkate alınmalıdır (Koglin 2003).

Yana açılan köprüler genellikle su yolu ortasında oluşturulan merkez pivot üzerinde hareket ettirililer. Hareket esnasında köprünün bütün ağırlığı bu merkez pivot üzerindedir. Ayrıca köprü hareketini sağlayan sisteme ait bütün mekanik ve elektrik aksam bu merkez pivot çevresinde oluşturulan yapay ada üzerinde bulunmaktadır.

Yana açılan köprüler kendi içerisinde bazı varyasyonlara sahiptir. Bunlar merkez ve çember rulmanlı, duble yana açılan ve kısa kuyruklu yana açılan köprü türleridir(Koglin 2003). Duble yana açılan köprülerde iki merkez pivot bulunmaktadır ve bunlar kanal trafiğini etkilemeyecek şekilde karada teşkil edilmektedir (Şekil 3.2).

Şekil 3.2: Duble yana açılan köprü El-Ferdan demiryolu köprüsü.



Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/File:El_Ferdan_Railway_Bridge.jpg

Kısa kuyruklu yana açılan köprü ise çok dar kanallarda uygulanmıştır(Şekil 3.3). Kısa kuyruklu yana açılan köprüde pivot karada teşkil edilmiştir ve simetrik bir yapıda değildir. Yer yer bu köprülerde açılıp kapanma işlemi halatla çekme yöntemi gibi manuel yollarla gerçekleştirilmiştir.

Şekil 3.3: Kısa kuyruklu yana açılan köprü.



3.1 YANA AÇILAN KÖPRÜLERİN AVANTAJLARI

- i. Yana açılan köprüler hareketli köprüler içerisinde en düşük profile sahip olan köprülerdendir.
- ii. Rüzgar yüküne en az maruz kalan köprüler içerisinde. Bu da temel tasarımında avantaj sağlamaktadır.
- iii. Simetrik olarak açılan yana açılan köprüler tek hareket ile örneğin gemiler için iki yola birden imkan tanıyabilmektedir. Bu da deniz trafiğini düzenleyici rol oynayabilir.

- iv. Simetrik olan yana açılan köprüler denge konusunda avantaj sağlamaktadır. Denge de olan kollar kimi zaman dolgu alanların aşılmasında da kullanılmıştır (Şekil 3.4).

Şekil 3.4: Bir kolu dolgu zemini geçen yana açılan köprü (canso causeway yana açılan köprüsü).



Kaynak: www.marinass.com

- v. Yana açılan köprüler estetik olarak tercih nedeni olmaktadır.
- vi. Kendi içerisinde dengeli olan yana açılan köprüler denge yapısına ihtiyaç duymamaktadır (Koglin 2003).

3.2 YANA AÇILAN KÖPRÜLERİN DEZAVANTAJLARI

- i. Özellikle simetrik olan yana açılan köprülerin merkez pivotlarının deniz trafiğinin ortasında bulunması trafik güvenliğine olumsuz etken olmaktadır.
- ii. Kanal genişliğinin yetersiz olduğu yerlerde merkez pivotun oturduğu yapay ada alan kaybına neden olmaktadır.¹

¹ http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_bridge

4. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA KABLO ASKILI KÖPRÜ ÖRNEKLERİ

4.1 NİSSİBİ KABLO ASKILI KÖPRÜSÜ

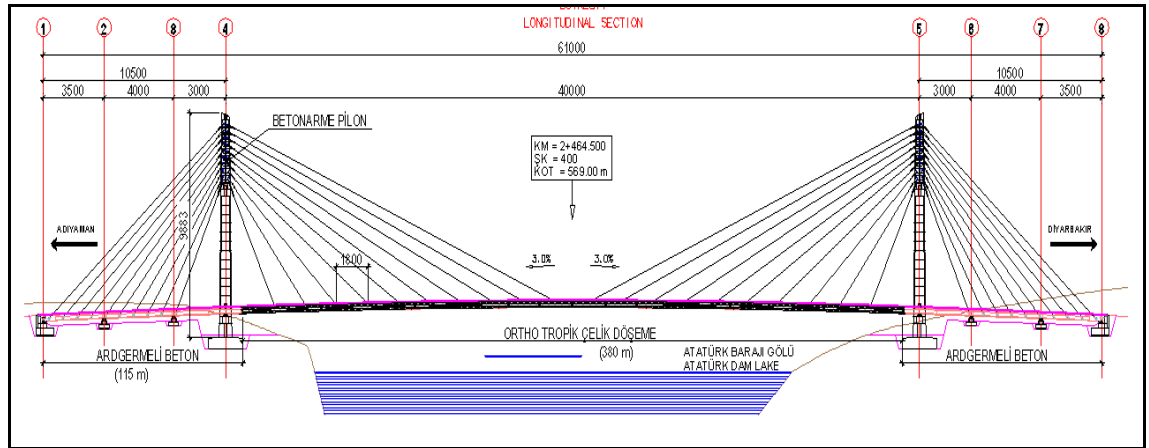
Nissibi köprüsü Atatürk barajında su tutulması sonucu Adıyaman-Kahta-Siverek-Diyarbakır devlet yolunun baraj rezervuarını kestiği noktada yol kesintiye uğramakta ve geçişler feribot marifetiyle gerçekleştirilmektedir. Söz konusu durumu ortadan kaldırmak amacıyla Nissibi Kablo Askılı Köprüsü planlanmıştır. Köprü ihalesine ait proje 29 Kasım 2011 tarihinde tamamlanmıştır.

Baraj gölüne köprü ayağı yapılmasının çok zor ve masraflı olacağı düşüncesi, baraj gölünün büyük açıklıklı bir köprü ile geçilmesini zorunlu kılmış ve bölgenin doğal güzelliği de dikkate alınarak, doğayla uyumlu estetik ve güncel teknolojiye sahip kablo askılı bir köprü'nün tercih edilmesine Karayolları genel Müdürlüğü'nce karar verilmiştir (Kurtman ve Harputoğlu 2011).

4.1.1 Köprü Genel Özellikleri

Şekil 4.1'de görüleceği üzere Nissibi köprüsü 105 m kenar açıklıklarına ve 400 m orta açıklık olmak üzere toplam 610 m uzunluğa sahiptir.

Şekil 4.1: Nissibi köprüsü boy kesiti



Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

Köprüde ters Y tipi 96.8 m yüksekliğinde 2 adet pylon mevcuttur. Köprü üst yapısı 22.90 m genişliğe ve 2.7 m yüksekliğe sahiptir. Köprü kenar açıklıkları ard germeli betonarme döşeme, ana açıklık ise ortotropik çelik döşeme olarak tasarlanmıştır. Üst yapı 10 çift kablo ile pilona taşınmaktadır.

Köprüde kullanılan malzeme özellikleri Tablo 4.1'deki gibidir.

Tablo 4.1: Malzeme özellikleri

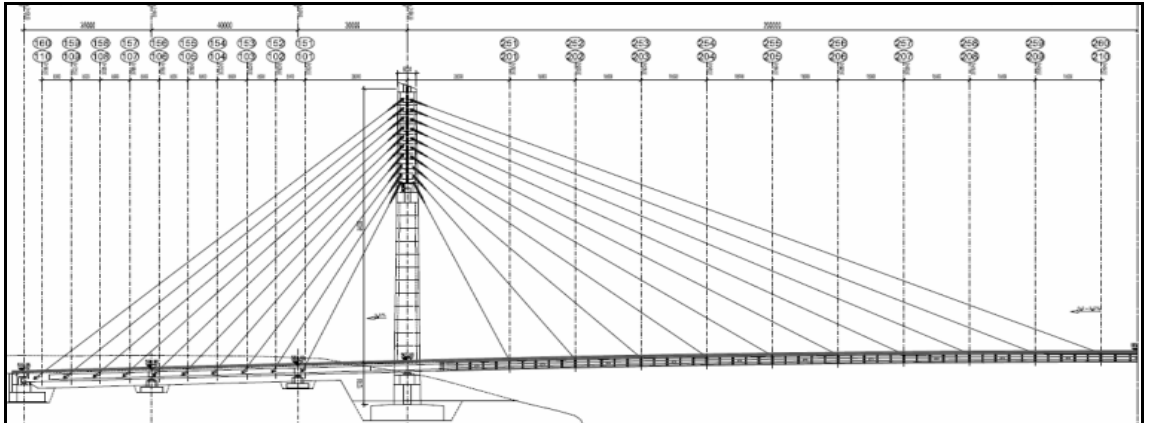
Eleman	Malzeme
Üstyapı Çelik	S355
Üstyapı Beton	C40
Kule	C50
Temeller	C30
Kablo	Gr 1660 / 1860

Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

4.1.2 Kablo Sistemi

Nissibi köprüsünde bütün kablolar kulenin tepe noktasına ankre edilmiş ve bu sayede kabloların taşıma kapasitesinden maksimum düzeyde faydalanılması amaçlanmıştır. Kablo bağlantı şekli olarak harp sisteminin seçilmemesinin nedeni olarak kabloların efektif olarak kullanılamaması ve ekonomik olmayan bir tasarımın oluşması gösterilmektedir. Nissibi köprüsünde “değiştirilmiş fan” olarak adlandırılan kablo yerleşimi kullanılmıştır(Şekil 4.2). Bu sistemde kablolar olabildiğince pilon tepe bölgesine yakın fakat aralıklı olarak ankre edilmiştir. Böylelikle klasik fan sistemi ile harp sisteminin avantajlarından faydalanılması amaçlanmıştır(Kurtman ve Harputoğlu 2011).

Şekil 4.2: Nissibi köprüsü kablo yerleşimi(değiştirilmiş fan sistemi)

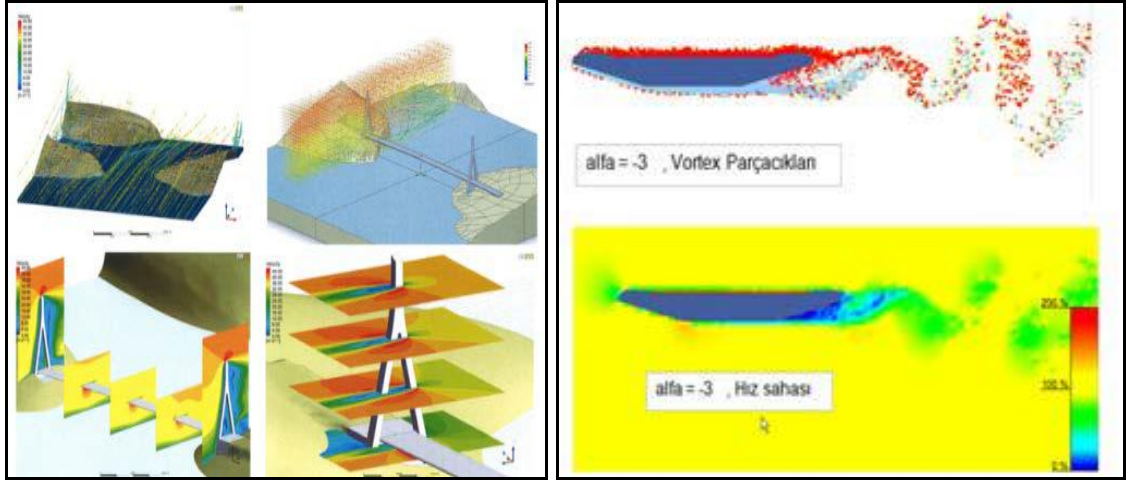


Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

4.1.3 Üstyapı

Üstyapı kesitinin, köprünün tüm davranışını, inşaat yöntemini ve maliyetini çok büyük oranda etkileyen bir elemandır. Seçilen köprü kesitinin aerodinamik özelliklerinin köprü stabilitesini etkileyen önemli unsurlardan biri olması sebebiyle köprü modeli rüzgar tüneline test edilmiştir. Ayrıca köprü tasarımında kesitin aerodinamik özellikleri CFD (Computational Fluid Dynamics) yöntemiyle analiz edilmiş; çekme, kaldırma ve döndürme katsayıları elde edilmiştir. Bu katsayılar kullanılarak köprüyü rezonansa getirecek kritik rüzgar hızı tespit edilmiştir (Kurtman ve Harputoğlu 2011). Rüzgar testlerine ait görüntüler Şekil 4.3'te görülmektedir.

Şekil 4.3: Rüzgar analizi – arazi modeli (a) , kesit modeli (b), rüzgar tüneli testi (c)



(a)

(b)

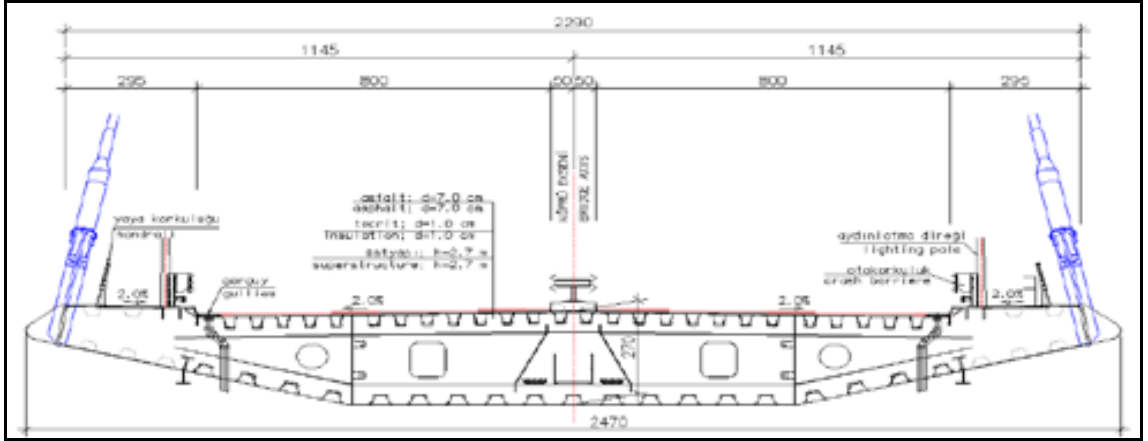


(c)

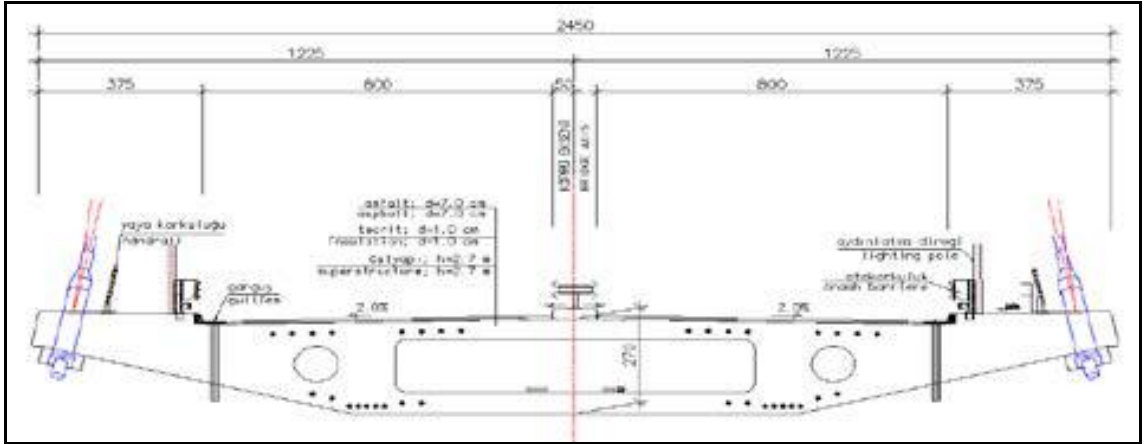
Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

Nissibi köprüsünde ana açıklıkta ortotropik çelik, kenar açıklıklarda ise öngerilmeli beton kutu kesit kullanılmıştır (Şekil 4.4).

Şekil 4.4: Ortotropik en kesit (a), betonarme kutu kesit (b)



(a)



(b)

Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

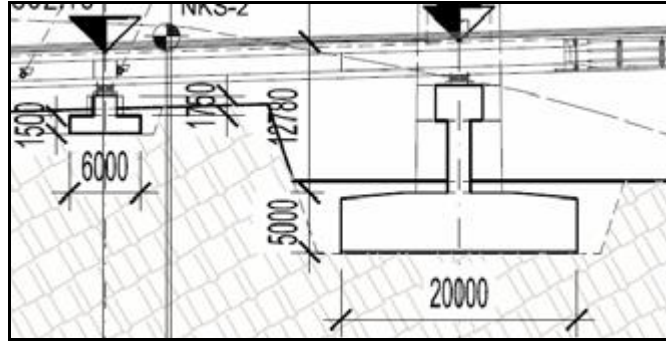
Köprü ana açıklığında ortotropik çelik kesit tercih edilerek hem ana açıklığın hafiflemesi dolayısıyla kablo kesitlerinin azalması hem de yüksek burulma rijitliği sayesinde rüzgarda oluşabilecek stabilite problemlerinin ortadan kalkması amaçlanmıştır. Kenar açıklıklardaki beton kutu kesit ise köprünün dengelenmesi açısından ters ağırlık olarak kullanılmıştır (Kurtman ve Harputoğlu 2011).

Nissibi köprüsünde bütün kablolar kulenin tepe noktasına ankre edilmiş ve bu sayede kabloların taşıma kapasitesinden maksimum düzeyde faydalanılması amaçlanmıştır. Kablo bağlantı şekli olarak harp sisteminin seçilmemesinin nedeni olarak kabloların efektif olarak kullanılamaması ve ekonomik olmayan bir tasarımın oluşması gösterilmektedir. Nissibi köprüsünde "değiştirilmiş fan" olarak adlandırılan kablo

4.1.5 Temeller ve Mesnetler

Zemin profilinin yüzeyden itibaren Gaziantep formasyonuna ait kireçtaşı türü kaya birimlerince oluşması nedeniyle temeller yüzeysel temel olarak tasarlanmıştır. Statik durum için zemin emniyet gerilmesi 1000 kPa olarak hesaplanmış ve temel tasarımı Şekil 4.6'da görüleceği üzere $50^m \times 20^m \times 5^m$ ebatlarında tasarlanmıştır.

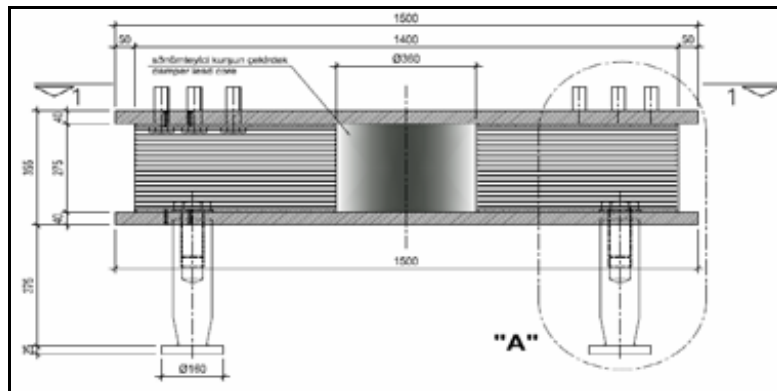
Şekil 4.6: Köprü temel kesiti.



Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

Köprünün kule, kenar açıklık ayakları ve kenar ayağında kurşun çekirdekli kauçuk mesnetler kullanılmıştır. Mesnet çapları 1200mm ile 1600mm arasında değişmektedir. Kurşun çekirdekli mesnetler bilinen elastomer mesnetler ile içine bir kurşun silindirin yerleştirilmesinin kombinasyonudur. Elastomer mesnet temelde destekleme ve yeniden-merkezleme fonksiyonunu üstlenirken, kurşun çekirdek (Şekil 4.7) etkili enerji sönmülmesini sağlamaktadır (Kurtman ve Harputoğlu 2011).

Şekil 4.7: Kurşun çekirdekli mesnet.



Kaynak: Kurtman ve Harputoğlu (2011)

4.2 MİLLAU KABLO ASKILI KÖPRÜSÜ

Millau viyadüğü Fransa’da Millau kasabasının 5 km batısında yer almaktadır. Millau Viyadüğü, Tarn nehri üzerinde kuzeyde Causse Rouge ile güneyde Causse Larzac’u birbirine bağlamaktadır (Buonomo ve diğ. 2004).

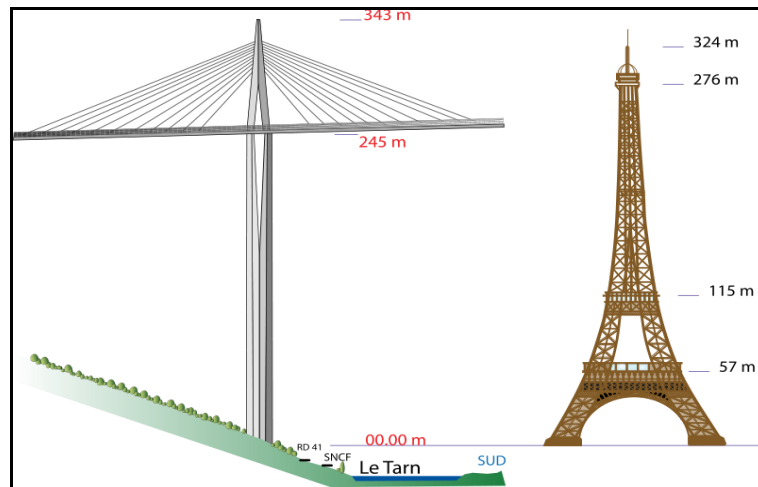
İnce iskeleleri, hafif döşemesi ve vadiye sadece 7 noktada temas eden çoklu kablo payandalı bu viyadük, estetik açıdan hoş bir yapı ortaya koymak amacıyla tercih edilmiştir (Buonomo ve diğ. 2004).

Fransa hükümetinden imtiyaz sahibi EIFFAGE şirketi tarafından inşa ve finanse edilen Millau Viyadüğü 320 milyon euro maliyete sahiptir. Viyadükün finansı, tasarımı, inşası, işletme ve bakımı için gerekli imtiyaz Fransa hükümeti tarafından Eiffage Du Viaduc De Millau şirketine 10 Ekim 2001 tarihinde resmi gazetede yayımlanan bir kararname sayesinde sağlanmıştır. İmtiyaz hakkı 75 yıl içindir.

2001 yılında başlayan inşaat çalışmaları 2004 yılında tamamlanmış ve 14 Aralık 2004 tarihinde açılış töreni gerçekleştirilmiştir. Köprü açılış töreninden iki gün sonra araç trafiğine açılmıştır.

İnşaat mühendisi Michel Virlogeux ve Mimar Norman Foster tarafından tasarlanan Millau Viyadüğü dünyanın üzerinden taşıt geçen en yüksek köprüsü ünvanına sahiptir. 343 metre yüksekliğe sahip olan köprü bu haliyle Şekil 4.8’de de görüleceği üzere Eiffel Kulesi’nden daha yüksektir.

Şekil 4.8: Millau viyadüğü ve eiffel kulesi.



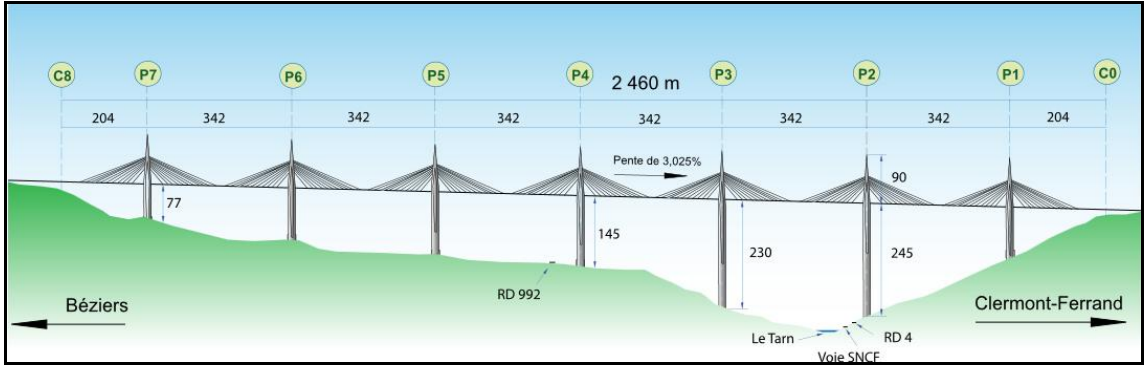
Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Millau_Viaduct

4.2.1 Köprü Genel Özellikleri

Millau viyadükünün toplam uzunluğu 2460 m'dir. Planda yarıçapı 20.000 m olacak şekilde hafifçe kavis yapan köprü, kuzeyden güneye doğru % 3,025 eğime sahiptir(Buonomo ve diğ. 2004).

Şekil 4.9'da görüleceği gibi köprü 8 açıklığa sahiptir. Uçlardaki açıklıkların her biri 204 m, altı adet merkez açıklıkların her biri ise 342 m'ye sahiptir.

Şekil 4.9: Millau viyadüğü boy kesiti.

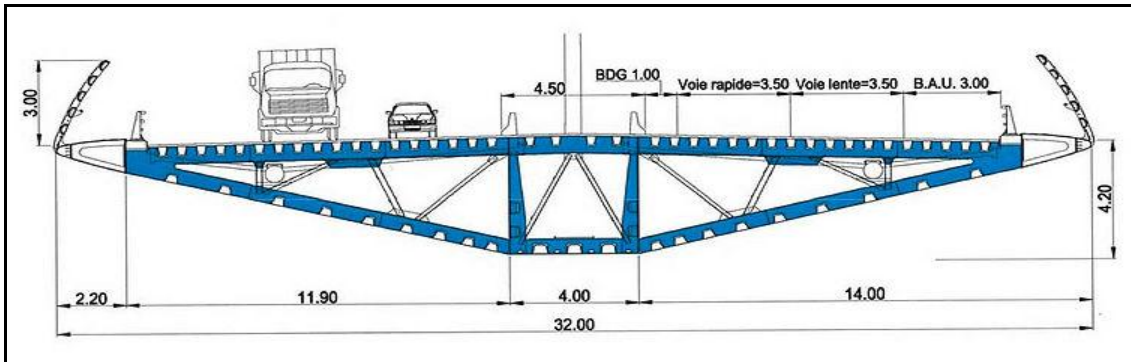


Kaynak: <http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Viaduc-Millau-Elevation.svg>

Köprü çift şerit gidiş ve çift şerit geliş olmak üzere toplam 4 şerite sahiptir. Tabliye genişliği 32.00 m'dir. Köprü tabliyesinde merkezi noktada 4,50 m'lik bir boşluğa sahiptir. Bu bölge kabloların tabliyeye ankre edildiği bölgedir (Buonomo ve diğ. 2004).

Köprü tabliyesinin kenarlarında Şekil 4.10'da görüleceği üzere kullanıcıların yan rüzgarlardan olumsuz etkilenmemeleri amacıyla 3.00 m yüksekliğinde güvenlik perdeleri oluşturulmuştur.

Şekil 4.10: Millau viyadüğü en kesiti.



Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

4.2.2 Köprü Payandaları(Ayaklar)

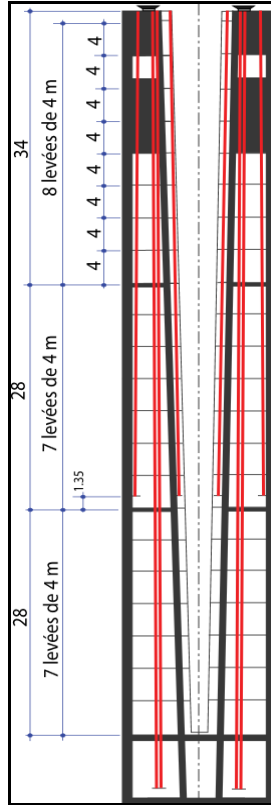
Millau Viyadüğünde toplam 7 adet payanda bulunmaktadır. Payandaların yerden yükseklikleri Tablo 4.2'deki gibidir. P2 payandası 244.96 m ile en yüksek payandadır.

Tablo 4.2: Payanda yükseklikleri

Payanda Numarası	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Yüksekliği	94.501 m	244.96 m	221.05 m	144.21 m	136.42 m	111.94 m	77.56 m

Kaynak: http://en.wikipedia.org/wiki/Millau_Viaduct

Şekil 4.11: Millau viyadüğü payandasında son 90.00 m.



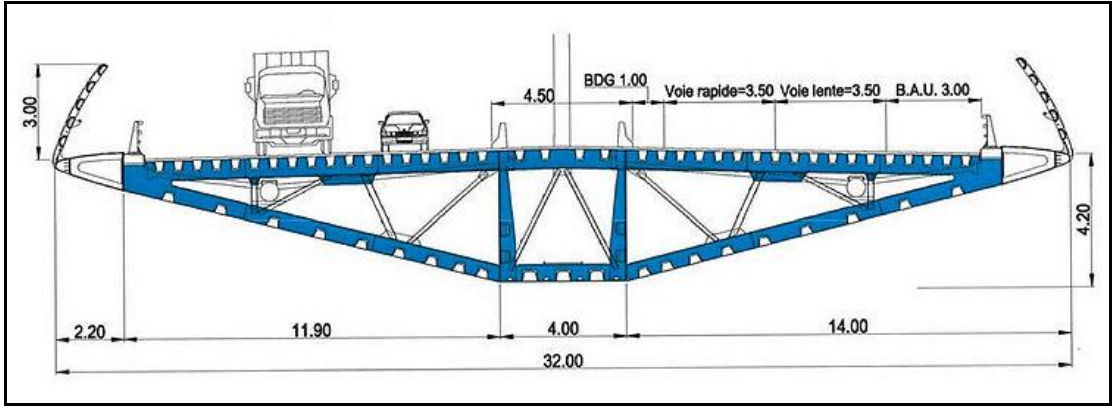
P2 ve P3 payandaları dünyanın en yüksek taşıyıcı kolonları olarak kabul edilmektedir. Payandalar tabliye kotundan yaklaşık 90 m aşağısına kadar tek parça olarak yükselmiş ve son 90.0 m'yi çatallaşarak 2 parça halinde tamamlamıştır(Şekil 4.11). İki parçaya

ayrılan payandaların her bir ucunda 2 adet mesnet oluşturulmuş ve payanda başına 4 adet mesnet ile döşemenin payandalara etkin bir şekilde oturması sağlanmıştır.

4.2.3 Köprü Döşemesi

Döşeme trapez profile sahip ortotropik bir döşemedir. Şekil 4.12’de görüleceği üzere döşemenin maksimum yüksekliği 4.2 metredir. Döşeme 12-14 mm sactan yapılmış metal kutu kirişlerden ibarettir. Yorgunluğa direnç sağlamak için, trafik yükü altındaki şeritlerinde 14 mm’lik kalınlığındaki saclar kullanılmıştır. Bu kalınlık pylonların etrafında arttırılmıştır (Buonomo ve diğ. 2004).

Şekil 4.12: Döşeme kesiti.



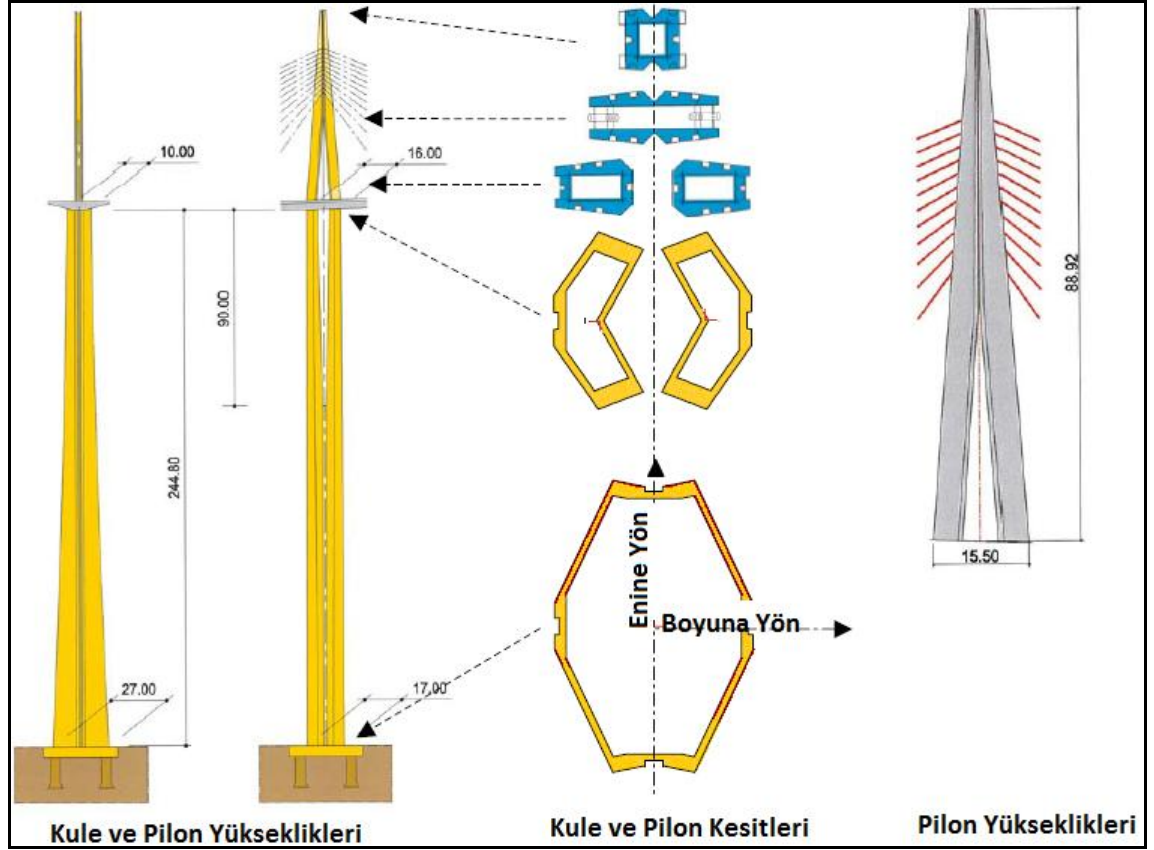
Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

4.2.4 Köprü Pilonları

Döşemede yer alan pilonlarda; merkezi kutu kiriş perde sacları ile pilon ayaklarının duvarlarında boylamsallık, süreklilik sağlanmıştır. Eninelik ve sabitlik her bir payanda bacasında ki mesnetleri kapsayan bir çerçeve tarafından sağlanmaktadır. Pilon ayakları 38 m yüksekliğinde, sertleştirilmiş iki adet metal kutu kirişten oluşturulmuştur. Toplam yüksekliği yaklaşık 89 m olan pilonların son 17 m’si yapısal özellikte olmayıp sadece estetik özelliktedir.

Millau Viyadüğüne ait kule ve pilonlara ait tipik yükseklik ve kesitler Şekil 4.13’de görüldüğü gibidir.

Şekil 4.13: Kule ve pilon kesit ve yükseklikleri.



Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

4.2.5 Köprü Kabloları

Her pylon 11 çift kablo ile tabliyeyi desteklemektedir. Kablolar döşemedeki merkezi boşluktan geçen aks boyunca 12.51 m düzenli aralıklarla yapıdaki kıvrımı takip edecek şekilde döşemeye ankrajlanmıştır (Buonomo ve diğ. 2004).

Kablolar süper galvanizli, kılıflı ve mumlu olan 1,860 Mpa sınıf T 15 iplikçiklerden oluşmaktadır(Şekil 4.14). Kablolar beyaz PEHD'den imal edilmiş olan bir kılıf ile korunmuştur. Bu kılıf kabloları UV ışınlarına, yağmura ve rüzgara karşı korumaktadır.

Şekil 4.14: Millau viyadüğünde kabloların genel görünüşü.



Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

4.2.6 Köprü İnşaatı

Millau Viyadüğü itme sürme yöntemi ile inşa edilen bir kablolu köprüdür. Köprüye ait tabliyeler köprünün her iki ucunda bulunan köprü bitiş noktalarında montajı gerçekleştirildikten sonra özel bir hidrolik sistem yardımı ile bölüm bölüm itilmiş ve ondan sonra sıradaki tabliye imalatına geçilmiştir. İşlem tabliyelerin her iki uçtan itilerek birleştirilmesine kadar sürmüştür (Şekil 4.15).

Şekil 4.15: Hazırlanan ilk pilon ve itme sürme işlemi.



Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

İtme sürme yöntemi öncesinde mevcut bulunan 7 adet kalıcı payandaya ilaveten 7 adet çelik geçici payanda imal edilmiştir. Bu geçici payandalar köprünün tamamlanmasından sonra sökülmüştür.

Köprüye ait pylonlardan iki tanesi hariç diğerleri tabliyelerin orta bölgede birleşmesinden sonra yerine getirilerek montajı gerçekleştirilmiştir.

Şekil 4.16: Son itme sürme işlemi öncesi genel görünüş.



Kaynak: Buonomo ve diğ. (2004)

4.3 YENİ GALATA BASKÜL KÖPRÜSÜ

4.3.1 Proje Çalışmaları ve İhale Aşaması

17.03.1982 tarihinde İstanbul Belediyesi ile Karayolları 17.Bölge Müdürlüğü bir protokol yaparak, karayolları 17. Bölge Müdürlüğü'nün yeni bir köprüyü ve Karaköy ile Eminönü Meydanlarının İstanbul Belediyesi adına düzenlenmesine karar vermişlerdir. Söz konusu işin yapılabilirlik etüdü, mühendislik ve kontrollük hizmetleri Türk ortaklı bir İngiliz firmasına verilmiştir (Özen 2011).

Bakanlar Kurulu'nun 25.04.1984 tarihli kararı ile 17.07.1985 günü yapılan ihalede verilen teklifler kredi şartları da göz önünde tutularak değerlendirmeye tabi tutulmuş ve sonuçta orijinal teklifi uygun bulunan ve aynı zamanda, bu teklifinden de düşük fiyatla ve kazıklar üzerinde sabit köprü alternatifi getiren Sezai Türkeş Feyzi Akkaya İnşaat A.Ş.-Thyssen Engineering GmbH Konsorsiyumuna ihale edilmiş ve sözleşme 27.01.1986 tarihinde imzalanmıştır (Özen 2011).

Şekil 4.17’de eski Galata köprüsü ile inşaatı devam eden yeni köprü görünmektedir.

Şekil 4.17: Eski Galata köprüsü ve Yeni Galata köprüsü inşaatı.



Kaynak: T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 17.Bölge Müdürlüğü

4.3.2 Zemin Özellikleri

Deniz ve karada yapılan zemin araştırması çalışmalarında deniz sondajlarında su derinliği maksimum 40 m, kara sondajlarında da arazi kotu ortalama +1.50 m olarak tespit edilmiştir. Her iki kıyıda meydanları oluşturan dolma zemin Haliç’te -40 ile -48 m arasındaki bir tabaka meydana getirmiştir. Denizde, bu tabakanın üzerinde derinliği 16 metreyi bulan Haliç çamuru bulunmaktadır. Bu yumuşak-katı kil tabakası altında -76 m ile -88 m arasında yaklaşık 12 m kalınlığında bloklu iri, sağlam kireçtaşı, diyabaz ve kumtaşı tabakası altında ana kaya olarak kumtaşı bulunmaktadır. Eminönü’nde -62.50 m, Karaköy’de -34.80 m, Haliç ortasında ise -87.0 m kotunda kumtaşına girilmektedir. Bu tabaka içerisinde -96.6 m’ye kadar inilmiştir (Özen 2011).

4.3.3 Kazıklar

St 52.3 (DIN 17100) kalitesinde, 20 mm et kalınlığında saçtan 2 m çapında bükülen ve boyları 80 m olan kazıkların 92 adeti kapalı uçlu kazık olup Delmag D.100 dizel çekiç ile çakılmıştır.

Şekil 4.18: Yükleme deneyi.



Kaynak: Özen (2011).

Karaköy tarafındaki fay hattının diğer tarafında yüzeye yakınlaşmış kumtaşı tabakasına çakılan 22 tanesi de açık uçlu olarak projelendirilmiştir. Servis yükü 1200 ton'dur. 1200 tonda toplam oturma 60 mm, bu yükte kalıcı oturma 6 mm olarak hesaplanmıştır. Oturmalar, servis yükünün 1.5 katı için 100 mm ve 10 mm olarak projelendirilmiştir. Kazıkların taşıma güçleri bloklu çakıda 3845 ton, kumtaşında 1891 ton olarak hesaplanmıştır. Dört ayrı kazık 1800 ve 200 ton ağırlık ile düşey yükleme testlerine tabi tutulmuş ve beklenilenden çok daha iyi bir performans göstermişlerdir. Yükleme deneyi yapılışı Şekil 4.18'de görülmektedir.

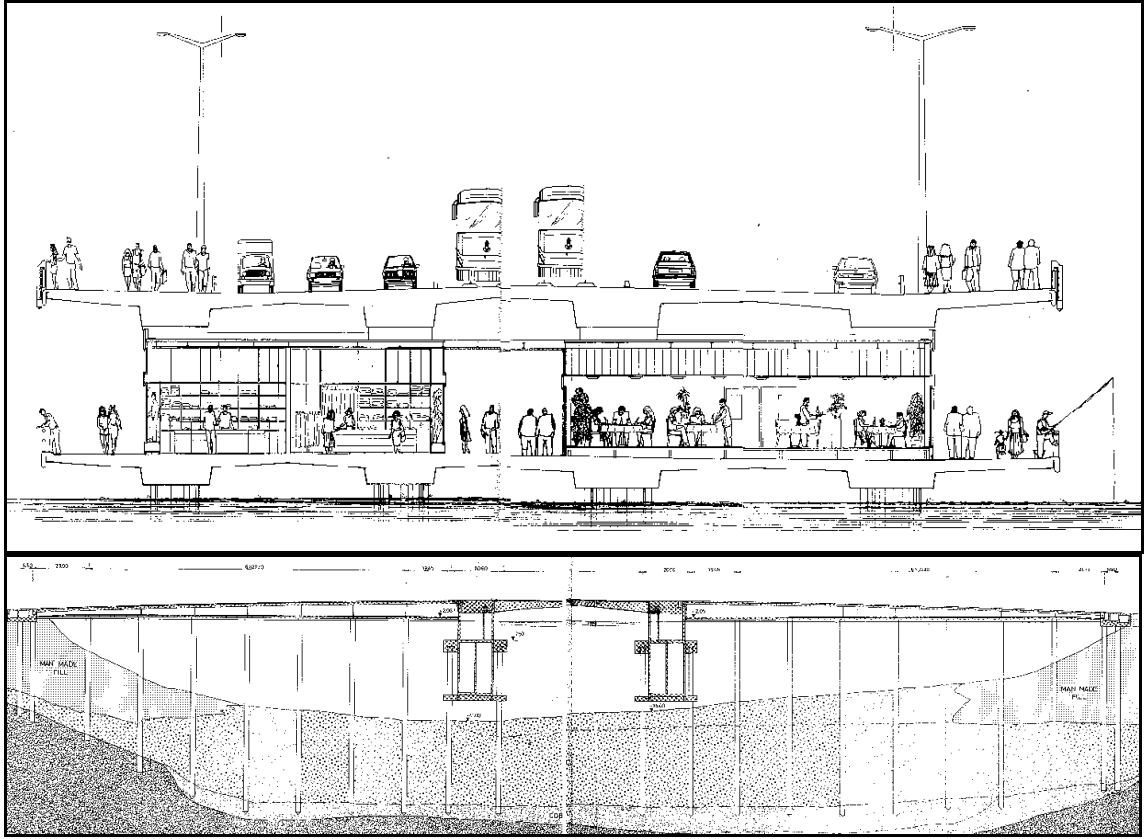
Bununla birlikte Haliç kilinin beklenilenden değişik davranış göstermesi ve silt tabakaları içinde boşluk suyu basıncının artarak çakım esnasında güçlükler çıkarması sebebiyle kazık çakım faaliyetleri uzamış, kapalı uçlu kazıkların çakım metodu olarak aralarında dinlenme periyotları bulunan bir dizi, bekletilerek çakım yapılmasının zarureti hasıl olmuş ve istenen refü kriteri bu şekilde sağlanmıştır.

4.3.4 Yaklaşım Köprüleri Alt ve Üst Tabliyeler

42 m genişliğinde olan yaklaşım köprüleri Eminönü yakasında 191.40 m ve Karaköy yakasında 193.65 m uzunluğuna sahiptir. Köprü alt ve üst tabliye olmak üzere iki katlı olarak dizayn edilmiştir. Sekizer adet açıklıklar mütemadi ve eşit 22.3 metrelik enine ve boyuna ön germeli plaklardan teşkil edilmektedir (Özen 2011).

Yeni Galata köprüsünün en ve boy kesitleri Şekil 4.19’da görüldüğü gibidir.

Şekil 4.19: Yeni Galata köprüsü en ve boy kesiti.



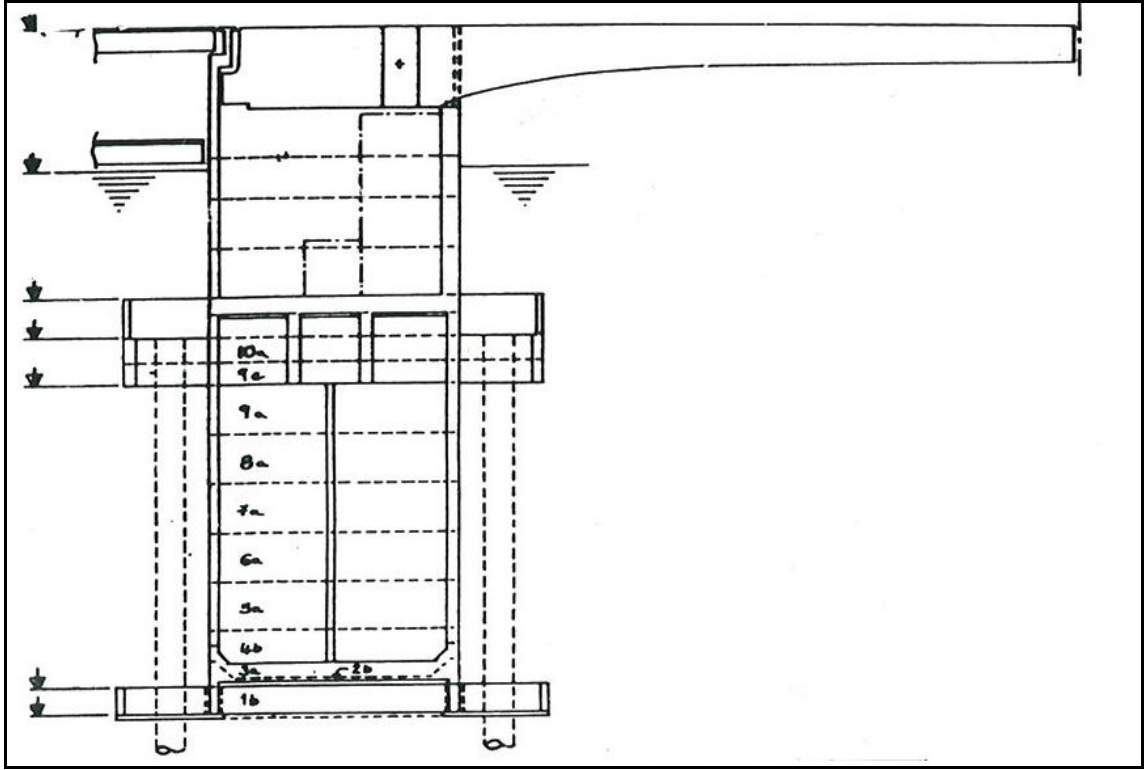
Boğaz tarafında 7.7 m ve Haliç tarafında 5.5 m yaya kaldırımları bulunan üst tabliyenin önemli bir özelliği ileride hafif raylı geçişe tahsis edilmek üzere köprü ortasında ki iki şeritin ayrılmış olması ve statik hesaplarının bu provizyona göre yapılabileceği idi. Nitekim, bugün mevcut olan Hafif raylı Sistem sonradan bu şekilde köprü üzerinde tesis edilebilmiştir. Alt tabliye üzerinde yaratılan hacim ise tamamen yaya kullanımına açık olarak 6400 m²'lik dükkan, restaurant ve alış-veriş merkezleri ile köprü projesinin büyük ölçüde rantabl olmasını

sağlayacak kira gelirlerinin Belediyeye temin edilmesinde bir vasıta teşkil edecek şekilde planlanmıştır. Günümüzdeki hali ile de eski köprünün gördüğü sosyal fonksiyonları daha üst seviyede yerine getirmektedir.

4.3.5 Baskül Köprü Ayakları-Kesonlar

Yeni Galata Köprüsü Haliç'in ağzında yattığından limana giren ve çıkan gemilerin geçebilmelerini sağlamak üzere açılır-kapanır Baskül Köprü ile 80 metrelik bir açıklık temin edilmiştir. Baskül köprü kanatları bu açıklığın iki tarafında teşkil edilen Eminönü ve Karaköy kesonları üzerine monte edilmişlerdir (Özen 2011). Tipik keson kesiti Şekil 4.20'de görülmektedir.

Şekil 4.20: Baskül köprü tabliye ve keson enkesiti.



Kaynak: T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 17.Bölge Müdürlüğü

Baskül köprü kesonları bilahare verilen ilave iş emri ile 800 tonluk bir geminin 2.5 m/sn hızla çarpması esaslarına uyularak yeniden projelendirilmiştir.

Bu çarpma gücünün hesaplanması için "Nordic Road Council Regulations for Ship Impact" kullanılmıştır.

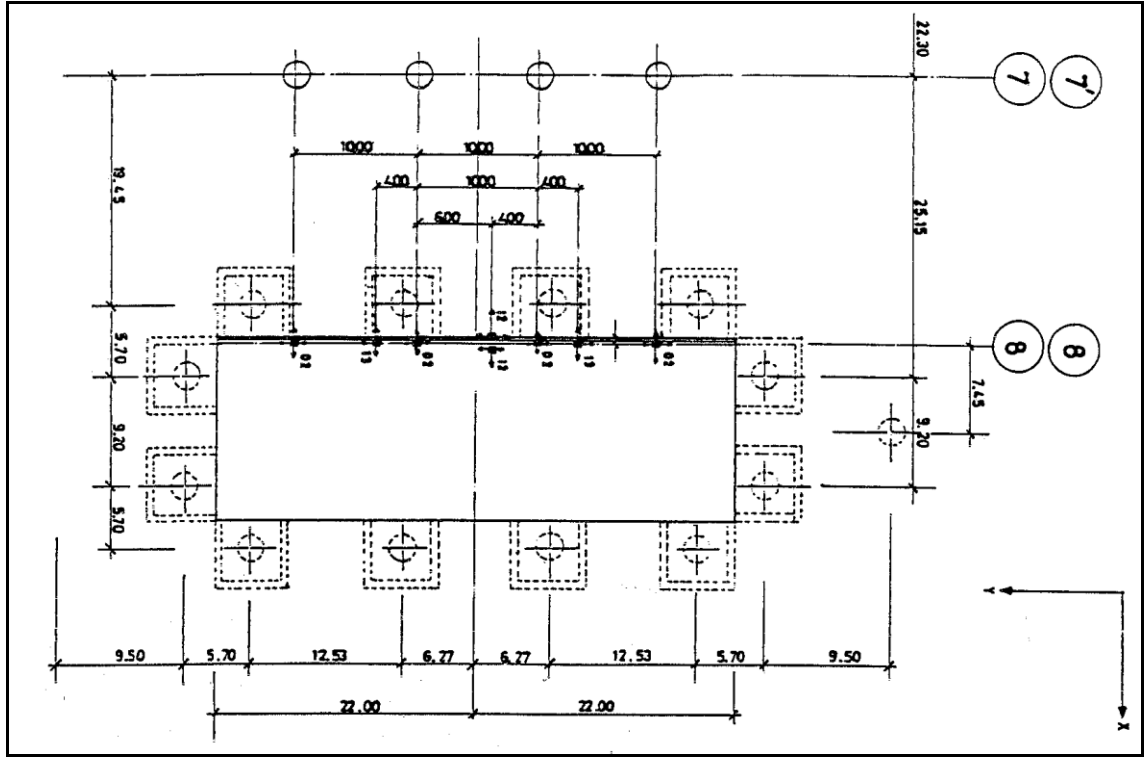
$$P(\text{KN}) = 500 \cdot V \cdot dwt = 500 \cdot 8000 \cdot 1.05 = 40.000 \text{ kN} \quad (4.1)$$

Çarpma neticesi kesonun üst ve alt haznelerine su girme hali de göz önüne alınmıştır. “En kötü hal senaryoları” metodu ile de projelendirme tamamlanmıştır.

Projelendirmede iki çelişkili şart dikkate alınmak durumunda idi:

- Gemi çarpmasını karşılayabilmek için “stiff” olmak;
- Deprem şartları için “flexible” olmak.

Şekil 4.21: Keson yapısının oturduğu kazıklar.



Kaynak: T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 17.Bölge Müdürlüğü

Bu da tabanı -33.0 m'ye inen, -13 m ile -7.5 m'de oturduğu 12 kazığa sabitlenen ve -32.0 m'de elastik olarak mesnetlenen, 44m*15.6m*43m ebatlarında içi boş bir beton keson yapısı ile gerçekleştirilmiştir. Keson yapısının oturduğu kazık grubu Şekil 4.21'de görülmektedir.

Projelendirmede kullanılan kavram şu sıralamaya dayanmaktadır. Kazıkların önceden çakılmasından sonra kazık sıralarının içinde kalan mekanda keson betonarmesinin 3m'lik safhalar halinde, suyun içinde kalan kısım için doğan suyun kaldırma

kuvvetinin de kullanılarak, ağır kaldırma-indirme (heavy lifting-lowering) sistemi vasıtası ile kontrol edilmesi yöntemleri ile inşa edilmiştir. Sözü geçen keson indirme sistemi, çakılan keson kazıklarına +10m kotuna kadar geçici ilave parçalar eklenerek, bunlar üzerine teşkil edilen çelik platform üzerine yerleştirilmiş 60 adet hidrolik kriko ve bunlara senkronize şekilde kumanda eden kontrol ünitesinden teşkil edilmiştir (Özen 2011).

Şekil 4.22: Karaköy baskül köprü kesonu genel görünüşü.



Kaynak: Özen (2011).

Aynı zamanda keson taban betonarmesinin inşası için kaldırma platformunun altında kazıklar üzerinde geçici mesnetler inşa edilmiştir. Karaköy kesonu Şekil 4.22’de görünmektedir.

Esas taşıyıcı bölge olan -7.5m ve -13.0m arasında çok yoğun donatı gerekmiştir. Bu bölgede öngerme kullanılarak donatı miktarı azaltılmıştır. Yine de 500 kg/m^3 yoğunluğunda donatı konulmuştur. Kazıkların fazla yüklenmesini ya da ilave kazık gereksinimini önlemek için kesonların içi boş bırakılmıştır. 35t/m^2 su basıncına maruz kalan keson duvarları normal betonla su geçirimsiz olarak imal edilmiştir. Ayrıca en fazla 0.2 mm çatlak hedef alınarak ilave donatı konulmuştur. Hiçbir sızıntı olmayan yapıda -30.0m’de keson dibine kuruda inmek mümkündür. Keson kazıkları B35 tremi betonu ile doldurulmuştur. Üst kısımları donatılıdır ve kompozit kazık olarak projelendirilmiştir.

Keson taban betonarmesinin teşkil edilen geçici mesnetler üzerinde inşası sırasında alt tabliyeyle birlikte kazıkların etrafı boyunca betonarme kelepçeler de inşa edilmiştir. Hem gemi çarpma hem de depremde doğacak yükleme durumlarında ki dinamik tesirlerin azaltılması için bu kelepçelerle kazıklar arasına özel dizayn kayar durumda mesnetler yerleştirilmiştir. On iki kazığın her birinde dört adet 220 ton dizayn yükü olan bu mesnetler kesonun tamamlanması ile -31 m kotunda durmaktadır.

Yapının tabanının, yukarıda izah edilen şekilde safhalar halinde suya indirilmesi ve amaçlanan konumuna gelmesi ile kazıklar sırası ile grup grup kaldırma/indirme çerçevesinde serbest bırakılmış ve ufak batır dolar içerisinde suyun altında -10 metrede nihai seviyelerinden kesilmiştir. Kaldırma çerçevesinden kazıklara tam yük aktarımı için bu seviyede betonarme bağlantılar inşa edilmiştir.

Baskül çelik kanatlarının ana mesnet ve kilit mekanizmalarını taşıyan üst keson yapısı iç ve dış duvarları inşası takip eden aşama olmuştur.

4.3.6 Baskül Köprü Çelik Kanatları

Yeni Galata Köprüsü'nün ortasında kalan 80 metrelik net açıklık çelik konstrüksiyon olarak imal edilen, ikisi Eminönü kesonuna, diğer ikisi Karaköy kesonuna menteşelerle bağlanmış dört adet Baskül kanatla birleştirilmiştir. Köprü açılmak istendiğinde mevcut hidrolik ve elektromekanik sistemler ile kanatlar, senkronize şekilde, 3.5 dakikada menteşelerin eksenine etrafında dönerek yukarı doğru açılıp deniz trafiğine imkan sağlamaktadır (Özen 2011).

Baskül kanatların genişliği Boğaz tarafında 21.8m, haliç tarafında ise 19.8m'dir. Her bir Baskül Kanat iki boyuna ana giriş tarafından taşınmaktadır. Bu ana girişler üzerinde üzerinde 14 adet enine giriş mevcuttur. Ortotropik tabliye elemanları ve rijitleme (Kaburgalar) elemanları bu taşıyıcı sistemin üzerinde yer almaktadır. Köprü çelik tabliyesi Şekil 4.23'te görülmektedir.

Baskül kanatların projelendirilmesi aşamasında yükleme analizleri Alman SLW 30/30'a göre yapılmıştır. Kanatların imalatı aşamasında ise yine tamamen DIN normları uygulanmıştır.

Kanatların çelik konstrüksiyon imalatı köprü şantiyesinden yaklaşık 40 km mesafedeki Pendik'teki atölyede St 52.3 kalitesindeki 1710 ton sac kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ana kirişler, orta ve yan kısımlar, bazılarının ağırlığı 30 ton'a varan parçalar halinde imal edildikten metal grid ile SA 2.5 kalitesinde raspa edilerek boyanmıştır.

Şekil 4.23: Baskül köprü tabliyesi.



Kaynak: Özen (2011).

Bu parçalar bir araya getirilip hassas ölçümlerle montajı yapılmış ve kanatlar imal edilmiştir. Her bir kanat yaklaşık 450 ton'dur.

Tamamlanan kanatlar sahada raylar üzerinde taşınarak, 15000 ton taşıma kapasiteli dubaya yüklenmiş ve römorkör tarafından çekilerek deniz yolu ile Haliç'teki yerine nakledilmiştir. Şantiyede montaj için hazırlanmış olan kesona yaklaştırılan duba özel hareket kabiliyeti ile baskülü milimetrik hassasiyetle yerine otururken, gerdirme çubukları ve krikolar vasıtası ile yük dubadan alınarak tamamen keson üzerine bindirilmiştir (Özen 2011).

Kanatların ağırlık dengelemesi için de barit kullanılarak hazırlanan 3.5 t/m^3 yoğunluğundaki özel beton konturpua oluşturularak sağlanmıştır. $7.3*3.8*9.8 \text{ m}$ abadındaki bu karşı ağırlık betonu kanat taşıyıcı sisteminde özel plakalar vasıtası ile 12-14 no'lu enine kirişlere asılı olup her kanat için yaklaşık 1000 ton'dur.

4.3.7 Hidrolik Sistem

Baskül Köprü açma-kapama işlemi elektro mekanik sistemle kumanda ve kontrol edilen mekanik/hidrolik bir düzenden müteşekkildir. Bu sistem, Eminönü ve Karaköy tarafında ayrı ayrı yerleştirilmiş fakat normal şartlarda tek noktadan kumanda edilmektedir. Tüm

kanatlar otomatik olarak, senkronize şekilde, beraber açılıp kapatılabildiği gibi, yarı otomatik olarak tek tek de işletilebilmektedir. Ayrıca manuel olarak işletilen bir ‘‘Emergency’’ modda bulunmaktadır.

Her iki tarafta alt tabliye üzerinde birer hidrolik pompa odası ve her pompa odasında da ikişer adet pompa istasyonu bulunmaktadır. Böylelikle her Baskül Kanadın kendi pompa istasyonu mevcuttur. Bu bölgede yağ tankları, dört elektrik motoru ile dört pompa grubu ve valf istasyonu vardır. Pompalar 180 lt/dk ve 300 bar basabilmektedir. Her baskül kanatta iki adet olmak üzere toplam sekiz hidrolik silindir baskülleri kaldırmaktadır. Merkezi kilitleme için kanatların ucunda ikişerden sekiz hidrolik silindir, arka kilitleme için de yine sekiz hidrolik silindir daha bulunmaktadır. Baskül kanatlar kapalı iken bu kilit mekanizması otomatik olarak devrededir (Özen 2011).

Pompa istasyonu ile hidrolik silindirler arasında döşenen özel kaynaklı ve özel kaliteli boruların toplam uzunlukları yaklaşık 2 km’dir. Mekanik, hidrolik ve elektrik montaj işlemleri yabancı eksperler kontrolünde tamamen Türk usta ve işçileri tarafından yapılmıştır.

4.3.8 Elektrik, Katodik Koruma ve Drenaj Sistemleri

Elektrik projeleri hem Eminönü hem de Karaköy tarafından şehir şebekesinden enerji alınması ve 10 kV 800 kVA’lık iki trafo merkezi tesisi düşünülerek yapılmıştır. Bilahare, mevcut alt tabliye dükkanların tüm ısınma ve pişirme işlemlerinin de elektrikle yapılmasına karar verilince, trafolar 2*2000 kVA’ya çıkarılıp tesisat da buna uygun şekilde yeniden projelendirilmiştir. Aynı şekilde, 10 kV’luk besleme hatları da iki tarafta 35 kV’luk hatlara çıkarılmıştır.

Köprü kazıklarını koruyan ‘‘Katodik Koruma Sistemi’’nde, altı adet 24 V 600 A trafo doğrultmaç, 31 adet anod, 6 adet referans elektrodu, 6 adet anod dağıtım panosu, 6 adet katod dağıtım panosu ve 5300 m kablo kullanılmıştır.

Köprü drenaj pompa sistemleri ise, keson iç pompaları, dükkan ve kenarayaklar pissu pompaları ve yangın söndürme pompalarından oluşmaktadır.

4.3.9 Mahmuzlar (Cutwaters)

Kesonları gemi çarpmalarına karşı koruyan, çarpma enerjisini büyük deformasyonlar yaparak emebilen, geometrik yapısı eğrisel olan (parabol+daire) 15.60*14.59*5.00m boyutlarında, kesondan bağımsız bir kazığa oturan, keson tarafına demonte edilebilir tip öngerme tendonları ile bağlanan bir yapıdır. Kesonların her iki tarafında olmak üzere dört adettir (Özen 2011).

Şantiyede mevcut imkanalardan yararlanılarak çelik duba üzerinde, Karaköy Kesonunu Haliç tarafındaki havuzlar tarafında inşa edilen mahmuz yapıları da, kesonlarda olduğu gibi Dywidag çubukları ve kriko sistemi ile denize indirilip yüzdürülerek yerine getirilmiş ve monte edilmiştir.

Çelik duba şantiyede mevcut 1.5 m yüksekliğinde 3 adet yapma kirişle birbirine bağlanan ve uçları kapatılmış 15m boyunda sekiz adet köprü kazığı (D 2000mm) ile teşkil edilmiştir. Duba kazıkları ortadan bir sac perde ile ayrılarak, altında kazık içine su alan veya atan 3 inch delik açılan iki ayrı göz haline getirilmiştir. Her gözden ikişer adet hava tesisat borusu çıkmakta ve bunlar dubanın her iki yanında oluşturulan platformlarda toplanmaktadır. Borulara monte edilen vanalar açılarak gözlere su alınmakta, basınçlı hava verilerek de su dışarı atılmakta ve duba, böylece batırılmakta veya su yüzüne çıkarılmaktadır.

Mahmuzun duba üzerinde imalatının tamamlanıp sökülmesini takiben duba bu şekilde batırılıp mahmuz yüzdürülmekte ve monte edileceği yere, yani keson yan yüzüne kadar çekilmektedir. Etrafındaki gözlere su alınarak altındaki çıkıntının keson havuzu yüzünde teşkil edilmiş olan montaj konsoluna oturması temin edilmiştir (Özen 2011).

Kotuna getirilen mahmuzda ön germe bölgesi betonları dökülüp bir aşama sonra da ön germe işlemleri tamamlanarak montaj işlemi tamamlanmıştır.

4.4 YENİ PRAİ YANA AÇILAN KÖPRÜSÜ

Malezya'da Prai nehri üzerinde ki eski 40 yıllık tek hatlı yana açılan köprü(Şekil 4.24) yerine elektrikli çift hatlı bir yana açılan köprü yapımı planlanmıştır. Önerilen köprü 45 m uzunluğunda iki eşit kola sahiptir.

9.1 m genişliğinde ki köprü döşemesi beton plakalı çelik kompozitten yapılacaktır. Köprü merkez pivot şaftının aşağısına yerleşmiş merkez yatağın üzerinde elektrohidrolik bir sistem aracılığı ile döndürülecektir (Patsch ve diğ. 2011).

MMC-Gamuda JV Malezya’da Padang Besar’dan Ipoh’a yeni bir 328 km elektrikli çift hatlı bir demiryolu projesi yürütmektedir. Prai yüzen köprüsü bu proje kapsamında yapılmaktadır. Köprü tasarımı ve inşaatı bu konuda geniş tecrübesi olan Leonhardt Andra und Partner (LAP) tarafından gerçekleştirilecektir.

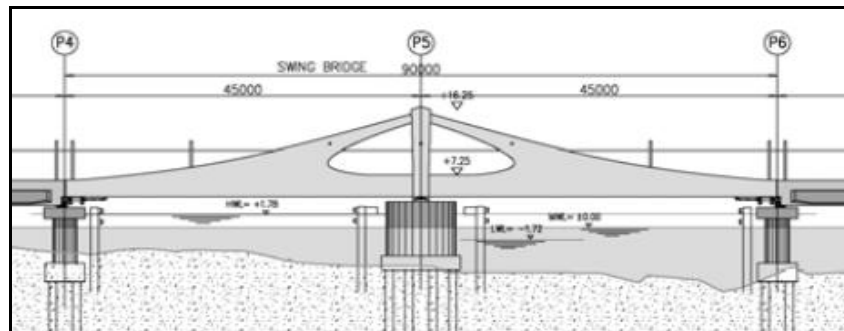
Şekil 4.24: Prai nehri üzerindeki mevcut tek hatlı yüzen köprü.



Kaynak: Patsch ve diğ. (2011).

45 m eşit iki kola sahip olacak olan köprü gemi geçişlerine olanak vermek için 72 derecelik bir açıyla açılacaktır. Köprü Şekil 3.17’de görülen mevcut yüzen köprüye paralel olacak şekilde inşa edilecektir.

Şekil 4.25: Planlanan yeni köprü.



Kaynak: Patsch ve diğ. (2011).

Yapımı planlanan köprü Şekil 4.25’te görüldüğü gibidir.

4.4.1 Prensipler ve Tasarım Kriterleri

Köprü tasarımı gerçekleştirilirken köprünün estetik, ekonomik, inşa edilebilir ve köprü döşeme genişliğinin mümkün olduğunca küçük tutulması ön görülmüştür. Ayrıca; köprünün dayanıklı, bakımı kolay ve gemi seferlerini olumsuz etkilememesi amaçlanmıştır. Tasarım aşaması süresince göz önünde bulundurulmuş diğer özellikler:

- i. Plandaki hizalama düz ve köprü genişliği sabittir.
- ii. Köprü 4.2 m aralıklı iki yeni hattın yerleştirilmesi için tasarlanmıştır.
- iii. Tren tasarım hızı köprüde 60 km/h'tir.
- iv. Yapısal birleşik direkler/makas köprüleri ile yaklaşık 15 m aralıklarla yukarıdan elektriklenmenin (bağlantı kablosu ray üst kotundan 4.6 m) sağlanması.
- v. Balastsız demiryolu doğrudan beton döşemeye sabitlenmiş kompozit traverslerle birlikte kullanılır.
- vi. Trenin raydan çıkması durumunda yapısal elemanlara zarar gelmesini engellemek amacıyla koruma rayları kullanılmıştır.
- vii. Demiryolu yükleri için KTMB Yük Diyagramı A3 (58.3 kN/m'lik bir kuyruk yükü tarafından takip edilen her biri 200 kN'luk 12 akslı lokomotif) esas alınmıştır. Dinamik kuvvetler için BD37/01'in gereksinimleri ile uyumlu olması göz önünde bulundurulmuştur.
- viii. 35 k/s'lik tasarım rüzgar hızı göz önünde bulundurulmuştur.
- ix. 2 knot hızıyla sapan gemilerin 5 MN'luk darbe gücü ile köprünün temel ayaklarına çarpması göz önünde bulundurulmuştur.
- x. Temel ayakları su akışına en az direnç gösterecek şekilde tasarlanmıştır.

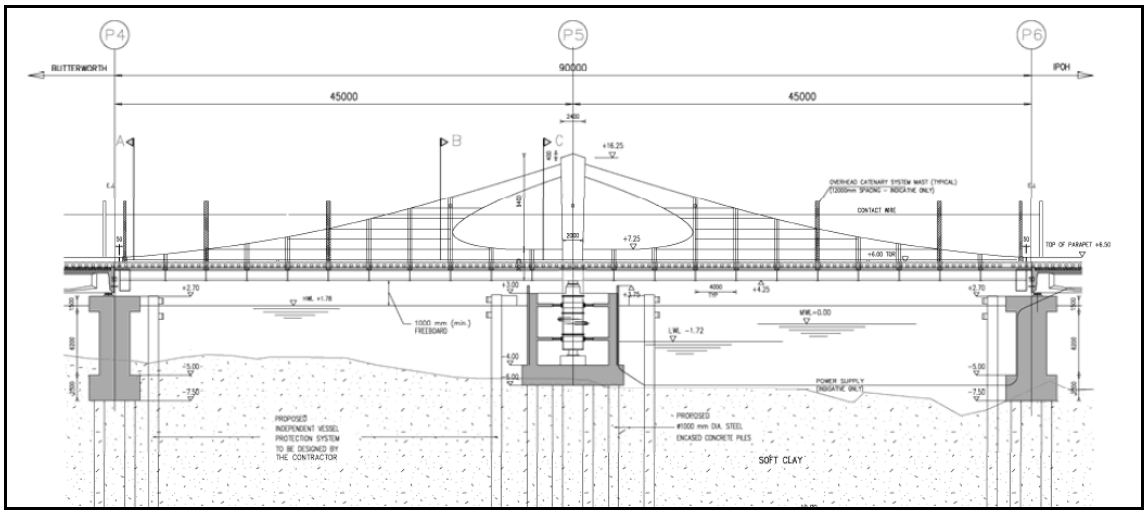
4.4.2 Üstyapı

45 m eşit dengeli konsol kirişler, merkezi bir açıklık ve merkezi bir sütunlu iki dış çelik kanat tarafından desteklenen çelik bir kompozit döşeme levhasından oluşmaktadır. Döşeme 9.1 m genişliğe sahiptir. Çelik kanat bir üst ve bir alt kirişten oluşur ve boyuna ve enine yönde güçlendirmeyi sağlayan derin bir perdeden oluşur. Perde L şekilli parçaların bir serisi tarafından yatay olarak güçlendirilmiştir. 4 m aralıklı ve düzenli çapraz kirişlere sabitlenmiş dikey yönelik T şekilli güçlendiriciler enine sertlik

sağlamaktadır. Estetik sebeplerden dolayı merkez kanatta bir açıklık bırakılmıştır. Bu özellik köprüye özel bir tasarım görünümü sağlamıştır.

Döşeme, beton levha, 4 m aralıklı çapraz kirişler ve rayları destekleyen 2 adet uzunlamasına yerleştirilen çelik profil ile sağlanmaktadır. Düzgün çapraz kirişler I tipindedir ve enine yönde yeterli rijitliğin elde edilmesi amacıyla yaklaşık 1.40 m'lik bir kalınlığa sahiptir. Şekil 4.26'da boy kesiti görünen köprünün eşit iki kolu 45 m uzunluğa sahiptir.

Şekil 4.26: Boy kesit.



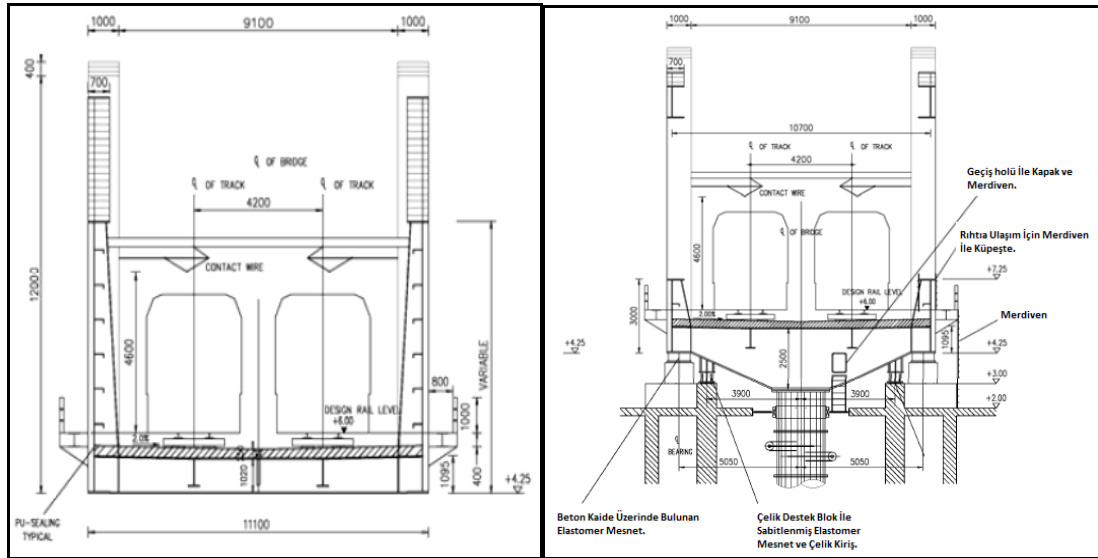
Köprü merkezinde(P5) 2 m genişliğinde kutu tipi merkez kiriş bulunmaktadır. Söz konusu merkez kiriş köprü ekseninde yaklaşık olarak 1.40 m'den 2.75 m'ye kadar enine değişiklik göstermektedir (Patsch ve diğ. 2011).

Köprü merkezinde(P5) 2 m genişliğinde kutu tipi merkez kiriş bulunmaktadır. Söz konusu merkez kiriş köprü ekseninde yaklaşık olarak 1.40 m'den 2.75 m'ye kadar enine değişiklik göstermektedir.

Köprünün dönme hareketini gerçekleştirdiği sürece merkezi kiriş köprü ağırlığını ana makaslardan merkez pivot şaftına aktarmaktadır. Açık pozisyonda köprüye sağlam bir destek sağlayan iki çelik destek bloğu çapraz kiriş alt yüzeyinde köprü eksenine 3.90 m bir aralıkla bağlıdır. Çelik destek bloğun alt tarafı ile beton çember duvar üstündeki herhangi bir eşitsizliği eşitlemek 30 mm kalınlığında elastometrik bir tabaka ile sağlanmaktadır. Bakım ve acil işletme için "kaldırma ve silindiri döndürme" başarısız

olması durumunda köprü herhangi bir ara dönüş pozisyonunda çelik destek blokları üzerine yerleştirilir ve kapalı konuma geri dönebilmektedir. Yardımcı krikolara her birinin kapasitesi 2*200 t olan çelik destek bloklarının her iki tarafında ihtiyaç duyulmaktadır. Rayların altındaki uzunlamasına kirişler çelik kompozit bölmelerden oluşmaktadır. Çelik I kiriş kalınlığı 825 mm'dir. Köprü normal hizmet süresince merkez temel ayağı üstünde bulunan tek sıra yatak düzeni üzerinde desteklenmektedir. Elastomer yataklar demiryolu trafiğinden gelen yükleri kanatlardan direkt beton kaidelere iletmektedir. Her biri 12.5 MN karakteristik bir yüke sahip elastomer yataklar beton kaide üzerinde sabitlenmiştir. Merkez ve ara enine kesit Şekil 4.27'deki gibidir.

Şekil 4.27: Merkez ve ara enine kesit.

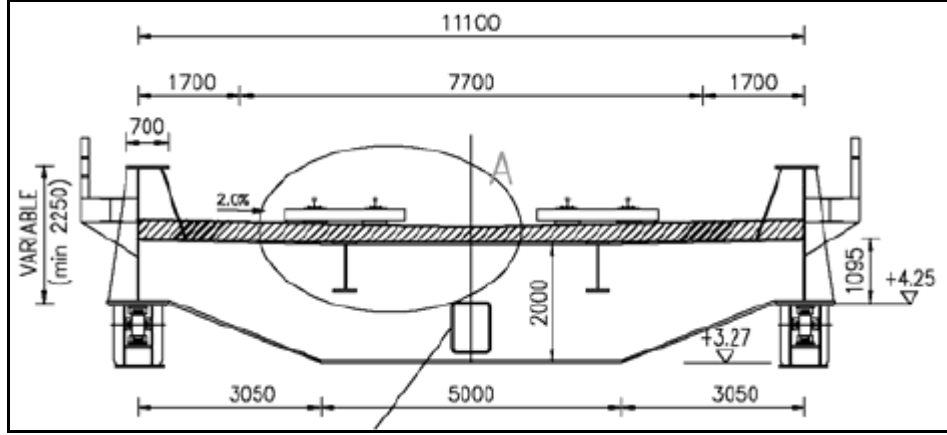


Çelik bir kutudan oluşmakta olan uç enine kirişler her konsol bitiminde bulunmaktadır. Söz konusu kirişin genişliği 1.0 m'dir. Çelik yapı başlıca kompozit çelik levhalardan oluşmaktadır. Çelik yapının korunması EN ISO 12944 standartlarına uyumludur. Beton döşeme 250 – 300 mm arasında değişmektedir ve beton sınıfı C40'tır. Betonarme döşeme ile onu destekleyen çelik ızgara arasındaki aderans çelik saplama elemanlar ile sağlanmaktadır (Patsch ve diğ. 2011).

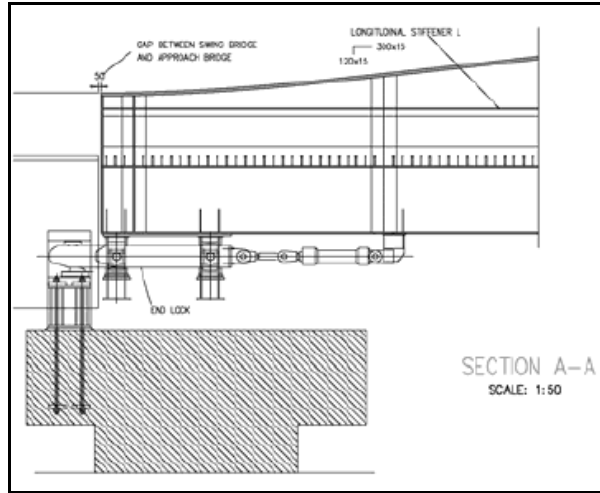
Şekil 4.28'de görüleceği üzere beton üstü %2'lik bir eğime sahiptir ve köprü ekseninde 4.0 m aralıkla drenaj çıkışları oluşturulmuştur. Traversler ankraj civataları ile beton döşemeye sabitlenmiştir. Köprü konsol uçlarındaki kilitler ile sabitlenmektedir (Şekil 4.29). Uç kilitlerin tesbiti için sertleştiricilerin yanı sıra bölgesel olarak daha geniş alt

flanşlar kullanılmıştır. Söz konusu uç kilitler köprü uçlarını merkezler ve dengelemektedir. Ayrıca uç kilitler normal hizmet süresince düşey ve yanal yüklerin aktarılmasında aktiftirler.

Şekil 4.28: Son kiriş kesiti.



Şekil 4.29: Son kilit.

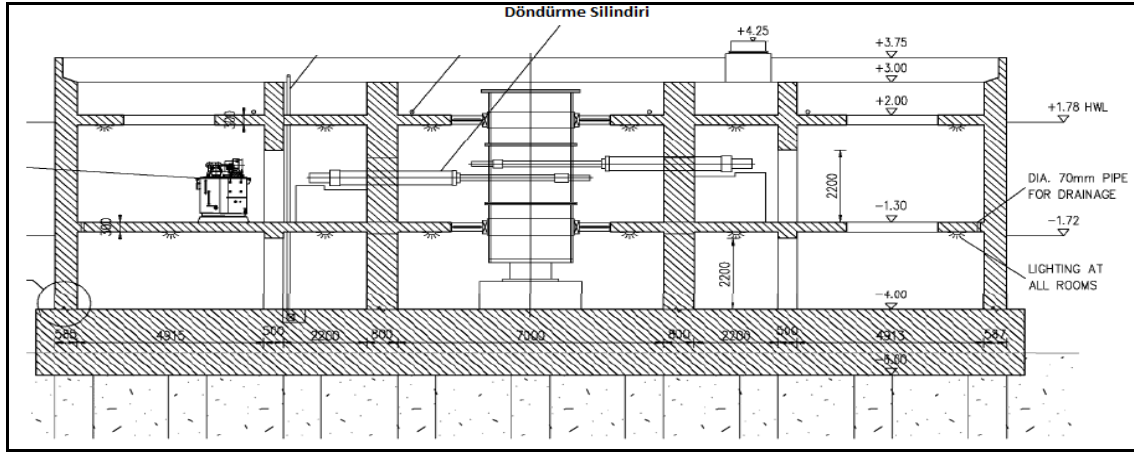


4.4.3 Altyapı

Şekil 4.30 ve Şekil 4.31’de görülen P5 aksında tasarlanan merkez temel ayak şaftı yapısal talepleri ve mekanik ve elektrik ile ilgili alan gereksinimlerini yerini getirmektedir. Örneğin; gerekli makine ve ekipman gövdesi gibi. Estetik ve hidrolik nedenlerden dolayı temek ayak şaftının önü üçgen biçimde tasarlanmıştır. Köprü

dört hidrolik silindir üzerinde hareket eden iki hidrolik pompa tarafından enerjilendirilmektedir. Köprünün durağan halden tam dönme hareketini tamamlaması yaklaşık 2 dakikadır. Kaldırma(indirme) ve kilidin açılması(kilitleme) dahil olmak üzere toplam açma(kapanma) zamanı yaklaşık 5 dakika sürmektedir. Bu süre trafik düzenlemesi için gerekli olan zamanı içermemektedir (Patsch ve diğ. 2011).

Şekil 4.31: P5 aksı kesiti.



Merkez pivot şaftı açılır kapanır köprüye dönme işlemi süresince yatay ve dikey destek sağlayarak köprüye etkiyen rüzgarda dahil tüm dış kuvvetleri temellere iletir. Köprü kanatlarının altında merkez pivotun sağ ve sol taraflarında köprüyü destekleyen elastomer mesnetler bulunmaktadır. Bu şekilde köprünün normal hizmet süresince trafikten kaynaklanan ve kendi ağırlığının merkez pivota gelmemesi sağlanır.köprü açma işlemi şu şekilde gerçekleşmektedir; öncelikle köprü sonlarında bulunan kilitler açılır. Ardından merkez pivot 50 mm yükselir. Bu yükselme ile köprü ağırlığı elastomer mesnetlerden merkez pivota alınır. Bu sayede hidrolik sistem köprüyü ayakta tutmaktadır ve sürtünme minimum seviyeye indirilmesi amaçlanmıştır.

Dönme işlemi süresince köprünün dengede kalmasını başarmak amacıyla merkez pivot şaftı süresince üst kılavuz yataklar vasıtası ile yatay yönde desteklenir. Normal hizmet işletmesi süresince üst kılavuz yataklar köprü döşemesine yatay destek olarak hizmet vermektedir. (Rüzgar ve frenlemeden kaynaklı yükler) köprü açık pozisyona döndükten sonra ana karşılıklı kirişe sabitlenen 2 çelik destek bloklarının üzerine indirilir. Bu 2 çelik destek blokları iki yatay kılavuz yatak destekleri tarafından pivot şaftının herhangi

bir dengesiz yüklemeye karşı koymasıyla toplam dikey köprü yüklerini alır. Bu aşamada köprüye hiçbir özel kilitleme yapılmaz (Patsch ve diğ. 2011).

Köprüyü döndürmede kullanılan hidrolik santral P5 merkez temel ayağı içinde bulunmaktadır. Köprünün açıp kapanması ve kilitleme sistemi için iki pompa motoru kullanılmaktadır. Acil durumda (güç desteği veya elektronik kontrolün başarısız olması durumunda) açılır kapanır köprü ayrı bir dizel motorlu pompa ünitesi yardımıyla hız azaltılarak işletilebilir.

Köprünün dönme hareketi merkez pivot şaftı üzerinde yeterli tork ile hareket eden dört adet hidrolik silindir ile gerçekleşmektedir. Hidrolik dönüş silindirleri merkez temel ayağına beton kaideler vasıtası ile bağlanmıştır. Mümkün olmasına karşın kaldırma ve döndürme işlemleri aynı anda gerçekleştirilmez. Dönüş işlemleri sonrası herhangi bir durdurma veya yağlama sürücüsüne gerek duyulmamıştır.

Köprünün yatay hizalamasını ve dengelenmesini sağlamak amacıyla döşemenin her bir köşe noktasında 4 nos kilit ve her bir demiryolu sonu başına 4 nos kilit sistemi projelendirilmiştir.

Son kilit köprü sonlarında hem dengelenmeyi hem de merkezlemeyi sağlamaktadır. Kilit kapasitesi köprü konsollarını 80 mm kaldırmak için yeterlidir. Bu, bir dönüş döngüsü tamamlandıktan sonra köprü döşemesini tam olarak yaklaşım köprüleriyle dengelemek için gereklidir. Kilit köprünün kaldırılması için karma şekillidir (hem dikey hem de yatay) ve çelik demir blok içinde bulunan kayma yatakları tarafından desteklenmektedir. Kilitler hidrolik silindirler vasıtasıyla yönetilecektir.

Köprünün dönüşüne izin vermek için UIC rayları arasında küçük bir açıklığın köprü sonlarında sağlanması gerekmektedir. Bununla birlikte demiryolu kilitleri her iki köprü bitiminde demiryolu devamlılığına imkan vermeyi sağlamaktadır. Demiryolu kilitleri rayların genişlemesine ve sıcaklık etkisiyle köprü bitimlerindeki önemsiz küçük sapmalara izin verecek şekilde tasarlanmıştır. Demiryolu kilitleri de hidrolik silindirler vasıtası ile yönetilmektedir (Patsch ve diğ. 2011).

5. HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ

5.1 TAKSİM-YENİKAPI METRO HATTI PROJESİ

Taksim-Yenikapı metro hattı projesi Taksim-Unkapanı ve Unkapanı-Yenikapı etaplarından oluşmaktadır. Her iki etap aynı müteahhit tarafından yapılmaktadır. Ösz konusu ihalelere ait bilgiler Tablo 5.1 ve Tablo 5.2’de görülmektedir. Söz konusu Taksim-Unkapanı etabı Haliç geçişini de kapsamaktaydı. Ancak daha sonra İBB aldığı karar ile Haliç Metro Geçiş Köprüsünü ihale kapsamı dışına alarak bağımsız bir proje olarak ihaleye çıkarmıştır.

Şekil 5.1: Taksim-Yenikapı güzergahı.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.1’de görülen Taksim-Yenikapı metro güzergahı toplam 5.2 km uzunluğunda olup 4 istasyonu içermektedir. Bunlar; Şişhane, Haliç Metro geçiş Köprüsü üzerindeki Unkapanı İstasyonu, Şehzadebaşı ve son olarak MARMARAY ile hattın entegrasyonunu sağlayacak olan Yenikapı İstasyonlarıdır.

Güzergah üzerindeki tünellerin kazı ve beton kaplamaları tamamlanmıştır. Taksim-Yenikapı metro projesi Haliç Metro Geçiş Köprüsü’nün de tamamlanmasıyla; deniz ve kara ulaşımının merkezi olacak olan Yenikapı ile iş merkezi olan Büyükdere-Maslak bölgesini ve eğlence ve kültür dünyasının kalbi olan Taksim’in Anadolu’ya bağlanmasını sağlayacaktır. Bu sayede tarihi yarımadaya modern ve konforlu toplu ulaşım sistemleri ile çağdaş bir ulaşım hizmeti vermek mümkün olacaktır. Hattın gerçekleşmesi ile hem ulusal hem de uluslar arası anlamda büyük fayda sağlaması amaçlanmıştır(Kıran 2009).

Tablo 5.1: Taksim-Unkapanı arası metro inşaatı ihale bilgileri

Yüklenici	Yüksel-Gürüş-Reha-Başyazıcıoğlu Ortak Girişimi
Güzegah Uzunluğu	1700 m.
İstasyon Sayısı	1
İstasyon İsimleri	Şişhane
Keşif Bedeli	9.664.090.416.948 TL+36.615.602,25 \$+KDV (1998 B.F.)
İhale Bedeli	8.700.000.000.000 TL+29.000.000 \$+KDV (1998 B.F.)
İhale Tarihi	31.03.1998
2.Keşif Bedeli	11.895.160,96 TL + KDV
İhale Bedeli	10.708.499,70 TL + KDV
Sözleşme Tarihi	09.09.1998
İşe Başlama Tarihi	22.10.1998
2012 Nisan Ayı Başı İtibariyle	
Yapılan İş Miktarı	140.906.502 TL+KDV (2011 B.F. Tutarı)
	10.367.436 TL (1998 B.F. Tutarı)
Sözleşmeye Göre İşin Süresi	24 Ay (Şişhane-Taksim arası)
Son Süre Uzatımına Göre	
İş Bitim Tarihi	03.11.2009
Taksim-Şişhane arası Tüneller ve İstasyonlar Gerçekleşme Yüzdesi(Fiziki)	100%

Tablo 5.2: Yenikapı-Unkapanı arası metro inşaatı ihale bilgileri

Yüklenici	Yüksel-Gürüş-Reha-Başyazıcıoğlu Ortak Girişimi
Güzegah Uzunluğu	2611 m. Metro + 601 m. Hafif Metro =3212 m.
İstasyon Sayısı	2
İstasyon İsimleri	Şehzadebaşı, Yenikapı
Keşif Bedeli	19.006.763.107.041 TL+KDV (1998 B.F.)
İhale Bedeli	33.383.437,81 TL+KDV (1998 B.F.)
İhale Tarihi	13.10.1998
2.Keşif Bedeli	33.383.437,81 TL+KDV (1998 B.F.)
İhale Bedeli	26.039.081,49 TL+KDV (1998 B.F.)
Sözleşme Tarihi	11.11.1998
İşe Başlama Tarihi	15.12.1998
2012 Nisan Ayı Başı İtibariyle	
Yapılan İş Miktarı	168.256.514 TL+KDV (2011 B.F. Tutarı)
	22.988.917 + KDV (1998 B.F. Tutarı)
Son Süre Uzatımına Göre	
İş Bitim Tarihi	24.05.2013
Taksim-Şişhane arası Tüneller ve İstasyonlar Gerçekleşme Yüzdesi(Fiziki)	67%

5.2 HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Unkapanı yakası Küçük Pazar Mevkii'nde yer yüzüne çıkmakta ve yaklaşık 1.0 km uzunluğundaki köprüler dizisinden sonra Beyoğlu Yakası'nda Azapkapı Mevkii'nde tekrar yer altına girmektedir. Koruma Kurulu'nun 28.02.1990 tarih ve 1626 sayılı kararında uygun gördüğü ve Şekil 5.2'de görülen güzergaha uygun olarak, köprünün bu istikamette yer alması Haliç Havzasının doğal ve kültürel değerlerine etkileri gözetilerek 1998 yılından 2005 yılına kadar devam eden tartışmaların temelini oluşturmuştur (Kıran 2009).

Şekil 5.2: Haliç Metro Geçiş Köprüsü.



Kaynak: Kıran (2009)

19981 yılından 2005 yılına kadar geçen süreçte Koruma Kurulu'na söz konusu geçiş ile alakalı olarak 15'e yakın alternatif köprü projesi sunulmuştur. Söz konusu projeler üzerinde, sahada kültürel ve doğal varlıkları ile mevcut fiziki durumu tespiti yönelik olarak İBB, Teknik Üniversiteler ve ilgili kuruluşlar vasıtasıyla bir çok etüd ve araştırma yapılmıştır (Kıran 2009).

Söz konusu etüd ve değerlendirmeler neticesinde restoratör Mimar M.Hakan KIRAN tarafından hazırlanarak Koruma Kurulu'na sunulan Haliç Köprüsü ve Unkapanı İstasyonu avan projesi, **İstanbul 1 Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 06.07.2005 tarih ve 965 sayılı kararı ile onaylanmıştır.**

Onaylanan Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesi;

- i. Beyoğlu ve Unkapanı Karası üzerindeki "Yaklaşım Köprüleri" (~460 metre)
- ii. Unkapanı Kıyısındaki "Açılır-Kapanır Köprü" (120 metre); ve
- iii. Deniz ortasında Türkiye'de ilk defa uygulanacak olan "Eğik Askılı Köprü (390metre)" sistemlerinden oluşmaktadır.

- iv. Unkapanı Metro İstasyonu ise eğik askılı köprünün ortasında yer alan 180 metrelik açıklık üzerine yerleştirilmiştir.

Proje Kapsamında Yapılan Çalışmalar;

ETÜD Çalışmaları;

- i. 05.04.2006 ile 31.08.2006 tarihleri arasında köprü ayaklarının bulunduğu noktalarda ‘‘Zemin Sondajları ve Araştırmaları’’ yapılarak Tamamlanmıştır.
- ii. 01.05.2006 gecesi sahada ‘‘Jeofizik Araştırma’’ yapılmıştır.
- iii. 28.09.2006 tarihinde köprünün gemi trafiğine yönelik açılır-kapanır kısmının ‘‘Gemi Geçişi Açısından Uygunluğu’’ konusunda ilgili idarelerden uygunluk yazıları tamamlanmıştır (İstanbul Liman Müdürlüğu, Sahil Güvenlik Komutanlığı, Haliç Tersaneler Müdürlüğu, İDO).

Proje Hizmetleri;

- i. 29.09.2006 tarihinde İBB tarafından ‘‘Ön Proje’’;
- ii. 28.02.2007 ile 21.05.2007 tarihleri arasında ‘‘Kesin Proje’’;
- iii. 29.02.2008 ile 15.01.2009 tarihleri arasında ‘‘ Uygulama Projeleri’’;

İBB tarafından onaylanmıştır. Tablo 5.3 incelendiğinde Haliç’in metro ile geçiş fikrinin ilk 1952 yılında ortaya çıktığı görölmektedir.

Tablo 5.3: Özet kronoloji

1912	Karaköy-Şişli İstanbul'un İlk Metro Etüdü
1952	Haliç Geçişini de içeren Metro Önerisi
1978	Freeman Fox&Botek Firmalarının KGM 17.Bölge Müdürlüğüne 4.Levent-Yenikapı Metro Hattı Önerisi
1982	İTÜ tarafından "Genel Ulaşım Etüdü" hazırlanması.
1985-1989	İstanbul Metrosu Fizibilite Etüdlerinin yapılması.
1990	Metro Hattı güzergahının Koruma Kurulu tarafından onaylanması(Karar No:1626)
1995	50.000 Nazım İmar Planlarına Hattın İşlenmesi
	Proje Müşavirlik İhalesinin Sonuçlanması
1998	Taksim-Yenikapı İnşaat İhalesinin Sonuçlanması
1998-2005	Haliç Metro Geçışı İle İlgili Koruma Kurulu'na Alternatif Projenin Sunulması
1999	Taksim-Yenikapı Güzergahının Koruma Kurulu Tarafından Onaylanması(Karar No:965)
2006	Zemin Araştırmalarının tamamlanması Gemi Seyrine Dair Onayların Alınması 'Ön Projenin" İBB tarafından onaylanması
2007	'Kesin Projenin" İBB tarafından Onaylanması Kamulaştırmaların Tamamlanması
2008	Ceneviz Surları ile İlgili geçiş projesinin Koruma Kurulu'nca onaylanması 'Uygulama Projesinin" İBB tarafından onaylanması

Kaynak: Kıran (2009)

5.3 HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ GÜZERGAHI YAKIN ÇEVRESİNİN TANIMLANMASI

5.3.1 Köprü Proje Alanının Tanıtımı

Şekil 5.3'te görülen Haliç Metro Geçiş Köprüsü, güneybatı yönünde "Unkapanı Yakası" ile kuzeydoğu yönünde "Beyoğlu Yakası" bölgeleri arasında yer almaktadır. Tünelden tünele olan mesafe yaklaşık 1.0 km'dir.

Şekil 5.3: Haliç köprüsü ve birleştirdiği iki yaka.



Kaynak: Kıran(2009)

5.3.1.1 Unkapanı(Eminönü) bölgesinin kent bütünü içerisindeki yeri

1928 yılında İstanbul ili merkez ilçesinin ikiye ayrılması ile kurulan Eminönü ilçesi 07.03.2008 tarihinde kabul edilen kanun ile Fatih ilçesine bağlanmıştır.²

Eminönü ilçesinin Fatih ilçesine bağlanmadan önceki yüz ölçümü yaklaşık 5 km² idi. Söz konusu Eminönü bölgesi İstanbul'un Avrupa yakasında, tarihi yarımada da yer almaktadır. Bölgenin batısında Fatih, kuzeyinde Haliç, doğusunda İstanbul Boğazı, Güneyinde ise Marmara Denizi bulunmaktadır.

Unkapanı(Eminönü) bölgesi, bütünüyle İstanbul kentinin tarihi çekirdeği olan sur içinde yer alır ve merkezi alanın en canlı bölgelerinden birini oluşturur (Kıran 2009).

1955 yılından sonra ilçenin önemli bölgelerinin konut alanı olmaktan çıkması ve iş alanına dönüşmesi ile nüfus burada azalma sürecine girmiştir. 1990 yılında 83.444 olan nüfusu, son nüfus sayımında 55.548 olarak tespit edilmiştir (Tablo 5.4).

² <http://tr.wikipedia.org/wiki/Emin%C3%B6n%C3%BC, Fatih>

Tablo 5.4: Eminönü ilçesinin yıllara göre nüfusu

Yıllar	Nüfus
1970	136.997
1975	122.885
1980	93.324
1985	93.383
1990	83.444
1997	115.381
2000	55.548

Kaynak: Kıran (2009)

Nüfusun bu düşük değerlerine rağmen, ticaret fonksiyonu nedeniyle bölgenin gündüz nüfusu iki buçuk milyon kişidir.

5.3.1.2 Beyoğlu ilçesinin kent bütünü içerisindeki yeri

Beyoğlu ilçesi, İstanbul'un Avrupa yakasında, Haliç'in kuzeydoğu kesiminde yer alan 9 km² yüzölçüme sahip bir alandır. İlçe, 20 Nisan 1924 yılında yürürlüğe giren 491 sayılı kanunla kurulmuştur. Bölgenin kuzeyinde Şişli, doğusunda Beşiktaş ilçeleri ile İstanbul Boğazı, güneyinde Haliç ve kıyısında bulunan Fatih ilçesi, batısında ise Eyüp bulunur.

1927-1990 yılları arasında yapılan nüfus sayımları sonucunda elde edilen verilere göre toplam nüfusta azalma kaydedilmiştir (Tablo 5.5). Bu azalmanın nedenleri olarak normal gelişme düzeni içinde gelişebileceği herhangi bir yer kalmaması ve ilçe sınırlarının değişmesi gösterilebilir (Kıran 2009).

Bölgedeki nüfus yoğunluğu Türkiye ortalamasının üzerindedir. Beyoğlu'ndaki ikamet eden nüfus çok fazla olmasa da bölgenin ticaret, hizmet gibi konulardaki fonksiyonu nedeniyle gündüz nüfusu yaklaşık iki milyon kişidir.

Tablo 5.5: Beyoğlu ilçesinin yıllara göre nüfusu

Yıllar	Nüfus
1970	225.850
1975	230.532
1980	223.360
1985	245.999
1990	229.000
1997	231.826
2000	231.900
2007	247.256
2010	248.084
2011	248.206

Kaynak: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyo%C4%9Flu#N.C3.BCfus>

5.3.1.3 Haliç'in kent bütünü içindeki yeri ve önemi

Tarih boyunca İstanbul'un gelişmesine coğrafi konumu kadar, doğal ve çok emin bir liman olan Haliç'te etkin olmuştur. Liman Avrupa yakasını ikiye ayırır. Yaklaşık 8 km uzunluğunda olup en geniş yeri Boğaz tarafındaki girişidir. Gel-git olayı ve akıntı yoktur. Etraftaki bereketli topraklar, bol balık, tatlı su dereleri ve şeklinden dolayı ‘‘Altın Boynuz’’ ismi bereket sembolü anlamında verilmiştir.

İskelelerden Asya yakasına, Boğaziçi ve Adalara ulaşımı sağlayan vapur seferleri gün boyu hareketlidir. Topkapı Sarayı Harem bölümü Haliç'e kuş bakışı görmektedir. Sahilde bulunan saraya ait Sepetçiler Kasrı halen Uluşlar Arası Gazeteciler camiasına tahsis edilmiştir. Avrupa trenlerinin son durağı 1890 tarihli Sirkeci İstasyonu Burada bulunmaktadır. Eski Haliç içlerine taşınan yeni Galata Köprüsü baskül köprü olarak türünün en büyük örneğidir. Orta kısmı belirli günlerde açılır ve büyük tonajlı gemilerin trafiğine olanak sağlamaktadır.

1950 yıllarından itibaren kirlenmeye başlayan Haliç 1980'li yıllardan sonra yapılan çalışmalar ile temizlenmiştir. En büyük hamlelerden birisi sonucu Haliç kıyılarında dört binden fazla yapı istimlak edilip, iş yerleri şehir dışına taşınmış ve ortaya çıkan alan park ve bahçe olarak toplum hizmetine sunulmuştur.

5.3.1.4 Köprü projesi alanında yer alan kültürel varlıklar

Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesi alanı çevresinde bulunan anıt eserler yapıldıkları dönemin her türlü sanatsal ve bilimsel özelliklerini yansıtan, günümüzde mimari ve yapım teknolojilerinin yanı sıra bir arada yarattıkları uyum ile değerlerini arttıran dönemlerinin ‘en çağdaş, üstün ve etkileyici’ yapılarıdır. Şekil 5.4’te Pinargenti tarafından yapılan tarihi yarımada haritası görülmektedir.

Proje alanında yer alan önemli yapılar kronolojik sırası ile şunlardır.

- i. 378 Bozdoğan (Valens) Kemerli
- ii. 717 Arap Camii
- iii. 1384 Galata Kulesi
- iv. 1460-1476 Topkapı Sarayı
- v. 1550-1557 Süleymaniye Camii
- vi. 1962 İMÇ Blokları

Şekil 5.4: Pinargenti tarafından yapılan harita(16.yy).



Kaynak: Kıran (2009)

5.3.1.5 Haliç metro geçiş köprüsü öncesi mevcut durumu gösterir silüetler.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi öncesi farklı açılardan proje alanı silüetleri aşağıdaki gibidir. Proje öncesi Unkapanı yakası silüeti Şekil 5.5'te, Beyoğlu yakası silüeti Şekil 5.6'da, Yeni Galata köprüsü silüeti Şekil 5.7'de ve Unkapanı köprüsü silüeti Şekil 5.8'de görülmektedir (Kıran 2009).

Şekil 5.5: Unkapanı yakası silüeti.



Şekil 5.6: Beyoğlu yakası silüeti.



Şekil 5.7: Yeni Galata köprüsü silüeti.



Şekil 5.8: Unkapanı köprüsü silüeti.



5.3.2 Proje Alanının Doğal Özellikleri

5.3.2.1 İklim

Proje alanı, İstanbul'un makro ölçekteki ikliminin, (yazları sıcak ve kurak, kışları yağışlı ve ılıman) etkisi altındadır. Proje alanına en yakın meteoroloji istasyonu Florya olduğundan, buradan alınan veriler projede kullanılmıştır. Ayrıca proje alanına ufak çaplı bir meteorolojik istasyon kurularak buradan da veriler toplanmıştır. İki istasyondan alınan verilere göre;

- i. Sıcak Aylar; Haziran, Temmuz, Ağustos aylarıdır. Ağustos ayı ortalaması 23.30 C^o'dir.
- ii. En düşük sıcaklık -14 C^o'ye kadar düşmüştür.
- iii. Gece ile gündüz sıcaklık farkı deniz etkisi ile çok fazla değildir.
- iv. En soğuk ay deniz etkisi sebebiyle Şubat'tır.

Florya İstasyonu verilerine göre;

- i. Yıllık sıcaklık ortalaması 13.8 C^o'dir.
- ii. Yaz günleri ortalama sayısı 96.4, tropik günlerin ortalaması 25.8'dir. 0 derece altındaki günlerin sayısı 22.3'tür.
- iii. Günlük en çok yağış Aralık ayında gerçekleşmektedir ve m²'ye 103mm yağış düşmektedir.
- iv. Şiddetli donlu günler sayısı 12.6'dır.
- v. Hakim rüzgar kuzeydoğu yönlüdür, ikinci derece güneybatı, üçüncü derecede kuzey yönlü rüzgar kuvvetlidir.

İklim verilerinden elde edilen sonuçlar ile;

- i. Hakim rüzgar kuzey yönlü olduğundan kuzeye bakan yamaçlarda yeşillerin korunması ve yeni yeşil sahaların açılması önerilmiştir.

- ii. Eğer güneşten faydalanılmak isteniyorsa eğimi az güney yamaçlar tercih edilmelidir. Kuzey yamaçlarda gün ışığı ve sıcaklıktan faydalanılmak istenirse ışınımı arttıracak kuru yüzeyler yaratmak gereklidir (Kıran 2009).

5.3.2.2 Jeolojik Durum

Uzunca bir süredir yerleşim merkezi olarak kullanılan bu bölgede ortalama dolgu kalınlığı 3-4 metredir. Yer yer bu kalınlık 9-12 metreyi bulmaktadır. Bölge tektonik pek çok etkiye maruz kaldığı için her yönde gelişmiş çatlak sistemleri ezilme zonları tespit edilmiştir. Köprü ekseninde sondaj çalışmaları yapılmış ve bu sondajlar zeminde SPT testleri (alüvyal formasyonlarda) ve kaya formasyonlarında presyometre testleri ile yürütülmüştür. Be araştırmadan yola çıkarak tanımlanan zemin profili kıltaşı-kumtaşı olarak ana kaya üzerini kaplayan çok genç alüvyal çökeltilerden oluştuğu tespit edilmiştir (Kıran 2009).

Alüvyal katmanlar gevşek kumlar ve yumuşak killerden oluşmaktadır. Eminönü tarafında, alüvyal katmanlar, genelde %5'ten küçük incelikte içerikle toplamda 40 metre kalınlığında, temiz kumdan oluşur. Kıyıya doğru kum formasyonunun yerini giderek balçık-killi formasyon almaktadır. Bu katman aynı zamanda kalınlığı 20 metreye varan çok yumuşak killi katmandır. Diğer kıyıda, kum formasyonları yine 25 metre kalınlığı bulmaktadır.

Kum formasyonda ölçülen SPT değerleri çok düşüktür. Tipik olarak 10 civarında olup bazı yerlerde 3 ila 5 arası gibi çok düşük değerler elde edilmiştir.

Yapılan sondajlar esnasında olası bir fay hattı ortaya çıkarılmıştır. 2006 yılında zemin ile ilgili olarak 2005 yılında onaylanan projeye göre çok detaylı zemin ve sismoloji araştırmaları yapılmıştır.

5.3.2.3 Depremsellik

Haliç çevresindeki yapıların taşıma gücü ve şev stabilitesi kritik olduğundan deprem sırasındaki yer değiştirme, kayma ve hasarın daha büyük olmasına yol açacaktır. Kandilli rasathanesinden elde edilen kayıtlarda Haliç'i kapsayan hiçbir deprem odağına rastlanmamıştır. Proje alanıyla ilgili olarak sismolojik etüdüler ve deprem etki raporu Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem ve Yapı Uygulama Araştırma

Merkezi tarafından detaylı olarak hazırlanmış ve tasarım parametresi olarak tanımlanmıştır. Bu verilere göre yer ivmesi katsayısı 1,4 G olarak kabul edilmiştir (Kıran 2009).

5.4 HALIÇ METRO GEÇİŞİ KÖPRÜ İHTİYACI

İstanbul Metrosu 2. Etap'ının çok önemli bir parçası olan Haliç Metro Geçişinin tamamlanarak Yenikapı ve Marmaray entegrasyonu ile Anadolu yakasının Taksim-Maslak hattının raylı sistem ile bağlanmasının nedenleri; üst ölçekli planlar, yasal durum ve teknik nedenleri aşağıdaki gibidir.

5.4.1 İstanbul Ana Ulaşım Planı ve Kurul Kararları

İstanbul'un Ana Ulaşım Planı ile ilgili olarak 1997 yılında İTÜ tarafından hazırlanan İstanbul Ana Ulaşım Planı ana kaynak olarak kullanılmıştır. İstanbul Ana Ulaşım Planı'nda İstanbul genelinde kapsamlı bir metro ağının oluşturulması, toplu taşıma türleri ile bu sistemin entegrasyonu vasıtası ile kentin yayalaştırılması temel hedef olarak alınmıştır (Kıran 2009).

Planı hazırlayan İTÜ İnşaat Fakültesi Ulaşım Ana Bilim Dalı Öğretim Görevlisi Prof.Dr. Haluk GERÇEK;

“Plan'da önerilen raylı sistem ağının gerçekleştirilmesi, kentlilere mevcut ulaşım türleri dışında hızlı, güvenli, güvenilir, konforu ve çevre dostu bir seçenek sunması ve böylece, aşağıda kısaca belirtilen, otomobil kullanımını kısıtlayıcı diğer önlemlerin uygulanmasına olanak vermesi açılarından yaşamsal önem taşımaktadır. Böylece, kentteki toplu taşıma sisteminin omurgasını, Londra, Paris, NewYork, Tokyo, Moskova gibi çağdaş metropol kentlerde olduğu gibi, raylı sistem ağı oluşturacaktır.” demektedir.

Prof.Dr. Haluk GERÇEK, İUAP'da toplu taşımayla ilgili plan kararlarının ise aşağıdaki gibi özetlemektedir;

“...Büyük kentlerimizde raylı toplu taşıma sistemlerini geliştirilmeden kent içi trafik ve ulaşım sorunlarının çözülemeyeceği artık anlaşılmıştır. Ulaşım sorununun çözümü için alınacak önlemlerin temelinde, araçların değil insanların ekonomik, hızlı ve güvenli ulaşımı anlayışı yatmalıdır. ...

Diğer toplu taşıma türleri(deniz,otobüs) geliştirilmelidir.

Planda önerilen raylı sistem projeleri gerçekleşene kadar, mevcut toplu taşıma sisteminin hizmet kalitesini ve kapasitelerini arttırıcı yatırım ve

işletme önlemleri alınmalıdır. Özellikle, İstanbul için çok büyük bir toplu taşıma olanağı sunan deniz ulaşımının payı, yeni hatlar, küçük kapasiteli, yanaşma ve manevra süreleri daha kısa gemilerle arttırılmalıdır. Deniz ulaşımı hatlarının kara toplu taşıma türleri ile yer, zaman ve ücret entegrasyonu sağlanmalıdır...

Otomobil kullanımı kısıtlanmalı ve yayalara ayrılan kent alanları geliştirilmelidir. Toplu taşıma sisteminin geliştirilmesine ve yenilenmesine koşut olarak, özellikle trafiğin tıkağında kent merkez bölgelerinde, otomobil kullanımını kısıtlayıcı önlemler getirilmelidir.”

İstanbul I Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu Haliç Metro Geçiş Köprüsü ile ilgili 24.02.1999 tarih ve 199-10627 sayılı kararında,

“.....1) Araç trafiğinin tarihi bölgelere yaptığı tahribat ve baskının (kirlilik, yoğunluk, yol genişletilmesi ve otopark gibi sorunların) azaltılmasında, yolcuların genellikle metro tarafından taşınmasının en uygun kullanışlı bir ulaşım biçimi olması nedeniyle tercih edilebilecek bir çözüm olması göz önünde tutularak, Suriçi'ndeki hareketli nüfusun taşınması ve kentin tamamına hizmet veren (hastaneler, üniversiteler, Vilayet, Büyükşehir Belediyesi ve ilçe belediyeleri, İl Özel İdare, Rektörlük Binaları, Adliye, Emniyet Müdürlüğü, vb.) kamu hizmet kurumlarını ve turistik cazibesi olan kültürel varlıklarımızı (müzeler, saraylar) bulunması, önemli bir ticaret merkezi olması nedeniyle oluşan yaya ve araç trafiğini rahatlatacağı ve İstanbul'un ulaşım ve benzeri sorunlarının çözümünde önemli bir faktör olduğu gerçeğinden hareketle toplu taşımın raylı sistemle yapılmasının kurulumuzca da desteklendiğinin belirtilmesine....”

diye ifade ederek, tarihi yarımada içerisinde de raylı sistem kararını belirtmiştir (Kıran 2009).

5.4.2 İdari ve Yasal Zorunluluklar

Haliç Metro Geçiş Köprüsü ile alakalı tarihi süreç içerisinde alınan kararlar ve onaylar, bu doğrultuda yapılan işlemler ve uygulamalar ve bu nedenlerle oluşan yasal durum köprü projesini zorunlu kılmaktadır (Kıran 2009).

5.4.3 Metro İstasyonu İhtiyacı

Aşağıda belirtilen nedenlerden de görüleceği üzere kısa vadede dahi bölgenin kıyıda bir istasyona ihtiyacı olduğu belirtilmiştir.

5.4.3.1 Standartlar

Metro güzergahları üzerinde ki istasyon ihtiyacını belirleyen ana faktör, istasyon yapılması için düşünülen alanın mevcut veya öngörülen kullanıcı yoğunluğu ile fonksiyonudur. Herhangi bir toplu ulaşım istasyonunun standardını belirleyen en önemli hususlar ise sırasıyla; ihtiyaca cevap verebilmesi, erişilebilir olması, kullanışlı olması, güvenli olması, konforu olması şeklinde sıralanmaktadır. Toplu taşımaya yönelik raylı sistemlerin tasarımı için geçerli Türk Mevzuatı'na göre ; bir metro istasyonu 500 metre yarıçaplı bir daire içinde yaya erişimine yönelik hizmet verebilmekte, bunun üstündeki mesafelerde yaya kullanıcı bir araçla aktarma yapmayı düşünmekte, bu da kısa mesafelerde metro hattının kullanılabilirliğini azaltmaktadır. Şişhane İstasyonu ile Şehzadebaşı İstasyonları arası 2275 metre'dir.

Bir Sonraki metro İstasyonları Konumları;

Unkapanı Yönü: Şehzadebaşı İstasyonu; +45 metre, kıyıya en kısa erişim mesafesi 1200 metre.

Beyoğlu Yönü : Şişhane İstasyonu; +45 metre, kıyıya en kısa erişim mesafesi 700 metre.

5.4.3.2 Yolcu Talebi

Proje alanı ele alındığında hem Eminönü, hem de Beyoğlu için gündüz nüfusunun 2.000.000, gece nüfusunun ise bu rakamın yaklaşık 10 da biri mertebesinde olduğu görülmektedir. Her iki yakada da yoğun ticaret ve işyeri fonksiyonu bulunmaktadır. Söz konusu alanların bu yoğunluk arttıran işlevinin orta vadede turizm ve konut fonksiyonu lehinde dönüşmesi öngörülmektedir (Kıran 2009).

Tablo 5.6'da görülen ve İstanbul Metrosu Yolcu Kapasitesi Hesabı Etüdü'ne göre, Unkapanı İstasyonu için öngörülen yolcu adetleri iki yön toplamı olarak binen yolcu sayısı 590, inen yolcu sayısı ise 7737'dir.

Tablo 5.6: 2025 Yılı için Unkapanı istasyonunda öngörülen doruk saat yolcu talebi

	Yenikapı-Ayazağa Yönü		Ayazağa-Yenikapı Yönü		İki Yön Toplamı	
	Binen	İnen	Binen	İnen	Binen	İnen
Unkapanı İstasyonu	561	1013	29	6724	590	7737

Kaynak: Kıran (2009)

5.4.4 Köprü Tasarımı Kısıtları

Onaylanan güzergaha göre yapılan etüdlere, köprü yüksekliğini, teknolojisini, açıklıklarını ve mimarisini belirleyecek kısıtlar aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir.

5.4.4.1 Fiziki Kısıtlar

Haliç Metro Geçiş Köprüsü için hazırlanacak projenin en önemli fiziki kısıtı, daha öncede belirtilen Yenikapı-Unkapanı ve Şişhane-Taksim metro tünellerinin tamamlanmış olmasıdır. Bu nedenle köprü projesi aslında iki çıkış ucu tam olarak belirlenmiş bir aksı birleştirecek bir yapıdır (Kıran 2009).

Zemin;

1836 yılında Unkapanı'nda yapıldığı bilinen ilk köprüden en son inşa edilen Galata Köprüsüne kadar olan tüm köprülerde, mimariyi ve teknolojiyi belirleyen etken zemin yapısı olmuştur.

- i. Proje zemini, Dünya'nın en riskli deprem bölgelerinden olan İstanbul'da yer almaktadır.
- ii. Zemin, en derin noktada, 30-40 metre deniz, 40-50 metre çamur, daha sonra ayrılmış kayadan oluşmaktadır.
- iii. Unkapanı kıyısının sürekli olarak Haliç'e doğru hareket halinde olduğu da yapılan ölçümlerle ortaya konmaktadır.

Gemi Seyri;

- i. Unkapanı-Atatürk Köprüsü(+9.31 m), Yeni Galata Köprüsü (+9.53 m) yüksekliğindedir.

- ii. Köprü altından geçerek Haliç içine girecek deniz araçlarının, ilgili idarelerden alınan tonaj ve ölçülerine göre ihtiyaç duyacakları rahat ve güvenli geçiş aralığının sağlanması gerekmektedir.
- iii. Haliç'e giriş izni verilen en büyük gemi boyutları tersaneye bakıma gelen: 25 metre en ile arabalı vapurlar, 90 metre en ile yolcu feribotudur.

Metro Hattı Teknik Kısıtları;

- i. İnşa edilmiş olan tünellerdeki rayların kotu ve eğimi köprü yüksekliğini tayin etmektedir.(İnşaati tamamlanan Şişhane tüneli çıkışı +13.35, Unkapanı çıkışı tüneli ise +12.58 kotundadır.)
- ii. Metro hattında çalışacak araçların eğimli hattaki işletmelerine ait teknik kapasite kısıtları köprü geometrisini ve yüksekliğini belirlemektedir.(Maksimum eğim yüzde 3,5)
- iii. Metro hattı raylı sistemin üzerindeki hareketine uygun olarak milimetre düzeyinde toleranslara sahip bir geometri gerektirmektedir.
- iv. Türk Mevzuatına göre kent içi raylı sistemlerde yaya kullanıcının konforlu erişimine izin vermek üzere her 500mt-1500mt arasında bir istasyon tasarlanması.
- v. Unkapanı yakası tünel çıkışında CER Merkezi (enerji besleme merkezi) tasarlanmasının gerekliliği.

5.4.4.2 Korunması gerekli çevre

Doğal Çevre Kısıtları;

Hidroloji:

- i. Kıyıda yapılan her türlü kazı veya dolgu Haliç'teki düşük debili akıntı ve gevşek zemin nedeniyle aksi yönde tesirler yaparak kullanılmaz hale gelmektedir.
- ii. Haliç belirli periyotlarla tarama gemileri ile taranarak deniz dibindeki zararlı olabilecek atıklar toplanmaktadır.

iii. Haliç'teki su akıntısı çok düşük debilidir.

Su Altı Florası:

Haliç çevresine kurulan arıtma tesisleri ve haliç'e su girişini engelleyen eski Galata Köprüsü'nün kaldırılması ile Haliç, canlılığın yeniden oluştuğu, çeşitli balık türlerinin yaşadığı bir ekosistem haline dönüşmüştür.

Kültürel ve Tarihi Yapılı Çevre Kısıtları;

Unkapanı Yakası:

- i. Özellikle Süleymaniye Camii başta olmak üzere (minare üst kotu +112.40 metre), Galata Kulesi gibi bölgedeki silüeti belirleyen ve görsel bütünlüğü oluşturan korunması gerekli kültür varlığı olarak tescilli yapıların varlığı.
- ii. Softa Hatip Camii ve Sivil Mimarlık örneklerinin gabarileri.
- iii. Bodrum Sokak'tan geçen yaklaşım köprülerinin mevcut tarihi dokuya minimum müdahalesine imkan verecek şekilde ayak aralıklarının ve şekillerinin belirlenmesi.

Beyoğlu Yakası:

- i. Ceneviz Surlarına ait izler ve kalıntılar. Ayrıca onaylanan güzergaha göre yapılan etüdlere Beyoğlu tünel çıkış ağzında, Ceneviz Surlarının binalar altında kalan kesimi ortaya çıkmıştır. Surların bu kesimini korumak üzere güzergah planı değiştirilmiş ve geçişle ilgili alternatifli projeler Koruma Kurulu'na sunulmuş onay alınmıştır.
- ii. Köprü güzergahında ve yakın çevresinde bulunan tarihi yapıların gabarileri (Kıran 2009).

5.4.5 Köprü Tasarımı Kriterleri

Bu bölümde Haliç'te tasarlanacak herhangi bir köprü projesi için, gerek 1998 yılından günümüze kadar ilgili Koruma Kurullarına sunulan 15 adet alternatif projenin

değerlendirilme sürecinde, gerekse yapılan etüdler neticesinde kabul görerek şekillenen tasarım kriterleri tanımlanmıştır.

5.4.5.1 Korunması gerekli doğal ve kültürel değerler

- i. Doğal çevrenin korunması yapılacak her türlü projenin en önemli ve ilk tasarım kriteri olmalıdır.
- ii. Haliç'in yapılan kolektörler ve arıtma tesisleri ile canlandırılan su altı ekolojisinin ve florasının sürekliliğini sağlamak üzere kıyıda ve denizde su akıntısını ve dolaşımını engelleyici yapılardan kaçınılmalıdır.
- iii. Tercih edilecek olan köprünün, Tarihi Yarımada ve Beyoğlu silüetine en az etki edecek yükseklikte, narinlikte ve estetikte yapılması.
- iv. Söz konusu proje alanında ve çevresinde bulunan tarihi yapılan yapıldıkları dönemin en ileri yapım teknikleri ile yapılmış modern yapılarıdır. Bu yaklaşımla bölgede yapılacak yapılar, bu eserlere saygılı ve onları gölgelemeyen, ancak buldukları dönemin yapım tekniklerini yansıtan modern birer eser olarak ele alınmalıdır.
- v. Tünel çıkışlarında yerüstü doğal ve kültürel zenginliğine en az müdahaleyi sağlayacak üzere istinatlı yarma ve istinatlı dolgu yapılarından sakınılmalıdır.
- vi. Metro İstasyonunun eşsiz Tarihi Yarımada ve Beyoğlu perspektiflerini bozmayacak şekilde tasarlanması amacıyla, mümkün olduğunca şeffaf ve narin bir yapı olarak konumlandırılması ve tasarlanması gerekmektedir.

5.4.5.2 Yapısal kriterler

- i. Haliç'te yapıyı ve köprünün teknolojisini tayin eden en önemli kriter ZEMİN'dir. Proje alanının yüksek deprem riskine sahip bir bölgede olması, zeminin 40-50 metresinin su olması ve Unkapanı yakasının hareketleri tasarlanacak olan yapının mümkün olduğunca az noktadan ancak çok sağlam bir şekilde tutulması gerekmektedir.

- ii. İki yakada mevcut tünel kotlarının köprünün yaklaşık 12 metrelik bir yükseklikten geçmesini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca; köprü 25*100 metre boyutlarında 8 metre draft derinliğine sahip gemi seyrine imkan vermelidir.
- iii. Ayaklar arası açıklıkların tayininde ekonomiklik-mimari estetik-inşaat tekniği bileşenlerini optimize etmek sureti ile tarihi çevre ile uyumlu açıklıkların ve tabliye gövde yüksekliğinin oluşturulması gerekmektedir.

5.4.5.3 Mimari kriterler

- i. Köprüler birer mühendislik projesi olmalarına rağmen, Haliç Metro Geçiş Köprüsü bulunduğu özel alan nedeniyle ekonomiklik ve işlevselliğin ötesinde bir projenin ortaya konulma amacı.
- ii. Tünel çıkış ağzlarının çevre ile uyumlu bir tasarıma sahip olması gerektiği.
- iii. Metro güzergahının yüksek olması nedeniyle, yay erişimine imkan tanıyan ve 180 metre uzunluğunda bir istasyonun köprü üzerinde tasarlanması.
- iv. Güvenlik ve emniyete yönelik olarak Amerikan Standardı NFPA 130'da ve TS 12186'da belirtilen Acil Durum Senaryolarına uygun işlevde tasarlanması.

5.4.5.4 Kentsel planlama kriterleri

Beyoğlu ve Eminönü gibi çok zengin bir kültürel ve doğal varlığı barındıran ilçeler için önemli bir adım sayılacak Metro Geçiş Köprüsü Projesinin kentsel tasarım projesinin oluşturulması ile bölgenin fiziksel ve sosyal yapısının iyileştirilmesi amaçlanmıştır (Kıran 2009).

5.4.5.4.1 Planlamanın hedefi

Köprü projesi ile;

- i. İstasyonu ve köprüyle ilgili tesislerden faydalanacak çeşitli gruplardan insanların bir araya gelerek, kaynaşmasına ve iletişimin sağlanmasına yönelik mekanların düzenlenmesi,
- ii. Temiz ve sağlıklı bir çevrenin yapılacak düzenleme ile sağlanması,
- iii. Kentli yaşam koşulları çerçevesinde kentsel tasarım alanlarının planlanması,

- iv. Yaya-taşıt ilişkisinin kurulması,
 - v. Yakın çevreden gelen ana yaya aksları ile istasyon arasındaki kurgunun yapılması,
 - vi. Üst plan kararları ile planlama alanıyla ilgili diğer planlarla uyumun sağlanması,
- hedeflenmiştir.

5.4.5.4.2 Genel planlama ve tasarım ilkeleri

- i. Tarihsel dokuya minimum müdahale,
- ii. Makro ulaşım kararları ile entegrasyon,
- iii. Toplu taşıma sistemlerine hizmet edecek açık ve kapalı otopark alanlarının tahsisi,
- iv. Yerel ölçekte sağlıklı yaya-taşıt ilişkisinin kurulması,
- v. İstasyonların prestij noktaları olarak tasarlanması,
- vi. Tarihsel dokunun odak teşkil edecek biçimde bakımı yapılarak çevrelerinin rehabilite edilmesi, ortaya çıkarılmak suretiyle vurgulanması,
- vii. İstasyon yakın çevrelerindeki şehirselsel açık alanların dinlenme ve rekreatif amaçlı organizasyonu ve tasarımı.

5.5 DAHA ÖNCE KURULA SUNULAN KÖPRÜ TASARIMLARI VE RED

GEREKÇELERİ

07.02.1990 tarih ve 1592 sayılı karar ile T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı'na bağlı İstanbul 1 Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu, İBB tarafından hazırlanan 1/5000 Ölçekli Koruma İmar Planlarını ve Raporlarını onaylamıştır (Kıran 2009).

14.08.1992 tarihinde, İstanbul Metrosu'nun Topkapı-Levent güzergahının 1/5000 Ölçekli Planları onaylanarak yürürlüğe girmiştir.

07.07.1993 tarihinde 4720 sayılı Kurul kararı ile Şişli ve Beyoğlu Piyalepaşa Bulvarı-Dolapdere Caddesi ve çevresine ait 1/5000 ölçekli planda çizilen sınırlar içinde kalan alan Beyoğlu İlçesi'nin sit alanının bir parçası olarak belirlenmiştir. Bahriye Caddesinden Haliç kıyısını izleyerek Atatürk Köprüsü ve Tersane Caddesi'nden Karaköy sahiline kadar olan alan "kentsel sit alanı" olarak ilan edilmiştir.

İBB tarafından hazırlanan 24.03.1994 ve 15.10.1995 onay tarihli "1/5000 Ölçekli Nazım İmar Planlarına metro güzergahı işlenmiştir."

01.12.1992 tarihli Kurul kararında belirtildiği gibi Azapkapı Yeşildirek Hamamı ve Mehmetpaşa Sebili'ni koruyacak bir güzergah tayini böylece mümkün olmuştur.

05.11.1992'de İstanbul Büyükşehir Belediyesi, DLH tarafından hazırlanan projeleri İstanbul 1 Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'na incelenmek üzere sunmuştur.

5.5.1 Koruma Kurulu'nun 2 Aralık 1992 Tarihli Kararı

Koruma Kurulu 02.12.1992 tarih ve 4261 sayılı kararında proje alanında yer alan tarihi yapılar nedeniyle "Haliç Köprüsü, Şişhane arasındaki bölümün uygulama projesinin getirilmesine" karar vermiştir.

1995 yılında Haliç Geçişi köprü tipi seçimi, Boğaziçi Üniversitesi ve Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi görüşleri doğrultusunda hazırlanmıştır. Bu raporda orta açıklığı düşey olarak kaldırılan bir köprü tipi öngörülmüştür (Kıran 2009).

Bu görüşler doğrultusunda "5 alternatif proje önerisi" hazırlanmıştır.

Alternatif 1: Orta açıklığı dubalı ve yatay dönerek açılan çelik köprü,

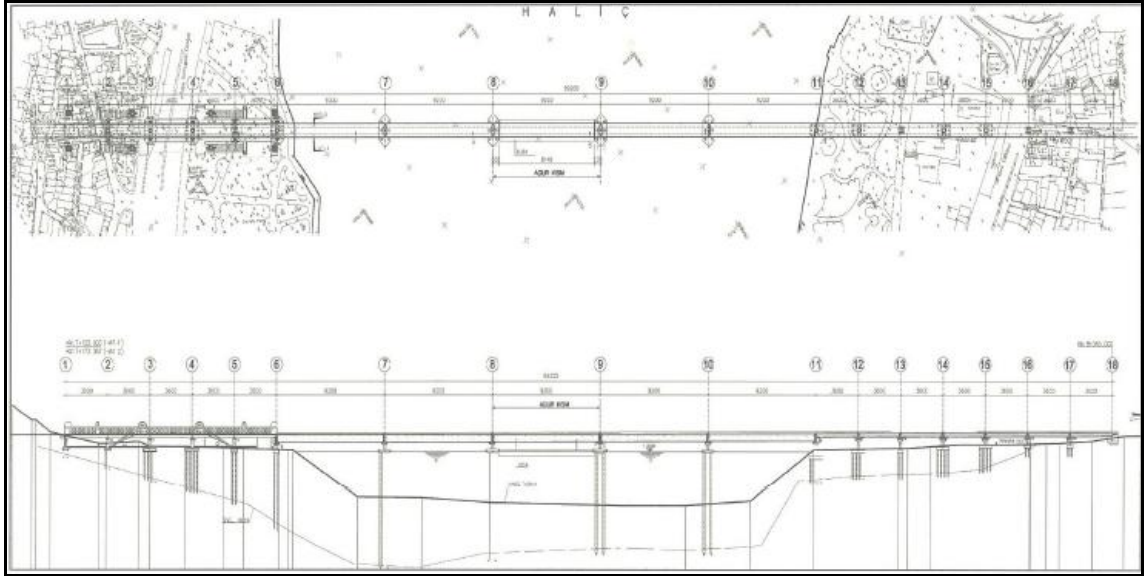
Alternatif 2: İki yan açıklıkları kablolu kemer, orta açıklığı duba üzerinde açılabilen çelik köprü (açıklıklar: 172+92+172m)

Alternatif 3: Orta açıklığı düşey yönde kaldırılarak açılan çelik köprü (açıklıklar:5*92m)

Alternatif 4: Orta açıklığı düşey yönde kaldırılarak açılan sabit yan iki açıklığı olan köprü (açıklıklar: 172+92+172m)

Alternatif 5: Orta açıklığı düşey yönde kaldırılarak açılan ve her üç açıklığı kablolu kemer çelik köprü (açıklıklar: 172+92+172m)

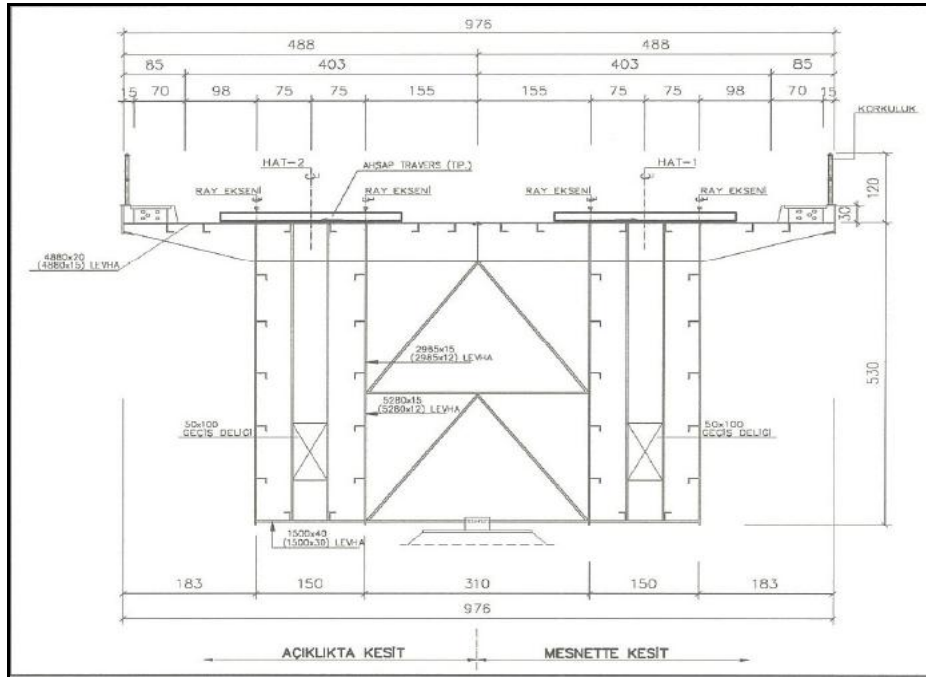
Şekil 5.9: Alternatif 1:Orta açıklığı dubalı ve yatay dönerek açılan çelik köprü



Kaynak: Kıran (2009)

Orta açıklığı dubalı ve yatay şekilde açılan çelik köprü Şekil 5.9'da, söz konusu köprüye ait kesit ise Şekil 5.10'da görülmektedir.

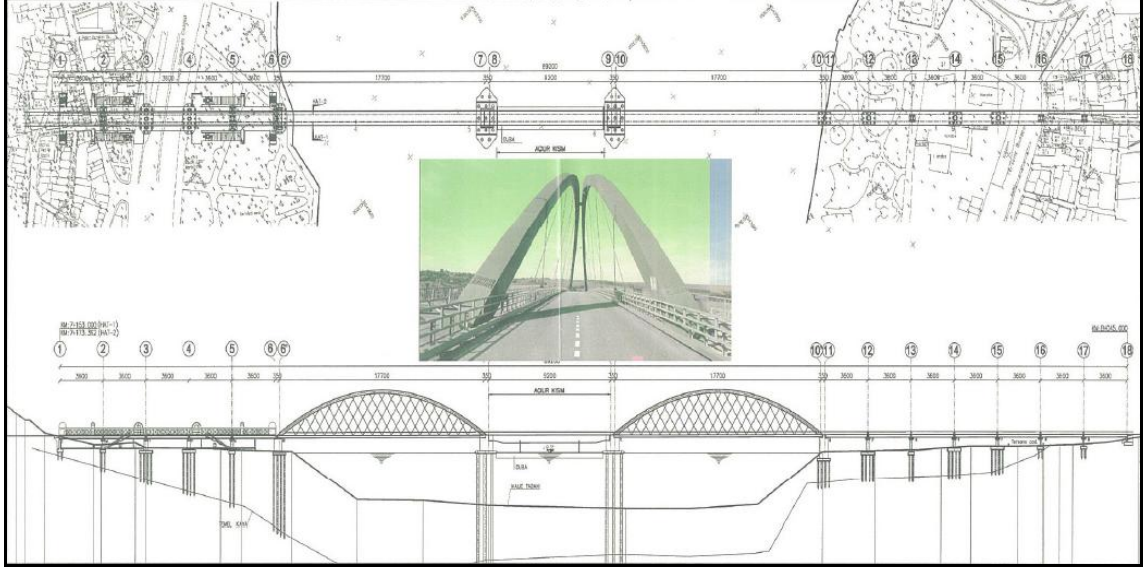
Şekil 5.10: Alternatif 1:Çelik köprü tipik en kesiti.



Kaynak: Kıran (2009)

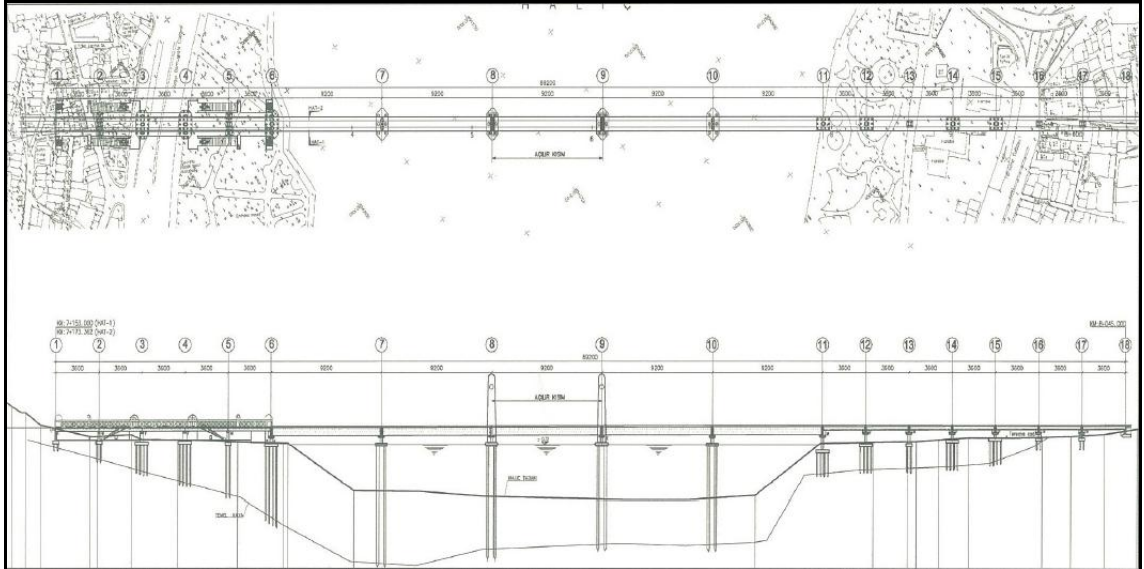
2 no'lu alternatif köprü olan kablolu kemer köprü'nün orta açıklığı duba üzerine alınarak açılabilir (Şekil 5.11)

Şekil 5.11: Alternatif 2: İki yan sabit açıklıkları kablolu kemer, orta açıklığı duba üzerine alınarak açılan çelik köprü



Kaynak: Kıran (2009)

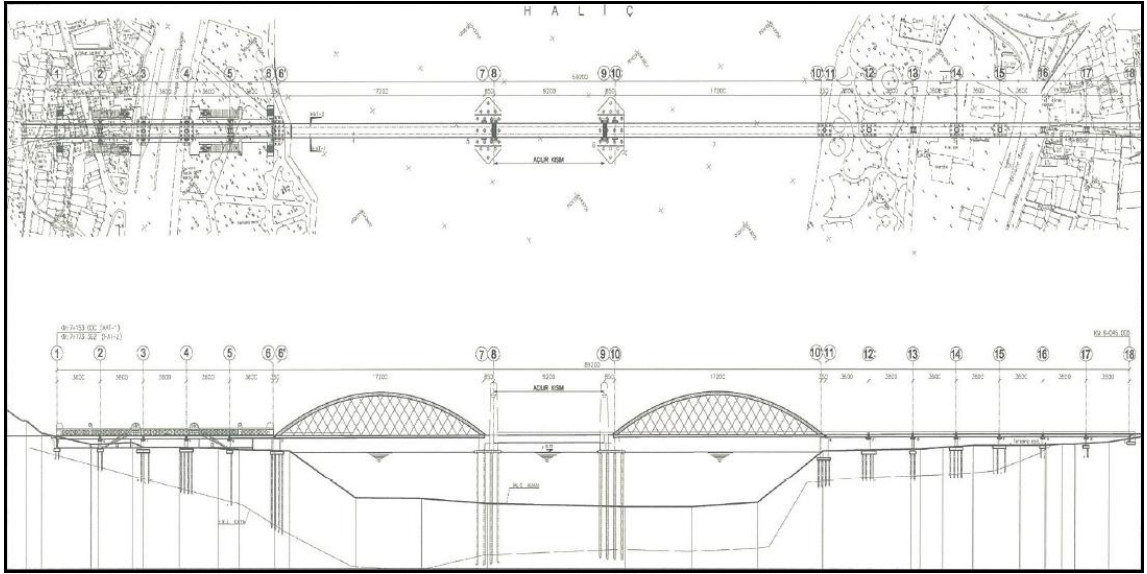
Şekil 5.12: Alternatif 3: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan çelik köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

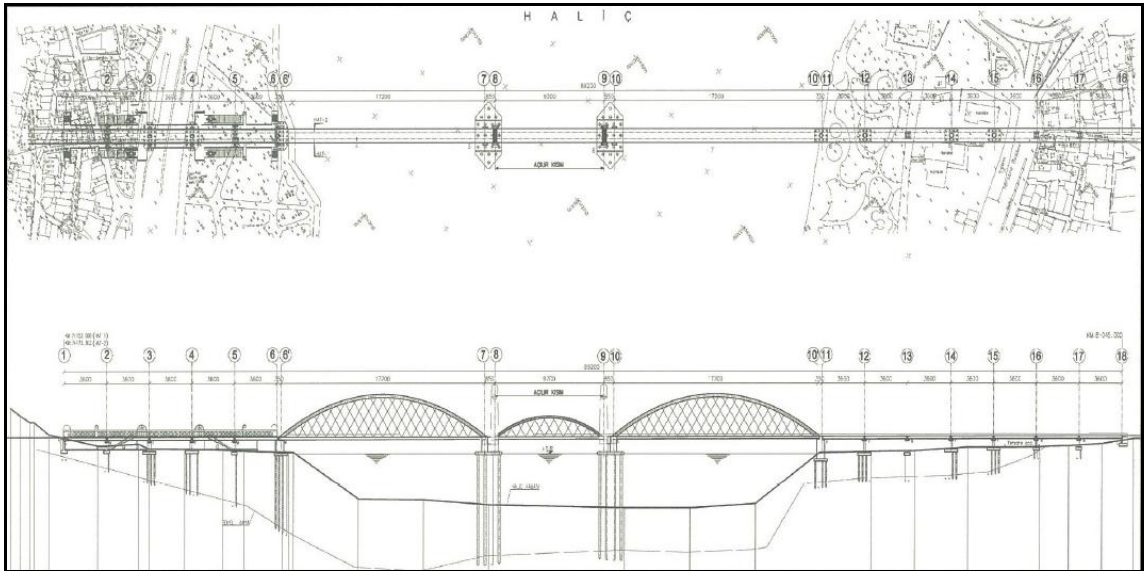
Orta açıklığı düşey olarak kaldırılarak açılan çelik köprü Şekil 5.12'de görünmektedir. Diğer bir alternatif köprü olan orta açıklığı düşey hareketli ve sabit iki yan açıklığı kablolu kemer köprü Şekil 5.13'te görünmektedir.

Şekil 5.13: Alternatif 4: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan sabit iki yan açıklığı kablolu kemer köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.14: Alternatif 5: Orta açıklığı düşey kaldırılarak açılan ve her üç açıklığı kablolu kemer köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.14'te görünen alternatif köprü'nün orta açıklığı düşey hareketli ve her üç açıklığı kablolu kemerdir.

5.5.2 Koruma Kurulu'nun 24 Şubat 1999 Tarihli Kararı

Koruma Kurulu'nun 24.02.1999 tarih ve 10627 sayılı kararında;

'...Sunulan projenin Haliç geçişine ilişkin köprü önerisi tarihi çevreye getireceği etkiler açısından değerlendirildiğinde,...bu projenin içinde bulunduğu tarihi çevrenin gerektirdiği estetik kayguları içermediği, Tarihi Yarımada'nın ve Galata'nın silüetini dikkate almadığı anlaşıldığı için, köprü geçisi için önerilen, masif etki yapan projenin uygun olmadığına, köprü ayaklarının açıklıklarının azaltılarak köprü kesitinin en aza indirilmesi mümkün olduğunda daha şeffaf etkili boşluklu bir sistem seçimi ile gerçekleştirilmesi olanaklarının araştırılmasına...' denilmektedir (Kıran 2009).

Kurul bu kararıyla, geniş açıklıklarla geçilecek ancak masif etkili bir köprü projesini onaylamayacağını, en az kesite sahip şeffaf bir köprü projesi beklentisini ifade etmiştir.

5.5.3 Koruma Kurulu'nun 3 Mayıs 2000 Tarihli Kararı

Koruma Kurulu'nun 03.05.2000 tarih ve 11785 sayılı kararında hazırlanan çalışmalar değerlendirilmiştir. Kararda;

'Metro ana tünelinin inşaatı için gerekli olan Unkapanı İstasyonunda Şehzadebaşı yönüne yapılacak servis girişinin uygun olduğu,

Azapkapı tünel ağzı ve çevresine giriş veren parsellerdeki yapıların kamulaştırma sonucu açığa çıkan yan ve arka cephelerinin kentsel tasarım projesinde değerlendirilmesi,

Haliç köprüsü ile ilgili geçiş önerisinin irdelenebilmesi için, Unkapanı-azapkapı geçişinin lastik tekerlekli araç ulaşımı ile metro ulaşımının tek köprüde, aynı kotta ve farklı kotlarda olmak üzere birlikte düzenlenmesi alternatiflerinin, küçük deniz araçlarının geçişine engel olmayacak ve Haliç ekosistemini zedelemeyecek şekilde araştırılmasına' denilmektedir.

Bu kararıyla kurul, tünellerle ilgili girişleri uygun bulmakta iken, metro köprüsünün güzergahının korunarak, lastik tekerlekli ulaşım ile birlikte çözülmesi hususunda doğal ve kültürel varlıkların da gözetildiği bir şekilde araştırılmasını talep etmiştir (Kıran 2009).

5.5.4 Koruma Kurulu'nun 26 Şubat 2001 Tarihli Kararı

Koruma Kurulu'nun 26.02.2001 tarih ve 12460 sayılı kararında, önceki iki karar hatırlatılarak: 'köprü kesitinin en aza indirilmesi, şeffaf etkili boşluklu bir sistem

seçilmesi “ ve “lastik tekerlekli araç geçişi ile metro geçişinin tek köprüde birleştiren bir çalışma yapılması” istenilmiştir.

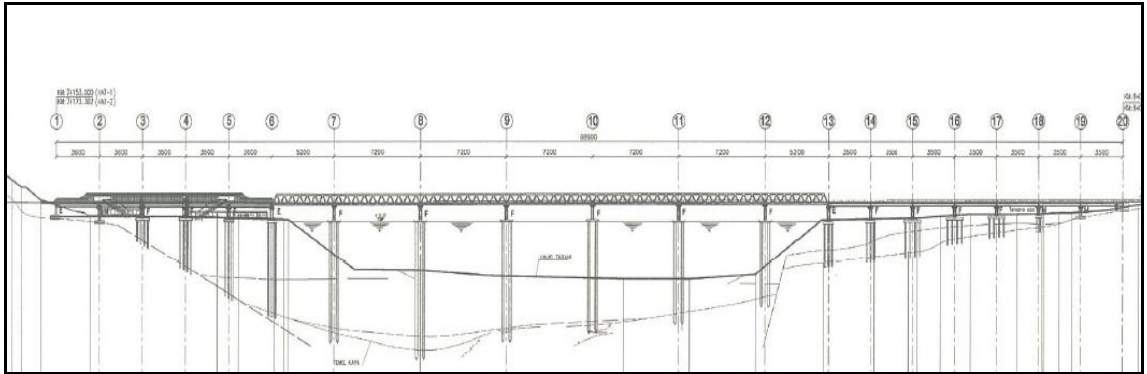
25 Haziran 2001’de alınan kararda ise:

“Metro sisteminin en kritik noktası olan Haliç Yüzey Geçişi’nin çeşitli kurul kararları ile istenilen ve yapılan tüm etüt ve araştırmalara rağmen, tarihi evreler boyunca oluşmuş eşsiz Tarihi Yarımada ve Galata silüetlerini ve haliç’in mekansal ve topoğrafik özelliklerini gözetmeden Haliç mekanının parçalanmasını ve perdelenmesine ve bu arada Mimar Sinan’ın önemli eserlerinden biri olan Sokollu Camii’nin, Saliha Sultan Çeşmesi’nin, Galata Surları’ndan kalan tek parça olan Yanık Kapı’nın ve her iki yakada onlarca sivil mimari örneğinin kaybına veya büyük ölçüde değer yitirmesine neden olacağından Metro’nun Haliç Geçişi’nin motorlu araç geçişi ile aynı köprüde birleştirilerek batıya kaydırılması ile hazırlanacak projelerin değerlendirilmek üzere Kurul’a iletilmesine” denilmektedir (Kıran 2009).

Bu kararda, o güne kadar Kurul’a gelen projelerin yüzyıllar boyunca oluşmuş doğal ve kültürel varlıklar üzerinde olumsuz etkisi olacağı değerlendirilmesini yapan Kurul, Köprünün Unkapanı Köprüsü ile birlikte yapılması yönünde görüş bildirmektedir.

Bu karar doğrultusunda Haliç Geçişi ile ilgili “5 adet alternatif proje hazırlanmış” ve 6 Şubat 2003’te sunulmuştur. Makaslı çelik köprü Şekil 5.15’te görülmektedir.

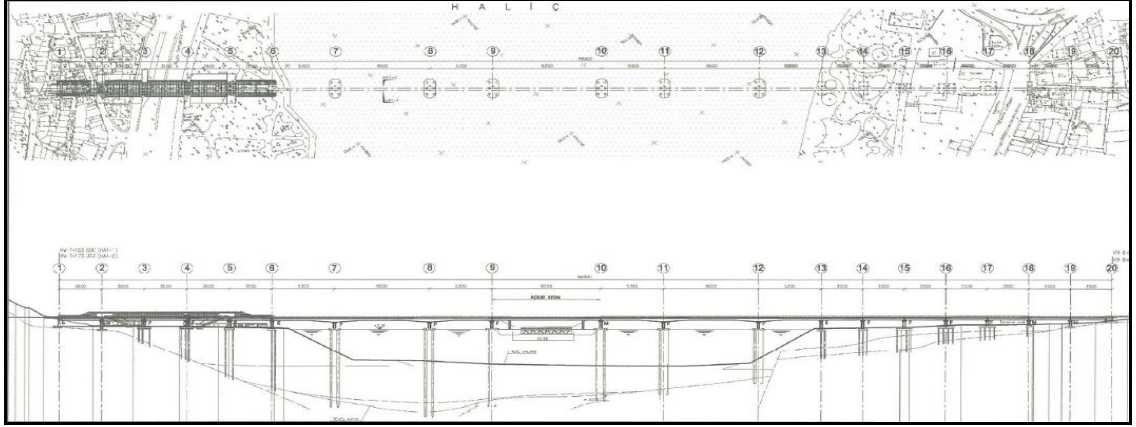
Şekil 5.15: Alternatif 6: Makaslı çelik köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

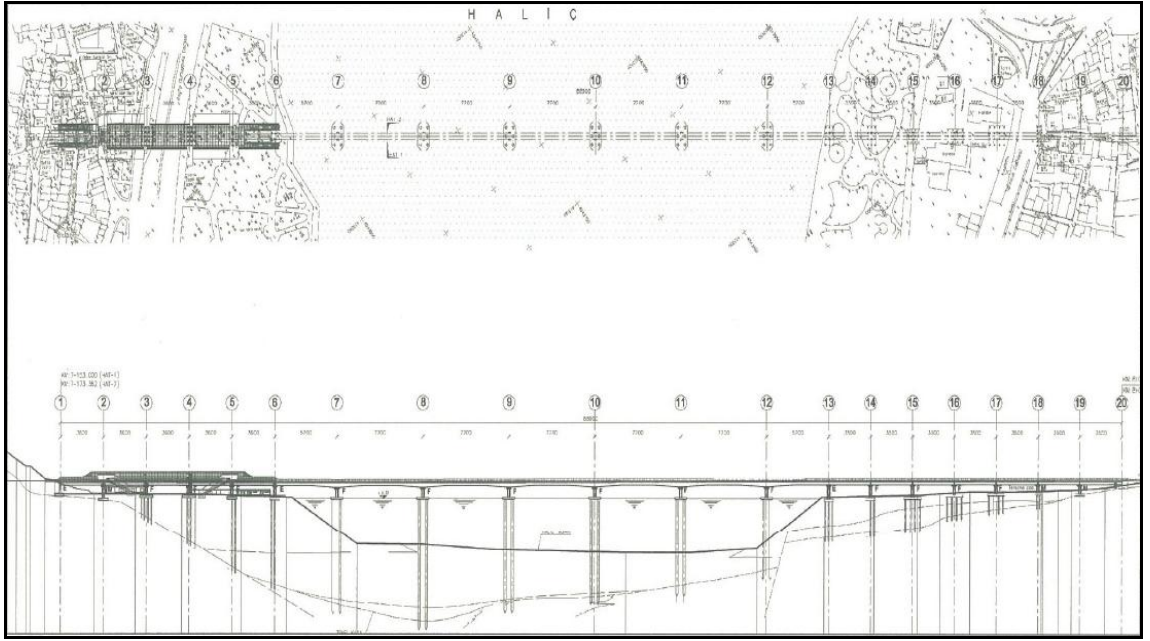
Orta açıklığı açılabilen değişken kutu kesitli çelik köprü Şekil 5.16’da, orta açıklığı açılmayan değişken kutu kesitli çelik köprü alternatifi ise Şekil 5.17’de görülmektedir.

Şekil 5.16: Alternatif 7: Orta açıklığı açılabilen değişken kutu kesitli çelik köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

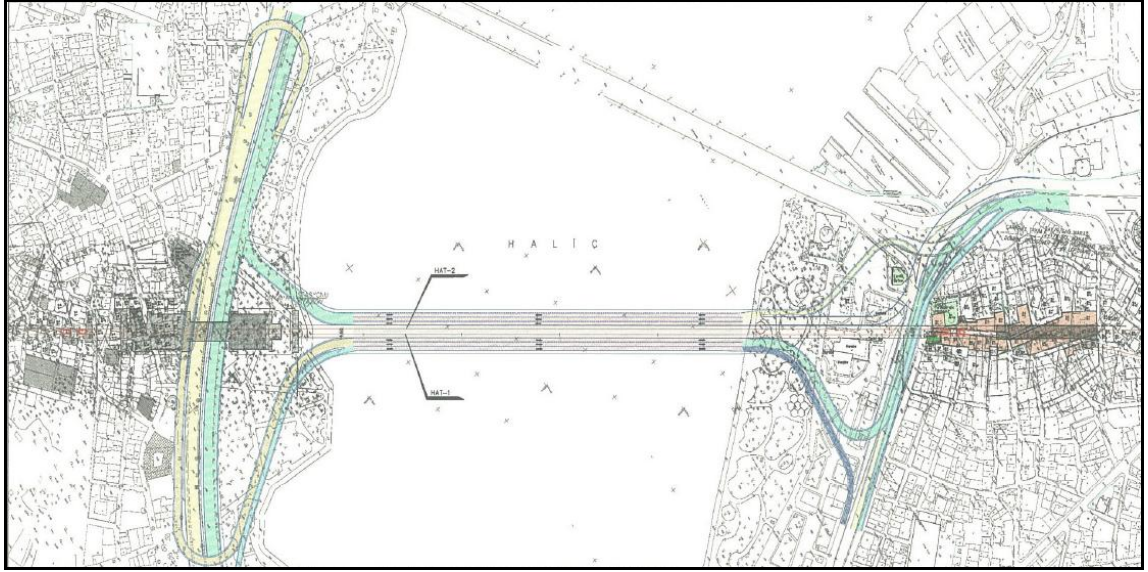
Şekil 5.17: Alternatif 8: Orta açıklığı açılmayan değişken kutu kesitli çelik köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

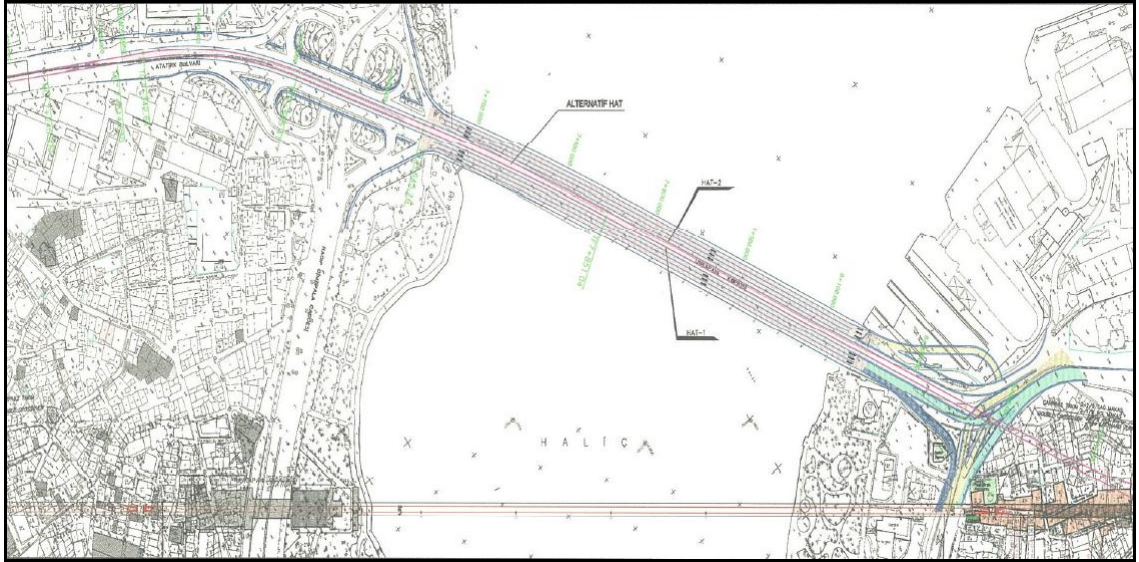
Diğer bir alternatif köprü projesi olan ve Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, metro köprüsünde birleştiren köprü projesi Şekil 5.18’de görülmektedir. Raylı sistem ile lastik tekerlekli araçlar için ortak tasarlanan diğer bir köprü projesi olan ve Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, Unkapanı aksında birleştirildiği alternatif Şekil 5.19’da, ve söz konusu köprüye ait kesitler ise Şekil 5.20’de görülmektedir.

Şekil 5.18: Alternatif 9: Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, metro köprüsünde birleştirme alternatifi.



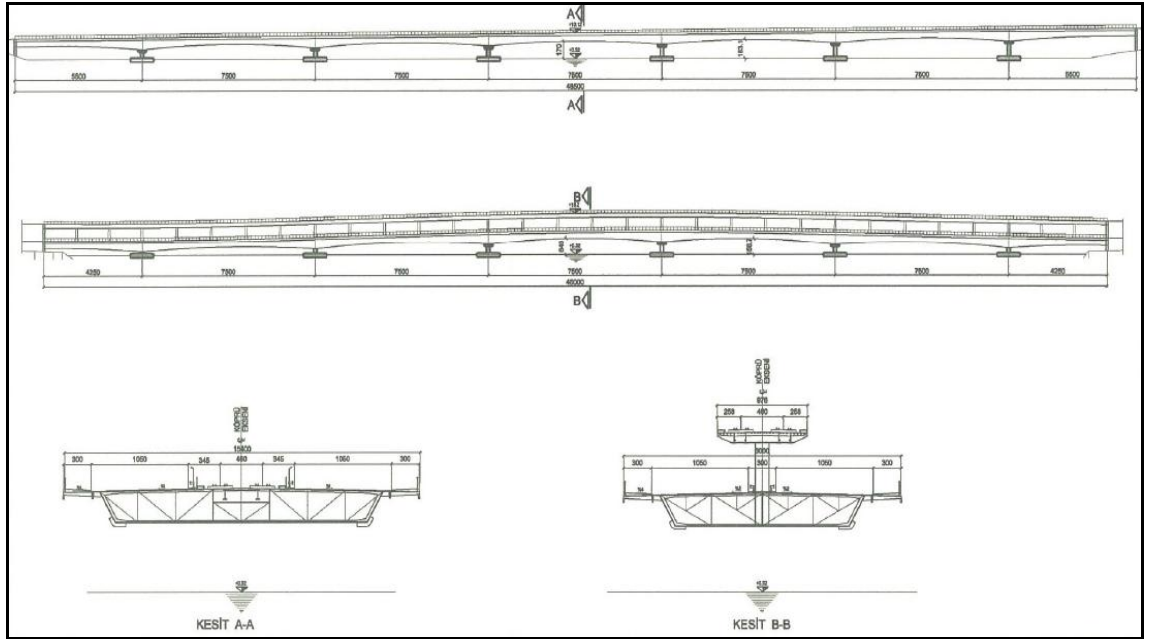
Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.19: Alternatif 10: Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü, Unkapanı aksında birleştirilmesi planı alternatifi.



Kaynak: Kıran (2009)

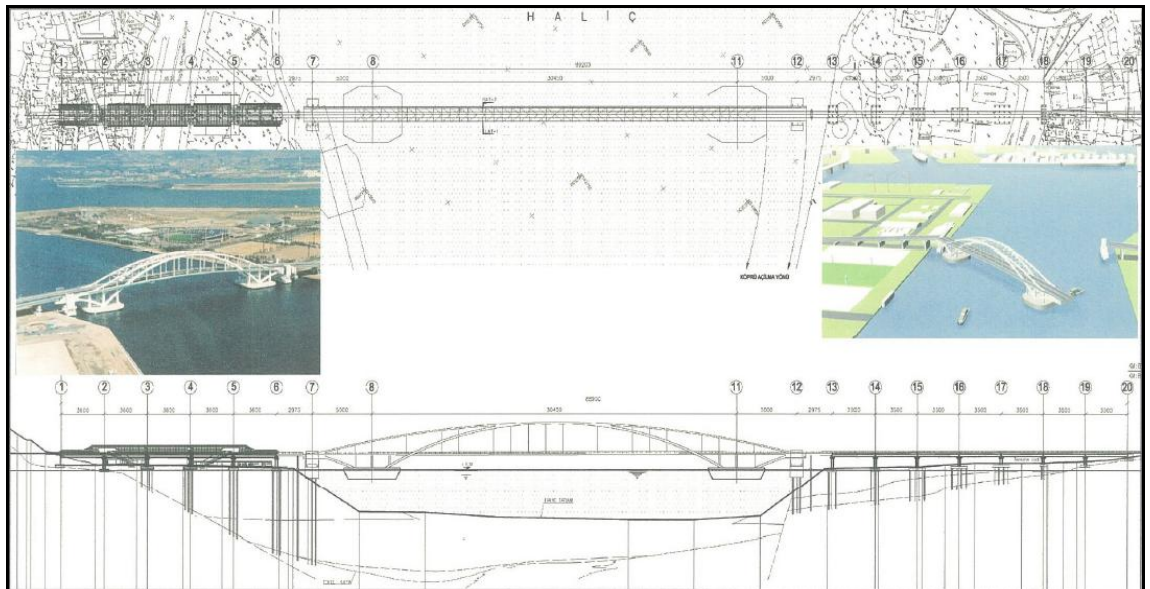
Şekil 5.20: Alternatif 9&10: Köprü profili ve kesitleri.



Kaynak: Kıran (2009)

Alternatif köprüler içerisinde bulunan dubalı köprü tasarımı Şekil 5.21’de görülmektedir.

Şekil 5.21: Alternatif 11: Dubalı köprü



Kaynak: Kıran (2009)

5.5.5 İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin 2 Ekim 2003 Tarihli Yazısı

İBB 02.10.2003 tarihinde Koruma Kurulu'na yazdığı 263 sayılı yazıda; Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün batıya kaydırılmasının, motorlu araç trafiği ile aynı köprüde birleştirilmesinin gerek güzergahta bulunan tarihi yapılar, gerekse yaklaşım viyadükleri ve kavşak yapıları nedeniyle mümkün olmadığını kesin ifadelerle belirtmiştir.

İBB danışmanlarından Prof.Dr.Ergun TOĞROL'un 16 Kasım 2007 tarih ve 29 sayılı teknik raporunda gelinen durum aşağıdaki şekilde değerlendirilmektedir.

'1. Köprü'nün şeffaf bir görünüşü olabilmesi için, köprü gövde yüksekliklerinin olabileceği değerler şöyledir:

92 m açıklık için 6.2 m,

61 m açıklık için 4.7 m,

46 m açıklık için 4.2 m,

37 m açıklık için 3.7 m,

2. Karayolu ile metronun aynı kotta olma durumunda deniz seviyesinden 12 m yükseklikte ve 38 m genişlikte bir köprü yapılması gerekmektedir. Bu alternatif, kavşak planlaması açısından metro sistemini üstte ve karayolunun altta düzenleneceği köprü alternatifi ile aynı olacaktır. Kavşak yollardaki trafik akışı rahat olmayacaktır.

3. Köprü'nün açılır-kapanır yapılması maliyeti önemli ölçüde arttıracak, köprü estetiğini olumsuz yönde etkileyecek, bakım ve işletme maliyetlerini arttıracaktır. Galata Köprüsü'nün açılan kısmının genişliği 75 m, Unkapanı Köprüsü'nün açılan kısmının genişliği 72.37 m'dir. Metro Köprüsü'nün açılır kısmının genişliğinin 70 metre olması beklenmektedir.

4. Haliç Köprüsü taşıyıcı zemininin derinde olması, temel masraflarını arttıracaktır. Bu bakımdan köprü'nün dubalar üstüne oturtulması düşünülebilir. Bu alternatifin mahzuru, Haliç'teki 0.20-0.30 m kabarma nedeni ile köprü düzleminin sabit olmamasıdır. Köprü hareket noktalarındaki ray birleşimlerinde problemler yaşanabilecektir.' (Kıran 2009).

Sonuç olarak 2005 yılına kadar Kurul'a sunulan projeler, doğal ve kültürel varlıkların korunarak, gelecek nesillere aktarılması bakımından ele alındığında, gerek seçilen yapım sistemi, gerekse mimariye, estetiğe ve kentsel planlamaya yaklaşımı ile uygun bulunmamıştır (Kıran 2009).

5.5.6 1998-2005 Arası Hazırlanan Alternatif Projelerin Değerlendirilmesi

Düz ve yatay bir köprü yapım sisteminin seçiminin yukarıda da sunulan ve 1998-2005 tarihleri arasında sunulan alternatif projelerle yapılan değerlendirmelerinde uygun olmayan bir çözüm olması aşağıda belirtildiği şekilde özetlenmiştir (Kıran 2009).

Doğal ve Kültürel Varlıklar İle Silüeti Etkileyen Yapım Sistemi Olarak:

- i. Orta açıklığı açılan köprü alternatiflerinde orta açıklığın 92 m olması zorunluluğu nedeni ile bu açıklıkta giriş derinliği 5 m olmaktadır. Açıklıkların değiştirilmesi durumunda farklı derinlikte köprü görünüşü ortaya çıkmaktadır.
- ii. Diğer taraftan giriş derinliğini azaltmak için açıklıkların azalması durumunda ayak sayısının artması nedeni ile boyuna yönde daha kaba ve dolu görüntü ortaya çıkacak, Haliç su altı ekolojisi zarar görecektir.

Güzergah Seçimi Olarak:

Unkapanı Köprüsü ile Metro Köprüsünün tek bir aksta bir arada tasarlanmasına yönelik yapılan alternatiflerde;

Yeni yapılacak köprünün en kesiti:

Yaya yolu : 7 m

6 Şerit lastik tekerlekli geçiş : 20.5 m

Metro hattı : 9 m

Toplam Köprü Genişliği : 36.5 m'dir.

Bu veriler 9 ve 10 numaralı alternatif köprü projelerinin uygulanabilir bir alternatif olmayacağını ortaya koymaktadır.

5.5.7 Koruma Kurulu'nun 6 Temmuz 2005 Tarihli Kararı

Yukarıda sıralanan kararlar ve çalışmalar çerçevesinde restoratör Mimar Hakan KIRAN tarafından Koruma Kurulu'na sunulan proje öncelikle Unkapanı Köprüsü'nü yıkarak raylı sistem ve lastik taşıtlı araçların geçmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Ancak

yukarıda sıralanan mahzurların analiz edilmesi neticesinde bu proje iptal edilerek onaylanan güzergah üzerinde bir köprü projesi hazırlanmıştır.

Hazırlanan alternatif Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesi, iki adet 65 metrelik piona sahip, Eğik Kablo Askılı Köprü hazırlanmıştır.

Bu alternatif köprü üzerinde düzenlenmesi gereken metro istasyonu, deniz üzerine alınarak şeffaf bir örtü ile örtülmüş, silüet üzerindeki etkisi minimize edilmeye çalışılmıştır. Ayrıca istasyonun yaklaşım yolları ve ayakları ile, karada yapılması durumundaki oluşturması muhtemel zararların da azaltılması amaçlanmıştır (Kıran 2009).

Kurul Kararı şu şekildedir:

‘‘İstanbul İli, İstanbul 1 Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu’nun 07.07.1993 tarih ve 472 sayılı kararı ile belirlenen Beyoğlu Kentsel Sit Alanı ile 12.07.1995 tarih ve 6848 sayılı kararı ile kentsel tarihi sit, kentsel arkeolojik sit ve 1.Derece arkeolojik sit olarak ilan edilen Eminönü ilçesini birbirine bağlayan İstanbul Metrosu’nun İstanbul 1 Numaralı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu’nun 26.01.2005 tarih ve 399 sayılı kararı ile uygun bulunan 1/5000 Ölçekli Tarihi Yarımada (Eminönü-Fatih) Koruma Amaçlı Nazım İmar Planında belirlenmiş olan güzergah üzerinde önerilen Haliç Metro Geçiş Köprüsü konsept projeleri ve eklerinin sunulduğu, gerekli kararın alınmasının talep edildiği İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı Özel Kalem ve Protokol Müdürlüğü’nün 14.06.2005 tarih ve 12734-38-352 sayılı yazısı okundu, ekleri incelendi, yapılan görüşmeler sonunda, İstanbul İli, İstanbul Metrosu Haliç Metro Geçiş Köprüsü önerisinin oy çokluğu ile kabul edilmesine karar verildi’’ denmiştir (Kıran 2009).

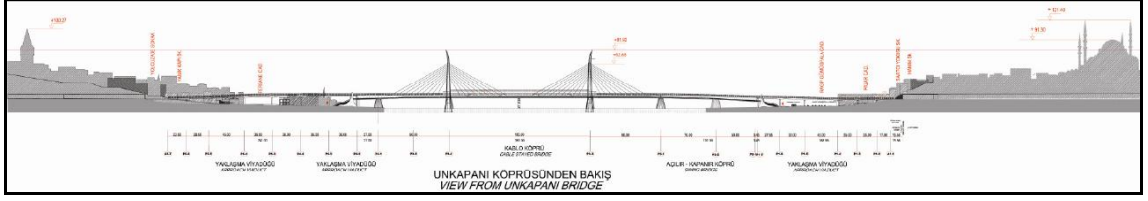
Konsept Projesi onaylanan ‘‘Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesi’’ ile, onaylı güzergah planına göre;

Unkapanı Yakasında:

Kamulaştırma gereken alan yüzde 55 oranında, etkilenen kültürel varlık sayısı yüzde 65 oranında azaltılmıştır.

6 adet kültürel varlık olarak tescilli eserin taşınmak üzere röleve, restitüsyon ve restorasyon projeleri hazırlanmıştır. Güzergah planı revize edilmek suretiyle ‘‘12’’ adet kültürel varlık planlama alanı dışına çıkarılmıştır.

Şekil 5.24: Köprü silüeti.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.24’te yapımı düşünülen köprünün silüeti görülmektedir.

5.6.1 Köprü Projesinin Tanıtımı

Unkapanı Yakası:

- i. Unkapanı Yakasında yer alan yaklaşma viyadüğünün uzunluğu 184.615 m’dir. Bu uzunluk tek parça ard germe plaka olarak çalışacak ve yerinde yapılacak iskelelerle inşa edilecek olan 6 açıklık ile geçilmektedir.
- ii. Ayaklar ortalama 32 metre açıklığı geçecek şekilde, minimum 1.1 m et kalınlığında tasarlanmıştır.
- iii. 32 metre açıklıktan daha uzun olarak geçilmesi gereken Ragıp Gümüşpala Caddesince ard germe köprü gövdesi ayakların bulunduğu noktalarda 2.20 metre olmaktadır. Tüm köprü gövdesi silüette kalınlığı ile masif bir etki yaratmaması amacıyla en uçlarda kalınlığı 0.30 m kalınlığa düşecek şekilde tasarlanmıştır.
- iv. Yaklaşma viyadüğü, güzergahın 7+133.00 km’sinde yer alan tünel ağzından başlayarak, istimlak edilen parsellerin bulunduğu Bodrum sokak ve Asmalı Mescit sokak’tan üzerinden geçmekte ve Ragıp Gümüşpala Caddesi’ni aşarak deniz tarafında yer alan ve çelik köprünün başladığı P1-7 ayağında sonlanmaktadır.

Haliç Geçişi:

- i. Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Haliç Geçişi 120 metre uzunluğunda açılır-kapanır köprü ve 387.5 metre uzunluğunda eğik askılı kablolu köprüden oluşmaktadır. Bu uzunluk, açılır-kapanır köprüde tek pivot ayak etrafında yer alan 50+70

metrelik iki açıklık ile, 90'ar metrelik kenar açıklıklı ve 180 metrelik orta açıklığa sahip eğik askılı kablolu köprü ve Beyoğlu yakasında tek açıklıklı 27.5 metrelik çelik viyadük ile sonlanmaktadır.

- ii. Ayaklar mümkün olan maksimum açıklığı geçecek şekilde, 3.5 m tabliye kalınlığında tasarlanmıştır. Bu yapının tasarımında, tespit edilen tasarım kriterlerine uygun şekilde, narin ve silüeti etkilemeyecek bir görünüm için; maksimum açıklığın, minimum tabliye kalınlığı ile geçilmesi esas alınmıştır.
- iii. 180 metrelik orta açıklığın ortasında yer alan istasyon, silüeti etkilememesi amacıyla, ETFE olarak adlandırılan şeffaf ve hafif örtü ile kapatılarak görsel geçirgenlik sağlanmıştır.
- iv. Açılır-kapanır köprü 25 eninde ve 100 metre boyunda gemi geçişlerine imkan tanımaktadır.
- v. Köprü orta eksenini altında maksimum +13.35 temiz geçiş imkanı vermektedir.

Beyoğlu Yakası:

- i. Beyoğlu yakasında yer alan yaklaşma viyadüğünün uzunluğu 268.00 m'dir. Bu uzunluk tek parça ard germe plaka olarak çalışacak ve yerinde yapılacak iskelelerle inşa edilecek olan 8 açıklık ile geçilecektir.
- ii. Ayaklar ortalama 32 metre açıklığı geçecektir.
- iii. Tarihi çevre araştırmaları sürecinde elde edilen eski haritalar doğrultusunda Arkeoloji Müzesi denetiminde yapılan araştırma kazılarında, sahil kesiminde yer alan Ceneviz Surlarının izleri sürülmüş, burç kalıntıları bulunmuştur. Bu burç kalıntılarına göre viyadüklere ait ayak yerleri revize edilmiş ve bu burçlar korunmuştur.
- iv. Kamulaştırmalar ve bina yıkımları ile açığa çıkarılan Ceneviz Surlarına metro hattının etkisini engellemek amacıyla güzergah projesi revize edilmiştir (Kıran 2009).

5.6.2 Haliç Metro Geçiş Köprüsü

5.6.2.1 Köprü tipi

Haliç Metro Geçiş Köprüsü Unkapanı Köprüsü'nün yaklaşık 150 metre güneyinde inşa edilecektir. Köprü toplam boyu yaklaşık 947 metre'dir. Köprü'nün Unkapanı kıyısında 8000 DWT'luk gemilerin giriş çıkışlarına imkan verecek, kara tarafından 50 metre, deniz tarafından 70 metrelik açıklığa sahip ve güvenli seyir aralığı en az 40 metre olacak şekilde açılabilir özellikte bir bölümde tasarlanmıştır. Askılı köprü iki pylon tarafından taşınmakta olup, 45'er metrelik iki yan açıklık ve 180 metrelik orta açıklıktan oluşmaktadır. Pylonların her bir tarafında 10 adet çelik halat, köprü tabliyesine bağlanmaktadır (Kıran 2009).

Önerilen kavramsal projede, dünyada ileri teknolojik köprülerde uygulanan ‘eğik askılı (cable-stayed)’ köprü sistemi seçilmiştir. Bu sistemde, iki pylon bulunmakta ve köprü tabliyeleri kablolarla bu pilonlara asılarak taşımaktadır. Bu sistemin seçiminde, Haliç deniz akıntısına en az müdahaleyi sağlamakla birlikte, silüeti ve özellikle Süleymaniye Camii'ni ezmeyecek yükseklikte bir gabaride köprü ayaklarını belirlemek ana kriterler olarak kabul edilmiştir. Şöyle ki; daha geniş bir açıklık geçilmek istense, eğik askılı sisteme bağlı olarak, hem gövde giriş yüksekliği, hem de pylon yüksekliği artarak silüeti etkilemeye başlayacaktır. Bu nedenlerle pylonlar için en optimal yükseklik tercih edilmiştir. Haliç köprüsünün yapımından sonra çeşitli açılardan görünüşler Şekil 5.25, Şekil 5.26 ve Şekil 5.27'de görülmektedir.

Şekil 5.25: Unkapanı köprüsünden bakış ve köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.26: Unkapanı yakası silüeti ve köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

Şekil 5.27: Beyoğlu yakası silüeti ve köprü.



Kaynak: Kıran (2009)

5.6.2.2 Demiryolu güzergahı

Haliç Metro Geçiş Köprüsü, Taksim-Şişhane hattını (km:8+098,901) Haliç'e geldiği noktadan karşı tarafta bulunan Unkapanı (km:7+133,00) tüneline bağlamaktadır. İki önemli kısıt tasarımı şekillendirmiştir. Birincisi: "Tarihi Yeşildirek Hamamı'nın ve 1488 ada, 67 Parsel'de yer alan şahıs binasının konumunun belirleyiciliği olurken, köprü ortasında yer alan istasyonun mevcudiyeti de ikinci kısıtı meydana getirmiştir.

Birinci kısıtta sözü edilen mekanlara uyum çabası nedeniyle köprü aksı: (Köprü km başlangıcına göre) km:0+132,000 ve km:0+212,000'lerde yer alan iki ters kurba nedeniyle 2.65 m tek akstan ayrılmıştır. Beyoğlu yakasında yapılan bu güzergah değişikliği, Unkapanı tünel ağzında problem yaratmaması için simetrik olarak bu yakada da tekrarlanmıştır. demiryolu hatlarının tasarımı bilinen demiryolu standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Söz konusu hesaplarda yatay kurba yarıçapları hesabında "153 $y_{max}=11.8(V_{pr}^2/R_{min})-d_{max}$ " ifadesi kullanılmıştır. Burada;

y_{max} = izin verilen maksimum yanıl ivme (UIC:0.6 m/sec²)

V_{pr} = Proje Hızı(80km/hr)

R_{min} = y_{max} 'a karşılık gelen minimum kurba yarıçapı (V_{pr} =80km/hr için R_{min} =825 m)

$d_{max}=0$ (köprü özeli ve istasyon nedeniyle devere gerek duyulmamıştır. Bu nedenle birleştirme eğrisi kullanılmamıştır. Düşey kurba yarıçapı hesabında $R_{düşey} = \frac{V^2}{pr/4}$ formülü kullanılmıştır. Birbirini izleyen kurbaların arasındaki minimum uzaklık 30 metre alınmıştır. Köprünün ortasında ki sehim nedeniyle köprü ortasında yer alan istasyonda yüzde 0 0 eğim yerine \pm yüzde 0 0,7596 eğimi kullanılmıştır

Taksim tarafındaki metro hatlarının geliş istikametleri kurba konularak (km:0+023.988) aralarındaki uzaklık 4.60 metre oluncaya kadar birbirlerine yaklaştırılmıştır (km: 0+047.980). Söz konusu noktadan itibaren iki hat km: 0+119.211'ye kadar birbirine paralel gitmektedir. Bu noktadan sonra planda gösterildiği gibi istasyon dahilinde iki hat arası 6.40 metreye çıkartılmış, istasyondan sonra her iki hat km:0+866.226'da tekrar 4.60 metre açıklığa kavuşturulmuştur.

Taksim tarafında iki hattın 4.60 metrelik açıklıkta birleştiği noktadan sonra (km:0+047.980) hatların birbirine geçişini temin edecek olan bir İngiliz makası km:0+053.923 ile km:0+103.923 arasına konulmuştur. Unkapanı tarafında ise yine hatlarının birbirine geçişini temin edecek olan diğer bir İngiliz makası da km:0+883.564 ile km:0+933.564 arasında yer almaktadır. Hat 2 üzerinde yer alan yaklaşık kilometreleri : km:0+152(R=600m), km:0+810(R=500m), km:0+871(R=500m) olan kurbalarda tren hızları, kurba yarıçapının olması gereken $R=825$ metreden küçük olduğundan 62 km/hr'a düşmektedir. Köprü üzerinde yer alan istasyon nedeniyle frenleme ve demeraj evreleri 80km/hr'lık işletme hızını engelleyecektir. Başka deyişle istasyon nedeniyle rejim hızı (80 km/hr) yapılamayacaktır. Buna ilaveten köprü üzerinde yer alan makaslar nedeniyle de proje hızının yapılamayacağı iddia edilmektedir (Kıran 2009).

5.6.2.3 Köprü fonksiyonu

Köprü tasarımı gerçekleştirilirken köprünün sadece metro sistemine hizmet etmesi değil aynı zamanda iki yaka arasındaki yaya erişimine de imkan tanınması amaçlanmıştır.

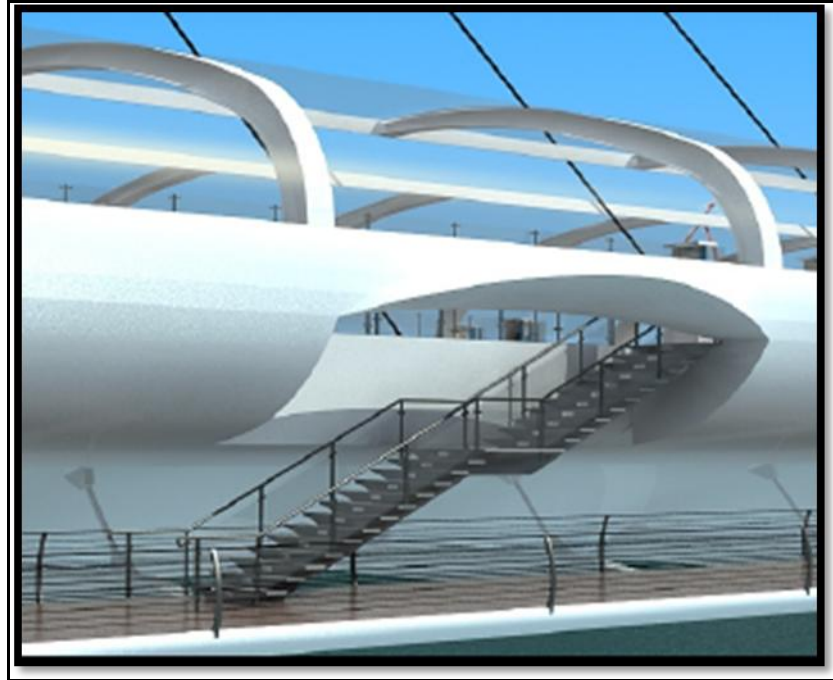
Şişhane istasyonu, Azapkapı ile arasındaki kot farkı nedeni ile Azapkapı civarındaki yolculara arzu edilen ölçüde hizmet veremeyecektir. Bu nedenle, Haliç'in her iki yakasındaki yolculara hizmet verebilmek amacı ile, Unkapanı istasyonu köprü üzerinde ve Haliç'i ortalayacak şekilde planlanmıştır. Bu sayede her iki yakada tarihi yapılar

arasına konumlandırılmış bir istasyon inşaatından kaçınılmıştır. İstasyon, Yenikapı-Taksim hattındaki ön görülen yolcu kapasitesi modeline göre tespit edilen en çok 8 vagonlu işleyişe uygun olarak 180 m uzunluğunda tasarlanmıştır.

İstasyon platformları köprünün yanlarında yer alan yaya platformlarından 4.23 metre yukarıda yer almakta olup, platforma ulaşmak için toplam 4 adet merdiven hesaplanmıştır. Merdiven genişlikleri ve sayısı, doruk saatlerdeki yolcu kapasitesi ve istasyonun acil durum boşaltmasına göre hesaplanmıştır. Bu konuda kabul edilen temel standartlar, ‘‘TSE 850 Metro İstasyonları Tasarım Kriterleri’’ ile Amerikan Yangın Önleme Kuruluşu’nun hazırladığı ‘‘NFPA 130 U.S. Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems’’’dir.

Haliç Metro Geçiş köprüsünde bulunan istasyon merdivenleri Şekil 5.28’te görülmektedir.

Şekil 5.28: Köprü istasyonuna çıkış merdiveni.



Kaynak: Kıran (2009)

İstanbul Metrosu’nda şuanda işletmede olan tren uzunluğu 86 metredir, ancak gelecekte ön görülen kapasite artışına göre toplam 172 metre uzunluğunda tren kullanılacağı öngörülmektedir. Bu nedenle istasyon uzunluğu 180 metre olacak şekilde planlanmıştır.

Hat eksenleri arası mesafe 4.6 metre ile 6.4 metre arası değişmektedir. İstasyonda, platformlar ray ekseninde 1.645 metre uzaklığa yerleştirilmiştir. Platformun ince üst kotu, ray üst kotundan 1.00 metre yukarıda, gelecekte tekerleğin geometrisinde bir değişiklik olması ihtimaline karşılık da vagon zemininden 0.05 metre alçakta düzenlenmiştir. Metro araçları enerjilerini 3. raydan almaktadır.

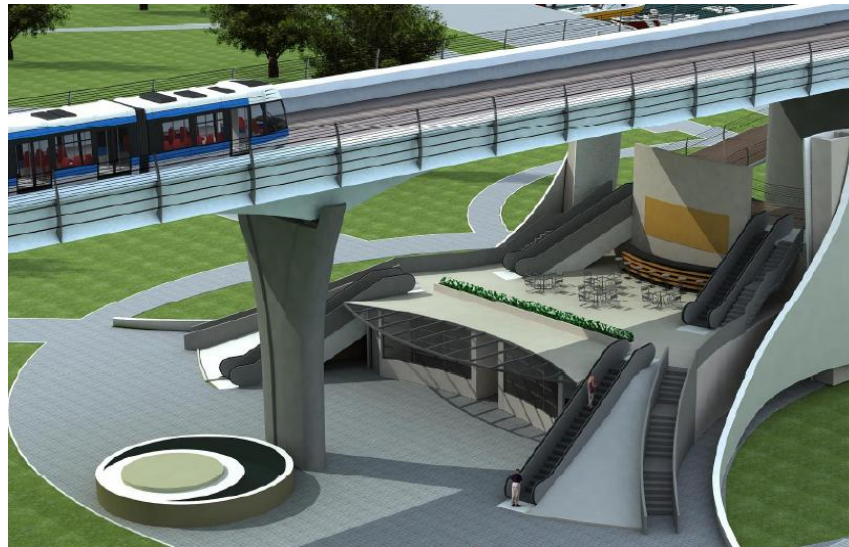
Dingil yükü yolcu vagonu için 11 ton ve motor vagonu için 13 ton'dur.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nde trafik güvenliğinin iki durumu vardır. Bunlardan ilki, köprü giriş platformlarında yer alan kontrol odasından takip edilen tipik servis hali ve açılır kapanır köprü'nün açıldığı durumdaki trafik güvenliğidir.

Trenin istasyonlar arasında yer alan viyadük üzerinde durması ve yolcuların tahliyesi gerektiğinde, yolcular; istasyon istikametinde yada tünel istikametinde, tabliye yanlarında yer alan acil kaçış yollarını kullanarak tahliye edilebilecektir. Acil kaçış yolları tüm viyadük boyunca her iki tarafta yer almakta olup, genişliği en az 1.00 metredir. Hat ekseninden 1.8 metre ve ray üst kotundan 0.97 metre yükseğe yerleştirilmişlerdir. Bu yollar, deniz tarafında bir korkuluk ile korunurken, tren hattı tarafında açık bırakılmıştır.

Köprü'nün iki yanında yer alan yaya yollarına ulaşım, her iki yakada yer alan ve köprüye servisi sağlayan giriş platformları ile sağlanmaktadır (Şekil 5.29).

Şekil 5.29: Köprü giriş platformu.



Kaynak: Kıran (2009)

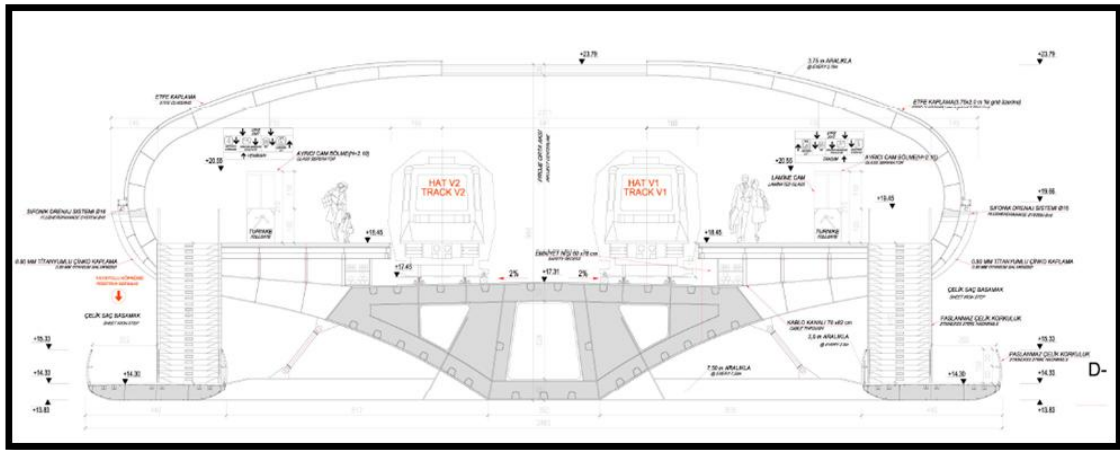
Giriş yapıları, köprüde en az yükü barındırmak temel ilkesine uyulması nedeniyle, normalde istasyona yakın olması gereken; bilet gişesi, gazete büfesi, güvenlik odası, idari ve teknik mahaller, tuvaletler, açılır-kapanır köprü kontrol odası ve teknik merkezi barındıran, birer servis yapısıdır.

Şekil 5.30'da görülen, yaya yolları, en fazla yüzde 4 eğimde, köprü gövdesine 3.25 metrede bir çelik kirişlerle bağlanmış ve istasyon haricinde 3.00 metre, istasyon altında, merdivenler nedeniyle 4.00 metre eninde olarak, kullanıcının konforlu bir şekilde ve bilet almasına gerek bırakmadan bir yakadan diğerine geçmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

İstasyon standartlara uygun olarak acil durumlarda yolcuların en kısa sürede tahliyesine olanak verecek şekilde tasarlanmıştır.

Bu amaçla, istasyon platformunda her bir güzergah için 4 adet olmak üzere 2.00 metre genişliğinde 8 merdiven bulunmaktadır. Ayrıca, hem özürlü ve yaşlıların bu merdivenlerden faydalanamayacakları düşünülerek, hem de yaklaşma viyadüğü üzerinde acil bir durum olup vagonlar durdurulduğunda yolcuların tahliyesine imkan vermek için, köprü boyunca acil kaçış yolları düzenlenmiştir.

Şekil 5.30: Köprü en kesiti.



Kaynak: Kıran (2009)

5.7 HALİÇ METRO GEÇİŞ PROJESİNİN UNESCO SÜRECİ

Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü ya da UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), Birleşmiş Milletler'in özel bir kurumu olarak, II. Dünya Savaşı'ndan sonra, 1946 yılında kurulmuştur.³

Bu kurumun yasası 1945 yılı Kasım ayında Londra'da 44 ülkenin temsilcilerinin katıldıkları bir toplantıda kabul edilmiştir.

Merkezi Paris'te bulunan ve Genel Konferans, Yürütme Konseyi, Sekreterlik olmak üzere üç organı olan UNESCO eğitim, bilim ve kültür alanlarındaki amaçlarını, kendisine üye olan her devlette kurulan Milli Komisyonlar aracılığıyla gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

UNESCO'nun günümüzdeki faaliyetlerini ana hatlarıyla; eğitim, bilim, kültür ve iletişim alanlarında uluslar arası işbirliğini güçlendirmek, bilginin paylaşımında öncü olmak, sosyal değişimlerin nedenlerinin ve sonuçlarını incelemek, standart belirleyici, normatif belgeler oluşturmak, uzmanlık alanına giren konularda üye ülkelere yardımcı olmak, karar alma mekanizmalarını harekete geçirecek toplantılar ve kamuoylarını yönlendirecek kampanyalar düzenlemek, araştırmalar yapmak, yayınlar hazırlamak bilgi toplamak ve dağıtmak şeklinde sıralamak mümkündür.

UNESCO'nun Dünya Mirası misyonu:

Ülkeleri, Dünya Mirası Sözleşmesi'ni imzalamaya teşvik ederek doğal ve kültürel mirasın korunmasını sağlamak;

Sözleşme'ye Taraf Devletleri kendi ulusal sınırları dahilinde bulunan alanları, Dünya Mirası Listesine dahil etmek üzere aday göstermelerini teşvik etmek;

Sözleşme'ye Taraf Devletleri, Dünya Miras alanlarının muhafaza edilme durumu hakkında raporlama sistemleri kurma ve idare planları oluşturma yönünde teşvik etmek;

Teknik yardım ve profesyonel eğitim verme yoluyla Taraf Devletlerin Dünya Miras varlıklarını korumalarına yardımcı olmak;

³ <http://tr.wikipedia.org/wiki/UNESCO>

Tehlike altında bulunan Dünya Mirası alanları için acil yardım sağlamak;

Dünya Mirası'nın muhafaza edilmesi amacıyla Taraf Devletlerin bilinç artırıcı faaliyetler gerçekleştirmesini desteklemek;

Yerel nüfusun, kültürel ve doğal mirasın muhafaza edilmesine katılımını teşvik etmek;

Dünya'yı kültürel ve doğal mirasının muhafaza edilmesi amacıyla uluslar arası işbirliğini teşvik etmek.⁴

Dünya Mirası Listesine Alınma Koşulları

- i. İnsanoğlunun yaratıcı dehasının bir şaheserini temsil etmesi.
- ii. Mimari veya teknoloji, anıtsal sanatlar, şehir planlama veya peyzaj tasarımı konusundaki gelişmeler üzerine bir zaman zarfı içinde dünyanın belli bir kültürel alanında insan değerleri arasındaki önemli alışverişi sergilemesi.
- iii. Yaşayan veya ortadan yok olmuş bir kültürel geleneğe veya bir medeniyete yönelik eşsiz veya en azından istisnai bir tanıklık üstlenmesi.
- iv. İnsanlık tarihinde önemli bir aşamayı veya aşamaları gösteren bir yapı türü, mimari veya teknolojik grup veya peyzaj için istisnai bir örnek olması.
- v. Özellikle geri döndürülemez değişikliklerin etkisi altında hassas hale gelen insanın çevre ile etkileşiminin veya kültürün (veya kültürlerin) bir temsilcisi olan geleneksel insan yerleşimi, arazi kullanımı veya deniz kullanımının istisnai bir örneği olması.
- vi. İstisnai evrensel öneme sahip olaylar veya yaşayan gelenekler ile, fikirler ile veya inançlar ile, sanatsal ve edebi eserler ile doğrudan veya somut bir biçimde ilişkili olması.
- vii. Üstün doğal bir fenomeni veya istisnai bir doğal güzelliğe veya estetik öneme sahip alanları ihtiva etmesi.

⁴ <http://www.istanbulmiraskomitesi.com/unesco-dunya-miras-komitesi.html>

- viii. Yaşamın kaydı, yer şekillerinin oluşumunda devam eden coğrafik süreçler veya önemli jeomorfik veya fizyografik özellikler dahil dünya tarihinin önemli aşamalarını temsil eden istisnai örnekler olmaları.
- ix. Kara, tatlı su, kıyı ve deniz ekosistemlerinin ve bitki ve hayvan topluluklarının evrim ve gelişimindeki devam eden önemli ekolojik ve biyolojik süreçleri temsil eden istisnai örnekler olmaları.
- x. Bilim veya muhafaza açısından istisnai evrensel değere sahip tehdit altındaki türleri ihtiva edenler dahil biyolojik çeşitliliğin yerinde korunması için en önemli ve dikkat çeken doğal habitatları kapsamaları.

Bakanlık 05.12.1984 tarihinde UNESCO'ya başvurmuş, İstanbul Tarihi Alanları'nın Dünya Miras Listesi'ne 06.12.1985 tarihinde kabul edilmiştir.

İstanbul'un Dünya Miras Listesine Kabul Edilen Koruma Alanları;

- i. Arkeolojik Park (Topkapı Sarayı ve Sultanahmet Bölgesi)
- ii. Süleymaniye Koruma Alanı
- iii. Zeyrek Koruma Alanı
- iv. İstanbul Kara Surları Koruma Alanı

Haliç Metro Geçiş Projesi'ne UNESCO'nun dahil olması 2006 yılında gerçekleşmiştir. UNESCO 2006, 2007 ve 2008 yıllarında taraf ülke olarak Türkiye'den tarihi yarımada'da ki tüm büyük ölçekli projelere yönelik etki değerlendirme raporu talep etmiş ve yönetim planı eksikliğine dikkat çekilmiştir.

Bu arada köprü projesi 2008 yılında ihale edilmiş ve UNESCO Şubat 2009 tarihine kadar Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi ile alakalı etki değerlendirme raporu talep edilmiş ve söz konusu rapor Ocak 2009 yılında Dünya Miras Komitesi'ne sunulmuştur.

Dünya Miras Komitesi sunulan raporun Taraf ülke tarafından değil bağımsız uzman heyetler tarafından hazırlanmasını talep etmiştir.

Bunun üzerine 2010 yılında Almanya'dan RWTH Aachen Üniversitesi ve İtalya'dan Venedik Üniversitesi Şehir Planlama ve Mimarlık Bölümlerine ayrı ayrı iki rapor hazırlanmıştır.

Dünya Miras Komitesi'nin 25 Temmuz – 3 Ağustos 2010 tarihleri arasında Brezilya'da gerçekleşen 34. Oturumu Taslak Karar Metni'nin 12.Maddesi'nde;

“12. Haliç üzerine inşası teklif edilen yüksek ayaklı metro asma köprüsünün Operasyonel Esasların 179(b) fıkrasında belirtildiği üzere, kültür varlıklarının Olağanüstü evrensel Değeri ve Bütünlüğü üzerinde geriye döndürülemez biçimde etkileme potansiyeli olabileceği ihtimalini değerlendirmekte; Süleymaniye Camisinin konumu ve tarihi yarımadaının genel silueti başta olmak üzere kültür varlıklarının Olağanüstü Evrensel Değerini güvenceye alma maksadıyla 33 COM 7B.124 sayılı karar doğrultusunda Taraf Devlet'çe “ kültürel Dünya Mirası Varlıkları Üzerinde Yapılacak Miras Etki Değerlendirmelerine İlişkin ICOMOS Yönergesi” dökümanında yer alan metodolojinin kullanıldığı bir Bağımsız Çevre Etki Değerlendirilmesi yaptırılmakta olduğunu tasvib etmekte; ve alternatif çözümleri ve bunların etki değerlendirmelerini de içermesi gereken değerlendirmenin sonuçlarını 15 Ekim 2010 tarihine kadar Dünya Mirası Merkezine sağlanmasını Taraf Devlet'ten istemektedir.” denilmektedir.

Hazırlanan bağımsız raporlar 2010 yılında Komite'ye sunulmuştur. Komite 2011 yılında Fransa'da yapmış olduğu 35. Oturum Taslak Kararı'nda ise;

“3. Taraf Devlet'in Haliç Köprüsü için ICOMOS Rehberi'ni baz alarak uluslar arası uzmanlarca ayrıntılı bir Etki Değerlendirme raporu hazırlanması için çaba gösterdiğini dikkate almakta ve raporun sonucunda da belirtildiği üzere, geçtiğimiz son oturumda ele alınan köprü tasarımının, varlığın Üstün Evrensel Değeri üzerinde olumsuz ve ciddi bir etkiye neden olacağını endişeyle tasdik etmektedir.

4. Başta pylon yüksekliğinin düşürülmesi ve metro istasyonu çatısının değiştirilmesi olmak üzere uzmanlarca köprü'nün tasarımına yönelik önerilen küçük değişiklikleri ve bunların belirli bakı noktaları üzerindeki yararlı etkilerini dikkate almakta ancak; önerilen değişiklikler yapılırsa bile köprü'nün, genel anlamda varlığın üstün evrensel değeri üzerinde olumsuz bir etkisi olacağına dair ciddi endişelerini ifade etmektedir.

5.Köprü'nün, Uygulama Rehberi'nin 172.Paragrafi'na riayet edilmeyerek herhangi bir şekilde Dünya Miras Merkezi'ne intikal ettirilmeden 2005 yılında prensipte onaylanmasından, her iki tarafta yapılan metro tünelleri çalışmasıyla köprü pozisyonunun değiştirilmez hale getirilmesinden, dolayısıyla köprü'nün güzergahına ve tasarımına dair gerekli somut değişimlerin yapılmasının neredeyse imkansız hale getirilmesinden derin bir üzüntü duymaktadır.

9. Taraf Devlet'ten varlık için, Dünya Miras Merkezi ile istişare ederek, altyapı gelişmeleri ve koruma için stratejik bir çerçeve geliştirmede tavsiyede bulunması, varlığın yönetiminde rehberlik etmesi ve Haliç Köprüsü'nün etkilerini azaltma konusunda mümkün olan her yolu dikkate alacak bağımsız uzmanlardan müteşekkil bir Danışma Komitesi atamasını/görevlendirmesini tavsiye etmekte." denilmektedir.

İstanbul Miras Komitesi üyesi Ali Ulvi ALTAN'ın, Taslak Karar'lar üzerinde yapmış olduğu değerlendirmeler aşağıdaki gibidir;

'1. Taslak Karar'da köprü projesi ile ilgili raporlarda yer verilen olumlu hususlara hiç yer verilmemiştir.

Genel olarak:

- i. Daha önce DMK kararları doğrultusunda yer verilen "Düz bir köprü yapmanın" kısıtlar çerçevesinde iki heyetin raporunda da mümkün olmadığını tespit edildiği,*
- ii. Daha önce DMK kararlarında yer verilen "Metro İstasyonu'nun Unkapanı Kıyısına alınması"nın tarihi ve doğal çevreye olan olumsuz etkileri sebebiyle (ayrıca Unkapanı'nın Miras Alanı'nın tampon bölgesinde yer alması) uygun olmadığını raporlarda tespit edildiği,*
- iii. Eğik askılı kablo sisteminin, alternatif projeler arasından, Haliç'e özgü çevre, deprem, zemin, ekoloji, ve metro sistemi kısıtlarına en uygun sistem olarak heyetlerce de kabul görerek onaylandığı,*
- iv. Yapılan revizyonlar neticesinde OUV, bütünsellik ve özgünlüğe olan etkilerin en az seviyeye indirilmesinde başarılı olunduğu,*
- v. Köprü projesinin tamamlanması ile raylı sistem ile toplu ulaşımda büyük bir kapasite kazanılacağı,*
- vi. Özellikle de tarihi yarımada'nın ve Dünya Miras alan'larının sürdürülebilir, çevreci ve çağdaş bir toplu ulaşım altyapısına olan önemli katkısına yer verilmediği,*
- vii. Son derece olumlu değerlendirmeler ve tavsiyeler içeren HVIAR Raporu'nun sonuç bölümüne yer verilmediği, sadece inceleme yönteminin sunulduğu,*
- viii. Karar bölümünde yapılan değişikliklerin minör olarak tanımlanmış olmasına rağmen köprü tekniği açısından oldukça kapsamlı değişiklikler olduğu,*
- ix. Her iki raporda da sunulan projeden daha uygun alternatif projenin olmadığı,*

Ali Ulvi ALTAN'ın bağımsız kuruluşların raporlarından yaptığı alıntılar ise şöyledir.

VIAR Raporu'nda (Aachen):

''Mevcut tasarım'' ile ''teklif edilen yeni tasarımın'' görselleştirmelerin karşılaştırması, teklif edilen değişikliklerin planlanan köprü tarafından meydana getirilecek olan rahatsızlıkları azaltma konusunda başarılı olduğunu göstermiştir...

....Planlanan köprüünün inşasının şehrin ufuk çizgisine ciddi etkiler yapacak olması ile birlikte, İstanbul şehrinin, özellikle Tarihi Yarımada'nın mevcut trafik sorununa önemli ölçüde çözüm getireceğinden dolayı büyük bir önem taşımaktadır. Prensipite, Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün etkileri, İstanbul'un, özellikle de Dünya Miras Varlığını barındıran Tarihi Yarımada'nın kentsel gelişimine ve sürdürülebilir toplu ulaşım altyapısına getireceği avantajlar göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.'' denilmektedir.

Prof.Dr.Rene Walther'in (HVIAR RAPORU - Venice) Raporu'nda:

''Haliç'i geçen metro köprüsü ile ilgili birçok alternatifin arasında, modern bir eğik askılı köprü, diğerleriyle kıyaslandığında uzak ara en iyi çözümdür ve aslında en fizibil olanıdır.

Kimi zaman dillendirilen, daha düz bir köprüünün Dünya Mirası üzerinde daha az bir çevresel etki yapacağı fikri, bizim görüşümüze göre ciddi olarak ele alınamaz. Böyle bir kirişli veya kafes köprü narin veya elegant olamaz.''

''Bu nedenlerden dolayı, yukarıda talep edilen modifikasyonların tatbik edilmesi sonrasında, önerilen eğik askılı köprü projesi temel konseptinin kullanılmasını şiddetle öneriyoruz.'' denilmektedir.

Ali Ulvi ALTAN, Prof.Siviero ve Prof.Kirova'nın raporunda; mevcut köprüünün ICOMOS Guideline'a uygun olarak etkilerini irdeledikten sonra, özellikle bir yönetim planı ve detaylı OUV tanımı eksikliğine dikkat çekmektedir. Projenin, Dünya Mirası Alanı üzerindeki etkilerini azaltmak üzere bir takım değişikliklerin intibak ettirilmesinin uygun olacağını bildirdiğini, belirtmektedir.

Ali Ulvi ALTAN Komite kararlarında köprü projesinde gerçekleştirilen değişikliklerin aslında taslak karardaki ifadesi ile yani minör olarak kabul edilemeyeceğini yapılan revizyonları ortaya koyarak ifade etmektedir.

Revizyonlara ait hususlar aşağıdaki gibidir;

- i. Kablo üst kotu 63 metreden 16 metre azaltılarak 47 metreye indirilmiştir.

- ii. Metro istasyon çatısında daha şeffaf bir görünüm elde etmek üzere 2/3'lük kesim iptal edilmiştir.
- iii. Köprü ayaklarının(tabliye altında, su seviyesine kadar görünen kısım) inceltilebilmesi için suyun altında kalan, görünmeyen kısımla ilgili ilave güçlendirme yapılarak görünen kısımlar narinleştirilmiştir. Böylece ayaklar 15.75 m çaptan 8.5 m çapa düşürülerek yüzde 46 inceltme sağlanmıştır.
- iv. Eğik askı kablo tipi için, yeni bir teknoloji kullanılarak kablo çapı 25 cm'den, 17 cm'ye düşürülmüştür.
- v. Köprünün yaklaşım viyadüklerinin çevresi ile entegrasyonu çerçevesinde, şeffaf gürültü önleyici duvarlar ve peyzaj düzenlemeleri projeye eklenmiştir.
- vi. Unkapanı kıyısında Süleymaniye eteklerinin deniz ile ulaşımını sağlamak üzere kıyıda yer alan 2*3 şeritli Ragıp Gümüş Pala Caddesinin yer altına alınması için fizibilite çalışmalarına başlanmıştır.

Ali Ulvi ALTAN'ın, Dünya Miras Komitesi Taslak Karar'ları hakkında yapmış olduğu değerlendirmeler şu şekildedir;

“35.Taslak Karar'da 7 yıldır Dünya Miras Merkezi tarafından İstanbul ile ilgili yapılan eleştirilere, yapılan değişiklik taleplerine rağmen, (oysaki köprü projesi 2006 yılından itibaren Komite Gündemine yansımıştır) köprü projesinin ciddi bir iletişim ve koordinasyon eksikliği sonucu bu noktaya geldiği vurgulanmaktadır.

Ancak bununla birlikte İBB'nin 34.Oturum'da işbirliği ve iletişimi kuvvetlendirmek üzere attığı adımlar, başta köprü ve yönetim planında verilen sözlere bağlı kalınmak için gösterilen hassasiyet ve çabalar kararın bir maddesinde tasdik edilirken, bir diğer maddede eleştiri konusu edilerek kararda çelişkiye düşülmüştür.

Her iki bağımsız raporda da köprü projesinin revize edilmiş halinin OUV'ye en az etki eden düzeye geldiğini belirtmeleri ve geline aşamanın kabul edilerek inşaata devam edilebilmesini tavsiye etmeleri belirtilmektedir. Ancak DMM gündemini yıllarca meşgul eden ve ICOMOS'un son derece hassas yaklaştığı bu konuyla ilgili raporlarda

varılan söz konusu mutlak sonuç, bir defada kabul edilebilecek bir husus değildir. Bu tespit ve değerlendirmeler çerçevesinde taslak karar değerlendirildiğinde;

- i. Köprü projesinin geldiği aşamada çok az bir revizyon için manevra alanı bırakıldığı ve artık geri dönülemez bir noktaya geldiği belirtilerek bir nevi köprü projesinin kabullenilmesi gerektiği satır aralarında gizlide olsa ifade edilmektedir.
- ii. 35.Taslak Karar metninde, köprünün yapılmaması veya inşaatın durdurulmasına yönelik bir ibare bulunmamakta, bu yönde bir tavsiye yer almamakta, aksine bağımsız bir danışman heyetinin bundan sonra mümkün olabilecek revizyonları takip etmesi önerilmektedir.”

5.8 HALIÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ PROJESİNİN İHALE BİLGİLERİ VE GÜNÜMÜZE KADAR YAPILAN İMALATLAR

5.8.1 Haliç Metro Geçiş Köprüsü İhale Bilgileri

Tablo 5.7: İhale bilgileri

Yüklenici	Astaldi SPA-Gülermak Ağır San. İnş. Ve Taah.A.Ş. iş ortaklığı
Güzegah Uzunluğu	936 m.
İstasyon Sayısı	1
İstasyon İsimleri	Unkapanı
İhale Bedeli	146.722.828,25 €+KDV
İhale Tarihi	06.10.2008
Sözleşme Tarihi	19.12.2008
İşe Başlama Tarihi	02.01.2009
Sözleşmeye Göre İşin Süresi	600 gün
Sözleşmeye Göre İşin Bitiş Tarihi	25.08.2010
1 Nolu Süre Uzatımına Göre İşin Bitiş Tarihi	07.07.2011
2 Nolu Süre Uzatımına Göre İşin Bitiş Tarihi	28.06.2012

Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi 06.07.2005 tarihinde Koruma Kurulu'nun onaylamış olduğu onaylı projelere göre 06.10.2008 tarihinde 146.722.828,25 €+KDV bedelle Astaldi SPA-Gülermak Ağır San. İnş. Ve Taah.A.Ş. iş ortaklığına ihale edilmiştir (Tablo 5.7).

5.8.2 Haliç Bölgesinde Yapılan Sondaj Çalışmaları

Sondaj çalışmaları kapsamında; örselenmiş ve örselenmemiş numune alma işlerini, 1.5 m'de bir yapılan standart penetrasyon deneylerini, kaya tabakasından karot numunesi alma, seçilmiş kuyularda ve seviyelerde vane deneyi ile pressiometre deneyi yapma işlerini yapılmıştır.

Zemin çalışmaları Unkapanı tarafında 0+000 km ile Azapkapı tarafında 0+935.963 km'ler arasında yapılmıştır.

Çalışma kapsamında; Azapkapı tarafında A5-7, P5-6, P5-5, P5-4, P5-3, P4-4, P4-3, P4-2 ve P4-1 no'lu sondajlar, denizde P3-4, P3-4A, P3-3, P3-1A, P3-1 P2-2 ve P2-2A no'lu sondajlar ve Unkapanı tarafında P2-1, P1-6, P1-5, P1-4, P1-3, P1-2 ve A1-1 no'lu sondajlar yapılmıştır.

İstanbul Bölgesi ve yakın çevresinin jeolojik genel yapısında; Paleozoyik yaşlı bir "Temel Kütle" ile bunun üzerine uyumsuz olarak gelen Mesozoyik yaşlı oluşuklar ve bunların da üzerinde uyumsuz olarak duran, Senozoyik yaşlı "Örtü Formasyonları" yer almaktadır (Geoteknik ve Sondajcılık Ltd. 2009).

Palaeozoyik Temel Kütle Ordovisiyen, Silüriyen, Devoniyen ve Karbonifer yaşlı değişik formasyonlardan ve bunların içine sokulmuş iki granitik masiften oluşmaktadır. Paleozoyik yaşlı bu tortul seriler önce Hersiniyen orojenez döneminde şiddetle deforme olmuşlar, kıvrılmış, kırılmış, yer-yer kaymış, dilimler halinde birbiri üzerine bindirmişlerdir.

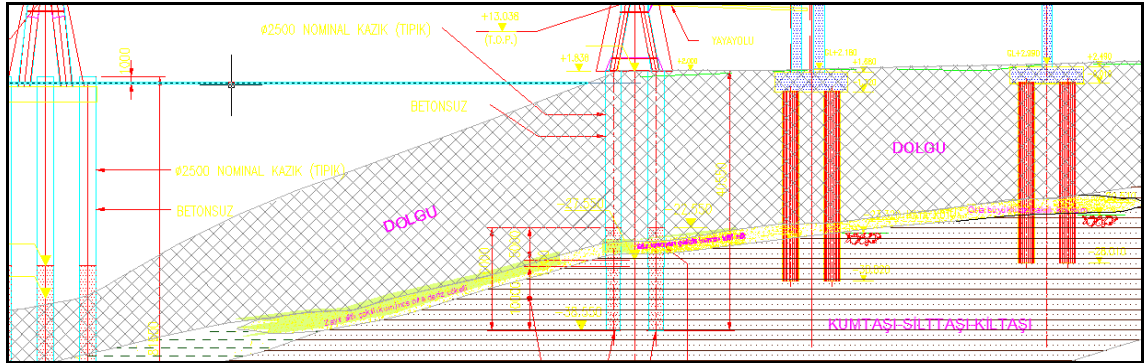
Paleozoyik Temel Kütle üzerine belirgin bir açısız uyumsuzlukla gelen Mesozoyik oluşuklar, Triyas ve Üst Kretase yaşlı tortul ve magmatik-vulkanik kayalık topluluklarından meydana gelmiş olup, bunlarda İlk Alpin orojenez döneminde deforme olmuşlardır.

İstanbul ve yakın çevresinde bulunan Senozoyik örtü çökelleri ise Eosen, Miyosen, Pliyosen ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı genç birimlerden meydana gelmiştir.

İnceleme sahası ve yakın çevresi Kuvaterner çökelleri ile örtülüdür. Bunların altında da Paleozoik yaşlı formasyonlar bulunur. Kuvaterner sedimanlar; Holosen yaşlı, Haliç'e dökülen Alibeyköy ve Kağıthane Dereleri civarında depolanan Alüvyon çökellerinden ve kıyı-dip tortulları, şehir artıkları ve molozdan oluşan Dolma Zemin malzemesinden oluşmaktadır. Paleozoik formasyonlar ise Karbonifer yaşlı sedimanlar ile temsil edilmiştir (Geoteknik ve Sondajcılık Ltd. 2009).

Haliç çevresinde hemen hemen her bölgede, yüzeyde, Dolma Zemin tabakası yer almaktadır. Bu tabaka çakıl, blok, kum, tuğla parçası, az silt ve kil içerir. İçindeki organik madde miktarı çok farklılık gösterir. Dolma Zemin tabakasının sahil kesiminde kalınlıkları Şekil 5.31'de görüleceği üzere fazladır.

Şekil 5.31: Azapkapı bölgesinde dolgu zemin tabakası.



Dolma Zemin tabakası altında "Yumuşak, kahverenkli, siltli, genellikle yüksek plastisiteli, karasal oluşumlu bir kil" tabakası bulunmaktadır.

Karasal kil tabakası altında "koyu gri renkli, yumuşak, plastik kil" tabakası bulunmaktadır. Bu tabaka denizel oluşumlu olup Haliç'in en karakteristik serisidir. Gri renkli, siltli olan bu kil, Haliç'in ağız bölgesinde 0-6 m arasında değişen bir kalınlığa sahiptir. Haliç'in başlama bölgesine doğru bu kilin kalınlığı çok artmakta ve 35.00 m'ye kadar varabilmektedir (Geoteknik ve Sondajcılık Ltd. 2009).

Bu gri renkli, deniz oluşumlu kil tabakası ile taban kayası arasında çakıllı, kumlu, killi, iri kavrıklı bir tabaka yer alır. Bu tabaka yer yer zayıf çimentoludur.

En altta bulunan Karbonifer sedimanları bölgede ana kaya olarak bulunmaktadır ve belirgin bir jeosenklinal karakteri göstermektedir. Genellikle kumtaşı olarak adlandırılan bu formasyon, iyi derecelenmemiş değişik kayaç parçaları içermektedir. Şeyl ve kumtaşları, yanal olarak dereceli geçişli ve ardalanmalı tabakalardır.

İnceleme sahasındaki sondajlar dolma zemin tabakasında başlamış ve anakayaya kadar ilerlenerek anakaya içerisinde bitirilmiştir.

Denizde yapılan sondajlarda 20.5 m ile 36.00 m arasında değişen derinlikte deniz suyu bulunmaktadır. P2-2, P2-2A, P3-1, P3-1A, P3-3 P3-4 ve P3-4A no'lu sondajlarda deniz tabanından itibaren, kalınlığı 20.00 m ile 42.80 m arasında değişen Dolgu Zemin tabakası yer almaktadır. Dolgu Zemin tabakası heterojen bir yapıya sahip olup, kil boyutundan blok boyutuna kadar malzeme ile tuğla, kiremit, demir, ağaç ve plastik parçaları içermektedir.

P2-2, P2-2A, P3-1, P3-1A ve P3-4 no'lu sondajlarda dolgu zemin tabakası altında, P3-3 no'lu sondajda deniz tabanından itibaren, kalınlığı 7.70 m ile 34.15 m arasında değişen, Genç Deniz Çökellerine ait Çok Yumuşak-Yumuşak-Orta Katı-Katı kıvamlı kil tabakaları bulunmaktadır. Bu kil tabakaları kabuk içermekte olup, yüksek plastisitelidir.

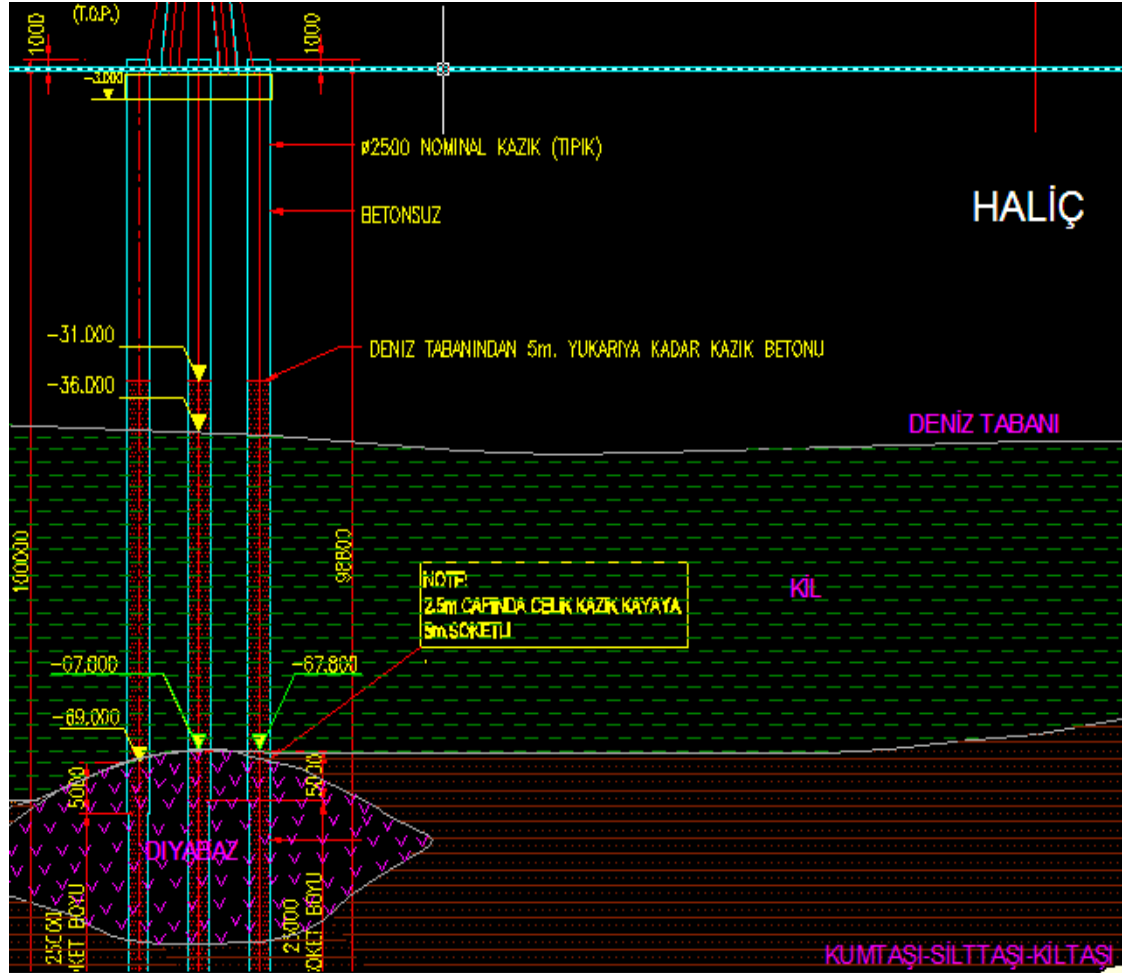
P2-2 ve P2-2A no'lu sondajlarda Genç Deniz Çökelleri altında kalınlığı 7.15 m ile 13.50 m arasında değişen Çok Katı Kil tabakası bulunmaktadır. P2-2 ve P2-2A no'lu sondajlarda çok katı kil tabakası altında, P3-1 no'lu sondajda Genç Deniz Çökelleri altında 12.35 m kalınlığında Sıkı-Çok Sıkı Çakıl tabakası yer almaktadır. P3-1A no'lu sondajda bu sıkı-çok sıkı çakıl tabakasında yaklaşık aynı seviyelerde girilmiş olup, sondaj bu çakıl tabakası içerisinde bitirilmiştir.

P2-2, P2-2A, P3-1 no'lu sondajlarda sıkı-çok sıkı çakıl tabakası altında, diğer sondajlarda Genç Deniz Çökelleri altında Trakya Formasyonuna ait Kumtaşı, Silttaşı tabakaları ile P3-3 no'lu sondajda bu tabakaları kesen Diyabaz daykı belirlenmiştir. Bu tabakalar arasında yer yer makaslama zonları bulunmaktadır.

Azapkapı tarafında denizden karaya doğru; P4-1, P4-2, P4-3, P4-4, P5-3, P5-5, P5-6 ve A5-7 no'lu sondajlar yapılmıştır. Yapılan bütün sondajlarda en üstte kalınlığı 2.5 m ile 26.50 m arasında değişen Dolgu Zemin tabakası yer almaktadır. Bu dolgu zemin

tabakası heterojen bir yapıya sahip olup, kil boyutundan çakıl boyutuna kadar olan malzeme ile tuğla ve beton parçaları içermektedir.

Şekil 5.32: Orta ayaklar bölgesinde zemin durumu.



Dolgu zemin tabakası altında P4-1, P4-2, P4-3, P5-3 no'lu sondajlarda kalınlığı 1.50 m ile 7.30 m arasında değişen Genç Deniz Çökellerine ait birimler yer almaktadır. Bu çökeller Gevşek-Orta Sıkı konumlu Kum tabakaları ile Orta Katı-Katı kıvamlı Siltli Kil, Killi Silt tabakalarından oluşmaktadır (Geoteknik ve Sondajcılık Ltd. 2009).

P4-1, P4-2, P4-3, P5-3 no'lu sondajlarda genç deniz çökelleri altında, P4-4, P5-4, P5-5, P5-6, A5-7 no'lu sondajlarda ise dolgu zemin tabakaları altında kalınlığı sondaj derinliği boyunca devam eden Kumtaşı ve Siltaşı tabakaları bulunmaktadır. Bu tabakalar arasında yer yer makaslama zonları bulunmaktadır.

Unkapanı tarafında P2-1, P1-6, P1-5, P1-4, P1-3, P1-2 ve A1-1 no'lu sondajlar yapılmıştır. Bu sondajların tamamında en üstte kalınlığı 5.50 m ile 43.50 m arasında değişen Dolgu Zemin tabakası yer almaktadır. Dolgu zemin tabakası kil boyutuna kadar malzeme ile kiremit ve beton parçaları içermektedir.

P1-6 ve P2-1 no'lu sondajlarda dolgu zemin tabakası altında kalınlığı 9.0 m ile 18.55 m arasında değişen Genç Deniz Çökellerine ait Gevşek-Orta sıkı konumlu Kum tabakaları ile Yumuşak-Orta Katı kıvamlı Kil tabakaları bulunmaktadır.

P1-6 ve P2-1 no'lu sondajlarda genç deniz çökelleri altında, P1-5, P1-4, P1-3, P1-2 ve A1-1 no'lu sondajlarda ise dolgu zemin tabakası altında kalınlığı sondaj derinliği boyunca devam eden Kumtaşı ve Silttaşı tabakaları bulunmaktadır. Bu tabakalar arasında yer yer makaslama zonları bulunmaktadır.

5.8.3 Yana Açılır Köprü Bölümü

Açılır kapanır köprü bölümü Haliç Metro Geçiş Köprü Projesi kapsamında yapımı gerçekleştirilecek olan ve gemilerin Haliç'e giriş çıkışlarına olanak sağlayacak bölümdür(Şekil 5.33).

Açılır kapanır köprü bölümü P2-1, P2-2 ve P3-1 akslarına oturacak şekilde projenin Unkapanı tarafında projelendirilmiştir. Açılır köprü bölümü, merkez pivotu 5 adet $\Phi 2500$ mm çapında kazık üzerine teşkil edilecek 120 m boyunda açılır kapanır köprüdür.

Açılır kapanır köprü 70 m'lik ve 50 m'lik iki konsoldan oluşmaktadır. 70 m'lik bölüm köprü açıldıktan sonra gemilerin geçişlerini sağlayacağı net 40 m'lik bir genişliğe imkan verecek şekilde tasarlanmıştır. Sistem saat yönünde 90 derecelik bir açı yapacak şekilde açılmaktadır. Tamamen elektronik olarak kontrol edilecek şekilde tasarlanmıştır.

Açılır kapanır köprünün tabliyesi Cemre tersanesinde imal edilmiştir. Tabliye haricindeki açılır kapanır sistem ise Waagner Biro tarafından Avusturya'da imal edilmiştir.

Şekil 5.34: Cemre tersanesinin uydu görüntüsü.



Cemre tersanesi, denize 500 m kadar uzaklıkta 10.000 m² alana kurulu bir atölye binasına sahiptir. Çelik plakalar öncelikli olarak burada depolanmış ve gerekli kesim işlemleri burada yapıldıktan sonra ağırlığı 15 tona kadar olan malzemelerin kaynak ağızları burada açılmıştır.

Cemre tersanesinin tersane bölümü ise 60.000 m²'lik bir alana kuruludur(Şekil 5.35). Kapalı ve açık çalışma alanlarına sahip olan tersane bölgesinde;

- i. Ray açıklığı 55 m, denize doğru betonarme kazıklı temeller üzerinde 34 m uzayabilen bir adet 250 ton kaldırma kapasiteli portal vinç,
- ii. Ana vinci besleyebilen ve açık alan çalışmaları için kullanılan muhtelif ayak açıklıklarında 11 adet 15-50 ton kapasiteli portal vinç,
- iii. Ana hatta paralel konumda üretim içinde kullanılacak ikinci bir bölüm ve burada bulunan muhtelif kapasite ve açıklıklı iki adet portal vinç,
- iv. Ofis ve idare binaları ve yemekhane bulunmaktadır.

Şekil 5.35: Cemre tersanesi.



Tersanede montajı tamamlanan köprü parçalarını duba üzerine yüklenmesinde kullanılacak olan portal vincin maksimum yükleme kapasitesinin 250 ton olması nedeniyle köprü parçaları maksimum 250 ton olacak şekilde imal edilmiştir.

Sadece P3-3 ve P3-4 ayakların ait kazık başlıkları ve P4-1 ve P3-1 ayakları montaj kolaylığı açısından tek parça (maksimum 410 ton) olarak imal edilmesi ve duba üzerine 650 tonluk paletli vinç ile yüklenmiştir (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010a).

5.8.4.2 Çelik köprü üstyapı imalatı aşamaları

5.8.4.2.1 Malzeme kumlama ve primer boya uygulaması

Tersane bölgesine getirilen saclar imalata sokulmadan önce kumlama ve primer boya uygulamasına tabi tutulmuştur.

Kumlama işlemi ISO 8501-1 standardına uygun olarak SA 2,5 kalitesinde gerçekleştirilmiş ve yüzey temizliği sağlanmasından sonra 15 mikron shopprimer boya uygulanmıştır. Tüm bu işlemler otomatik makineler marifeti ile gerçekleştirilmiştir. Kumlama ve shopprimer boya uygulaması ile uzun süren imalat aşamalarında malzemenin paslanmaması amaçlanmıştır (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010a).

5.8.4.2.2 Malzemelerin kesilmesi

Stok sahasında bekletilen saclar projelerine uygun olarak 2 adet oksijen/plazma CNC kesim makinesi vasıtası ile kesilmiştir(Şekil 5.36). Kesimi gerçekleştirilen malzemeler eğim, büküm işlemleri için tezgahların bulunduğu bölgeye vinç yardımı ile taşınmıştır. Eğim, büküm gerektirmeyen parçalar direkt ön imalat sahasına alınmıştır.

Şekil 5.36: Kesim Alanı ve Makinelerin Genel Görünüşü.



5.8.4.2.3 Malzemelerin eğme, bükme işlemleri

Eğme, bükme vb. ön imalat işlemlerine tabi tutulacak malzemeler, pres, silindir, büküm tezgahı ve giyotin tezgahlar vasıtasıyla bükülmüştür(Şekil 5.37).

Şekil 5.37: Eğme/bükme makineleri.



5.8.4.2.4 Malzemelere kaynak ağızı açılması

Malzemelere kaynak ağızları, teknik resimlere uygun olarak taşlama makinesi veya oksijenle kesme makinesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kaynak ağızı açılan malzemeler daha sonra atölyeye veya tersane sahasına taşınmıştır

5.8.4.2.5 Parçaların birleştirilmesi (çatım) işlemleri

Teknik resimlerine uygun olarak kesimi gerçekleştirilen malzemeler birleştirilirken öncelikli olarak puntalanarak birleştirilir. Kaynak işlemine başlamadan önce malzemeler puntalı vaziyetteyken parçanın tüm ölçü kontrol işlemleri yapılır. Çatım işleri sırasında, bileşenler istenmeyen herhangi bir içsel gerilme veya deformasyona mahal vermeyecek şekilde yerinde tutulur ve desteklenir (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010a).

5.8.4.2.6 Kaynak

Çatım işlemi yapılan parçaların kaynak yapılacak bölgeleri her türlü kir, yağ, pas vb.'den arındırılır. Daha sonra ilgili WPS'e (Kaynak Yöntem Şartnamesi) uygun olarak kaynak işlemi yapılır.

Küt kaynaklı eklemlerin uçlarında sağlanan tam boğaz kalınlığına olanak vermek için aşağıdaki şartlara uygun "run-on" ve "run-off" levha uzantı parçaları kullanılmıştır.

- i. Ana metalle aynı kalınlığa sahip olacak şekilde hazırlanmış bir çift "run-on" ve bir çift "run-off" levhası, kelepçeler kullanılarak, tüm küt kaynakların sırasıyla başlangıcına ve sonuna takılır,
- ii. Küt kaynaklar, her iki genişleme levhası içerisinde 25 mm'lik bir minimum mesafe ile uzanır,
- iii. Uzatmalar, alevli kesme ile giderilirken, kesikler, ana levhaların kenarlarına 3 mm'den daha yakın olmayacak ve geriye kalan metaller zımparalama veya taşlama kullanılarak giderilir.

5.8.4.2.7 Temizlik ve tahribatsız muayeneler(NDT)

Kaynak işleminin tamamlanmasından sonra sıçrıntı, curuf vb. kalıntılar mekanik yöntemlerle temizlenir ve NDT(Tahribatsız Muayene) yapmaya uygun hale gelir.

Temizlik işlemi yapılmış parçalar ilgili Kalite Planlarında belirtilen oranlarda NDT'ye tabi tutulur. NDT'nin nasıl yapılacağı ve kabul-red kriterleri Kaynak Görsel Muayenesi, Kaynakların Manyetik Parçacık Kontrolü ve Kaynakların Ultrasonik Kontrolü Prosedürlerinde belirtilmiştir (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010a).

5.8.4.2.8 Yüzey temizliği (kumlama) ve boya

Tahribatsız Muayenesi bitirilen parçalar yüzeylerine çelik grid püskürtülerek temizlenir. Boya işlemi görecekt parçalar boyahaneye gönderilir.

5.8.4.2.9 Malzemelerin duba üzerine yüklenmesi

İmalat aşamalarından ve kontrollerden geçen malzemeler 250 tonluk portal vinç yardımıyla duba'ya yüklenerek Haliç'e taşınmıştır. İmalatı tamamlanan ve duba üzerine yüklenmeyi bekleyen köprü parçaları Şekil 5.38'de görülmektedir.

Şekil 5.38: İmalatı tamamlanmış ve duba üzerine yüklenmeyi bekleyen köprü parçaları.



5.8.5 Çelik Kazıklar

First shipment (ilk sevkiyat) 13.12.2009.

Second shipment (ikinci sevkiyat) 30.12.2009

Third shipment (üçüncü sevkiyat) 28.02.2010

Fourth shipment (dördüncü sevkiyat) 04.04.2010

Şekil 5.39: Çelik kazıklar.



13.12.2009 da başlayan ve 04.04.2010 da tamamlanan 4 ayrı sevkiyat ile kazıklar sahaya getirilmiştir. Çelik kazık imalatlarına ait fotoğraflar Şekil 5.39 ve Şekil 5.40'ta görülmektedir.

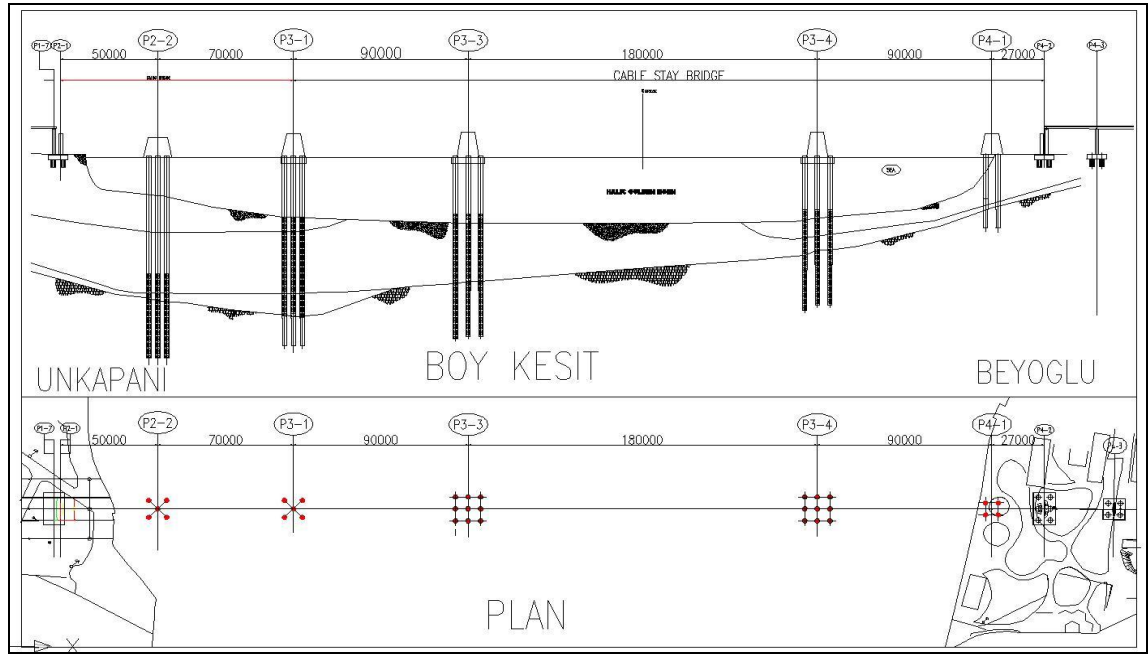
Şekil 5.40: Çelik kazıkların imalat aşamaları.



Aşağıda ki yerleşim planında da görüleceği üzere proje kapsamında; P2-2, P3-1, P3-3, P3-4, P4-1 ayaklarında toplam 32 adet 2500mm çapında çelik kazık ile 6 adet platform ve 10 adet koruma kazığı olmak üzere toplam 16 adet 1800mm çapındaki çelik boru kazığı bulunmaktadır. Çelik kazıkların yerleşim planı Şekil 5.41'de görülmektedir.

Çelik kazıklar yurt dışında imal edildikten sonra kazıkların İstanbul'a gelişlerinden önce söz konusu kazıkların Haliç'e alınması ile alakalı İstanbul Liman Müdürlüğü ve İstanbul Gümrük Müdürlüğü'ne yazılı başvurular yapılmış ve kazıkların sorunsuz bir şekilde Haliç'e alınması sağlanmıştır. Ancak; müteahhit firma kazıkların Haliç'e girmesi durumuyla alakalı 3 farklı senaryo hazırlığı yapmıştır. Çelik kazıkların yerleşim planı Şekil 5.41'de görünmektedir.

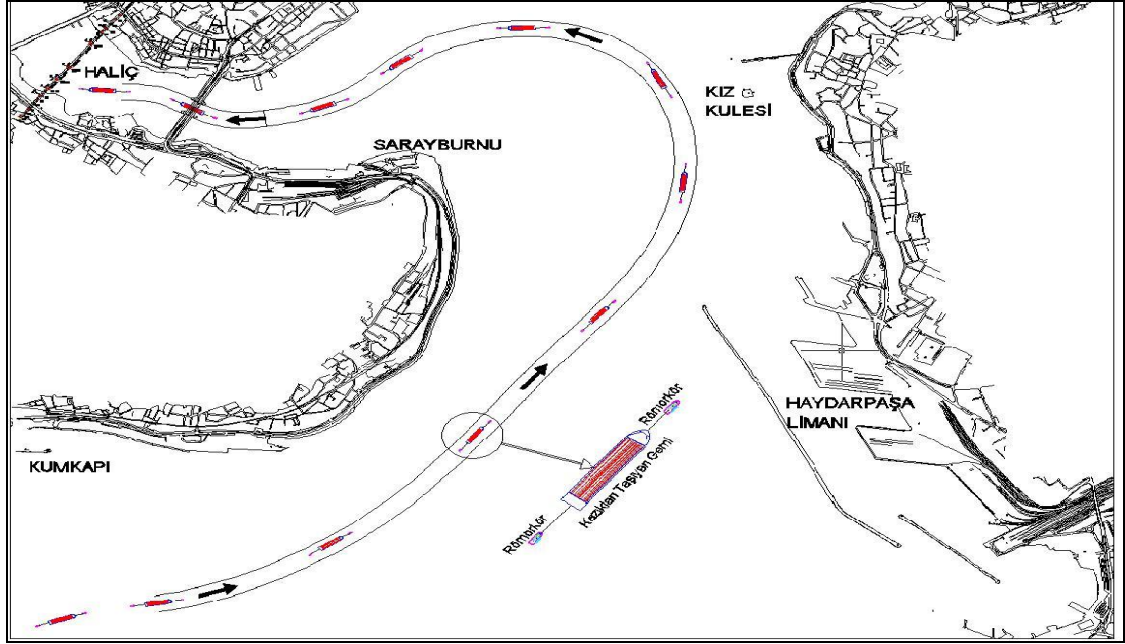
Şekil 5.41: Çelik köprü temel kazıkları yerleşim planı.



Birinci senaryo kazık taşıyan geminin izinler konusunda hiçbir engelle karşılaşmaması durumudur. Bu durumda; geminin Haliç'e girişi esnasında mevcut kapalı haldeki Galata Köprüsünün açılması için gerekli izinlerin alınması, geminin Galata köprüsünden geçerken köprüye zarar vermeyecek şekilde gerekli kılavuzluk ve simülasyon çalışmaları yapılmıştır (Şekil 5.42).

Kazıkların Haliç içine getirilmesi durumu ile alakalı ikinci senaryo ise geminin hiç durmadan Haliç'e girememesi durumudur. Söz konusu durum gerekli izinlerin zamanında yetişememesi veya Galata köprüsünün açılma programının aksaması gibi durumları kapsamaktadır. Bu durumda kazıkları taşıyan geminin iki adet römorkör kılavuzluğunda Haliç dışında (Haydarpaşa Limanı) geçici olarak demirledikten sonra Haliç'e girmesi planlanmıştır (Şekil 5.43).

Şekil 5.42: Boruların gemi ile doğrudan halıç içine getirilmesi durumu.

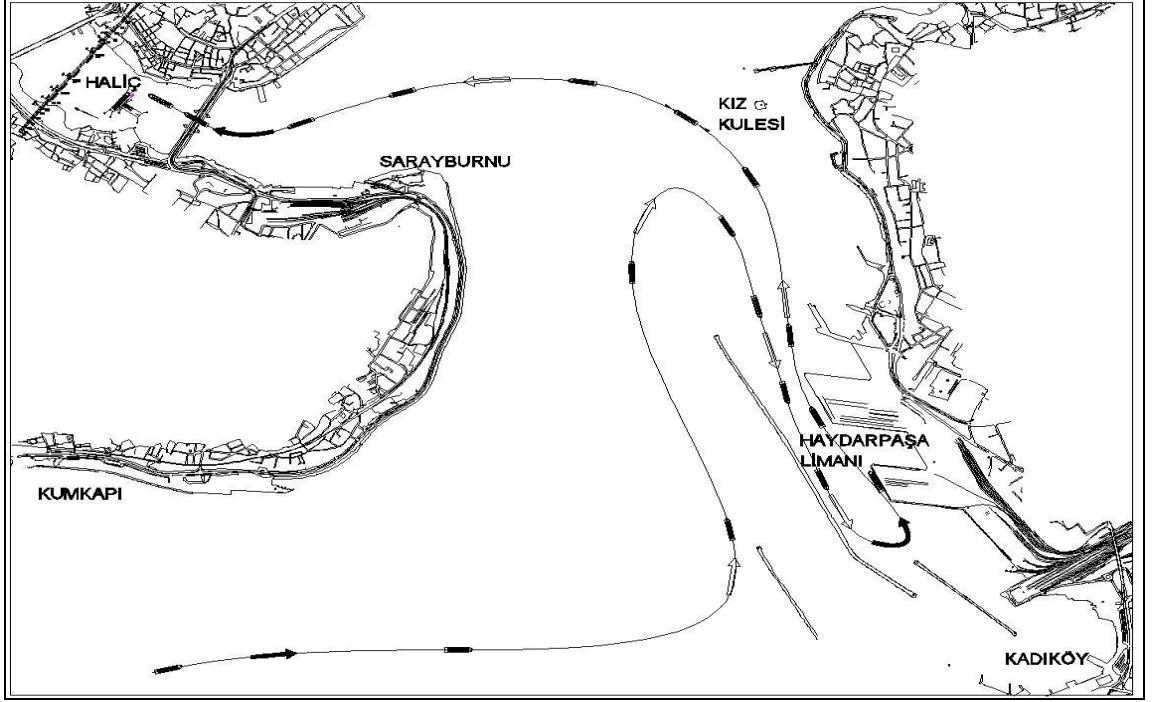


Kazıkların taşınması ile alakalı üçüncü senaryo’da ise geminin hiçbir şekilde Halıç içerisine girememesi durumunu bulunmaktadır. Bu durumda; ilgili idarenin göstereceği yerde kazıkların vinçler yardımı ile denize indirilmesi ve römorkörler yardımı ile Halıç içerisine yüzdürülerek taşınması planlanmıştır. Bu amaçla kazıklar her iki taraftan da su almayacak şekilde kapalı bir tüp şeklinde imal edilmiştir (Şekil 5.44).

Kazıkların taşınması ile alakalı üçüncü senaryo’da ise geminin hiçbir şekilde Halıç içerisine girememesi durumunu bulunmaktadır. Bu durumda; ilgili idarenin göstereceği yerde kazıkların vinçler yardımı ile denize indirilmesi ve römorkörler yardımı ile Halıç içerisine yüzdürülerek taşınması planlanmıştır. Bu amaçla kazıklar her iki taraftan da su almayacak şekilde kapalı bir tüp şeklinde imal edilmiştir (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010b).

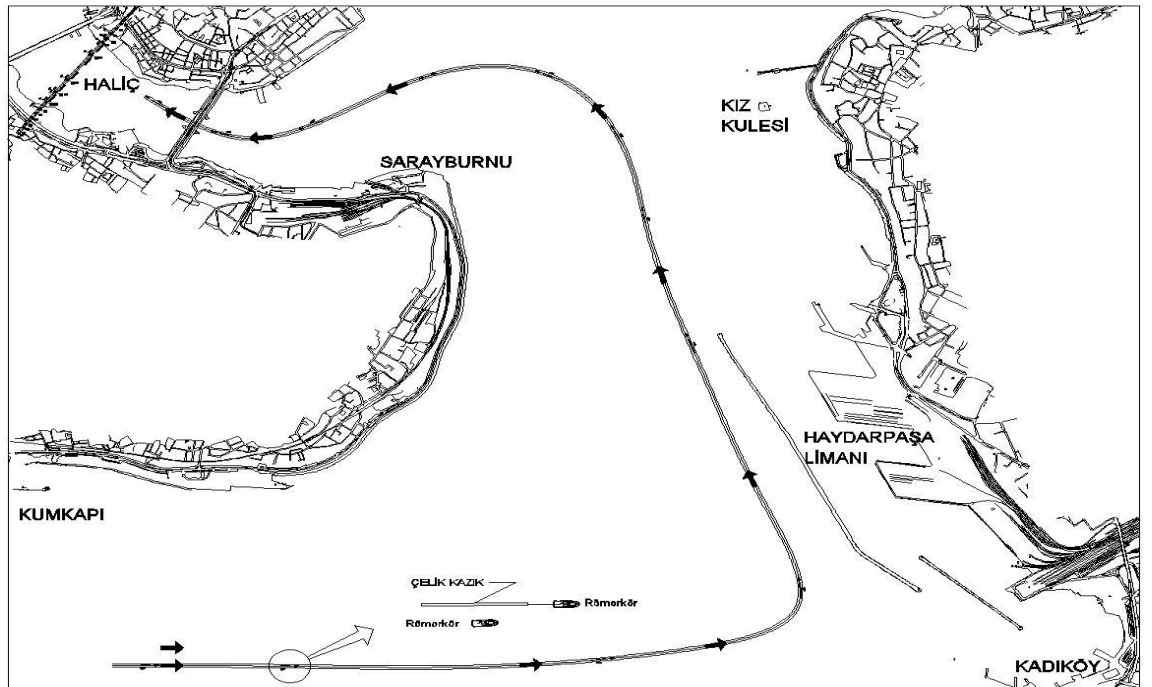
Kazıklar planlanan üç farklı senaryodan birincisi ile yani kazıkları taşıyan geminin direkt Halıç içerisine girmesi ile inşaat bölgesine getirilmiştir. Gemi ile Halıç içerisine kadar getirilen kazıkların gemiden denize indirilmesi ve geçici stok yerlerine taşınması da bütün bu senaryolar ile birlikte çalışılan planlanan aşamalar olmuştur. Bu tür ön çalışmalar bu evsafı ki projelerde gerek zaman kazanımı ve gerekse de yaşanabilecek muhtemel sorunların önceden belirlenip çözülmesi açısından gerekli çalışmalardır.

Şekil 5.43: Geminin geçici olarak Haydarpaşa’da demirlemesi durumu.



Duba üstüne konuşlandırılmış 800 ton kapasiteli vinç yardımı ile kazıklar denize indirilmişlerdir. Limitli depolama sahası sebebi ile kazıklar denizde yüzdürülerek stoklanmışlardır (Şekil 5.45).

Şekil 5.44: Kazıkların Kumkapı açıklarında denize indirilmesi varsayımına göre teker teker halîç içine sevk edilmesi.

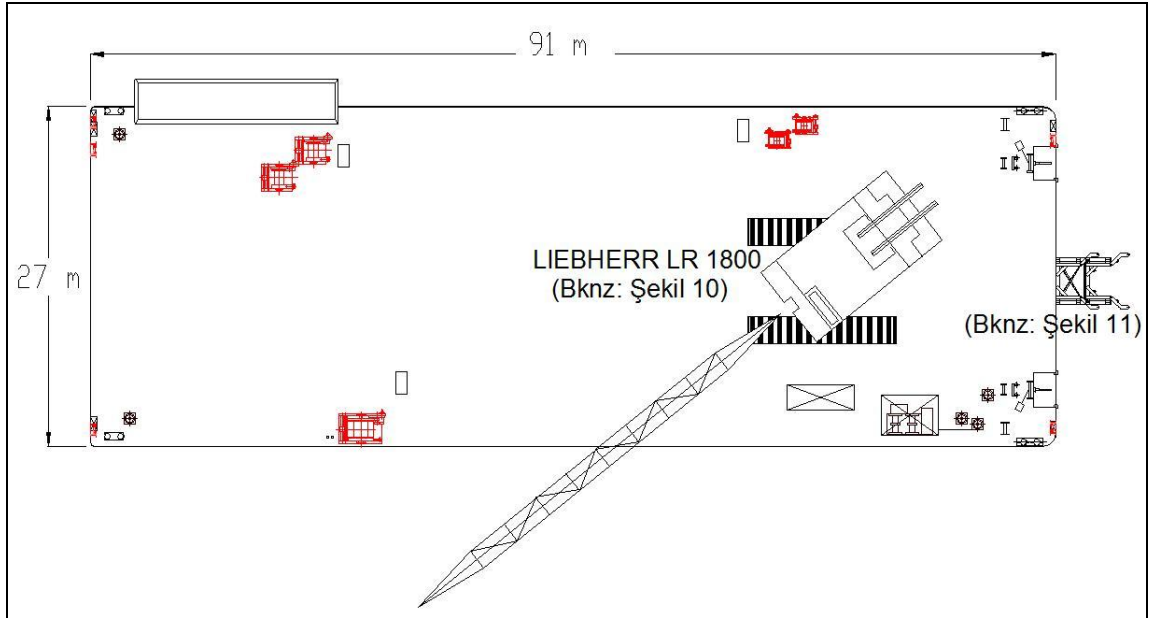


Şekil 5.45: Kazıkların gemiden indirilmesi ve geçici depolanması.



Yüzer vaziyette depolanmış halde bulunan çelik kazıkların buldukları yerden çakım noktasına götürülmesi için kazık montaj dubası ve duba üzerinde bulunan 800 ton kapasiteli Liebherr LR 1800 vinci kullanılmıştır (Şekil 5.46, Şekil 5.47).

Şekil 5.46: Montaj Dubası ve Vinç Yerleşimi.



Fabrika imalatında kapaklı olarak imal edilmiş olan kazıklar montaj dubası üzerine alındıktan sonra kapakları çakım yapılabilmesi için kapakları kesilir. Kapakların kesilmesinden sonra kazık vinç yardımı ile dik pozisyona getirilir. Kazık düşey pozisyonunu aldıktan sonra istenen koordinatlarda çakılabilmesi için dubanın veya

vincin hareketi çakım noktasına yakın bir noktaya getirilir. Bu aşamada duba sabitlenir ve plan görünüşünde hareket etmeyecek şekilde getirilir.

Bu durumda kazık olması gereken çakım koordinatlarına yaklaşık olarak getirilmiştir.

Çakım noktasına yaklaşık olarak getirilmiş olunan kazık öngörülen koordinatlarına hassa olarak getirilmesi için, duba üzerine Hidrolik Kazık Çakım Aparatı (Guide-Frame) monte edilmiştir (Şekil 5.48).

Şekil 5.47: Kazıkların depo alanından montaj dubasına alınması ve liebherr 1800 vinci.



Hidrolik kazık çakım aparatı yaklaşık 4 metre yüksekliğinde, kazığı sabitleyebilecek iki çerçeveye sahip bir sistemdir. Söz konusu çerçeveler açılır kapanır özelliktedir. Bu sayede kazığı çerçeve sistemin içerisine alarak onu sabitlemektedir. Hidrolik kazık çakım aparatındaki bu çerçeve sisteminin kolları hidrolik olarak ileri-geri ve sağa-sola hareket edebilmektedir. Bu sayede kazıklar için hassas bir şekilde koordinat verilebilmektedir (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010b).

Şekil 5.48: Hidrolik Kazık Çakım Aparatı (Gidaj-Guide Frame)



Kazık çakımı sırasında hidrolik kazık çakım aparatının alt ve üst çerçevelerinde gerekli ayarlamalar yapıldıktan sonra ölçme grubu kazığın dikliğini kontrol etmek üzere en üste yakın yerlerde okumalar yapar. Bu aşamada vinç sağa sola dönerek veya bom indirip kaldırarak tam ayar yapmaktadır (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010b).

Şekil 5.49’da kazığın Hidrolik Kazık Çakım aparatı tarafından kavranmış ve tam olarak koordinatlarına getirilmiş hali görülmektedir.

Şekil 5.49: Kazığın hidrolik kazık çakım aparatı (gidaj-guide frame) tarafından kilitlenmesi.



Çelik kazıklar Şekil 5.49’da görüldüğü gibi çakım koordinatlarına getirildikten sonra kılavuz çerçeve içerisinde zati ağırlıkları yardımı ile yumuşak zemin içerisine indirilir. Kazıklar iç ve dış yüzey sürtünmeleri zati ağırlığı ile eşitleninceye kadar dikey hareketini sürdürür.

Kazıklar söz konusu harekete başlamadan önce zemin yüzeyine değmemektedir. Kazık harekete başlayarak alt ucu zemine dokunmaya başladığı andan itibaren vinç tarafından taşınmakta olan ağırlık azalacağından vincin, dolayısıyla dubanın dengesi bozulacaktır. Bu durumda duba vinç geriye doğru yatacak ve kazık düşeylikten kaçacaktır. Koordinatlarının yerinde olması ve kazığın düşey konumda bulunması için çakımın en önemli işlemi bu aşamadır. İşlemin çok yavaş yapılması, denizde herhangi bir dalganın oluşması engellenmesi, dubanın ve vincin dengesinin olabildiğince sabit tutulması gerekmektedir. Bu aşamada kazık, optik ölçüm aletleri ile sürekli kontrol altında tutulmalı ve herhangi bir olumsuzluk anında işlem durdurulmalıdır (Astaldi Gülermak Adi Ort. 2010b).

Zati ağırlığı etkisindeki hareketi sonlanan kazıklar projelerinde ki nihai çakım kotuna kadar indirilebilmesi amacıyla özel bir çekiç yardımı ile çakım işlemine tabi tutulmuştur. Proje kapsamında kullanılan çekiç Menck MHU 500T tipi çekiçtir (Şekil 5.50).

Şekil 5.50: Çelik kazıkların özel çekiç yardımı ile çakılması.



Çekiç enerjisi kontrol edilerek, kazık ucuna zarar vermeyecek şekilde kazıklar tasarım kotuna dek çakılırlar. Kazıkların çakılması aşamasında çeliğin oluşan gerilmeleri görmek amacıyla kazık çakım analizleri yapılmıştır.

Kazık çakımı sırasında kazıkların projelerde öngörülen limitlerin ötesinde koordinatlardan kaçması, kazığın yatması diye tabir edilen durumlarla karşılaşılması amacıyla aşağıda ki önlemler alınmıştır.

- i. Kazığın ilk çakımı aşamasında, çekiç darbeleri mümkün mertebe küçük enerjilerle yapılarak, kazık ucunda oluşabilecek ani reaksiyon ve kaymaların önüne geçilmiştir.
- ii. Kazık çakımı sırasında kazık borusu üzerinde ki yatay uzunluk işaretleri optik aletler ile devamlı izlenmiş ve kazıkta çakım esnasında ters tepki (zıplama) kontrolü yapılmıştır. Böyle bir durumla karşılaşıldığında çakım enerjisi hemen düşürülmüştür.
- iii. Optik kontroller kazık düşeyliği içinde yapılmış ve düşey sapma görüldüğü an çakım durdurulması ve gerekli ayarlamaların yapılmasından sonra çakıma devam edilmesi planlanmıştır.

Kazıkların çekiç yardımı ile sağlam zeminde proje kotuna kadar çakılmasından sonra kazık içi foraja başlanmıştır. Kazık içi foraj iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada kazık içinde kalan yumuşak bölgenin özel bir kazık yardımı ile alınması işlemidir. İkinci aşama ise kazığın soketlendiği kaya bölgesinin forajıdır.

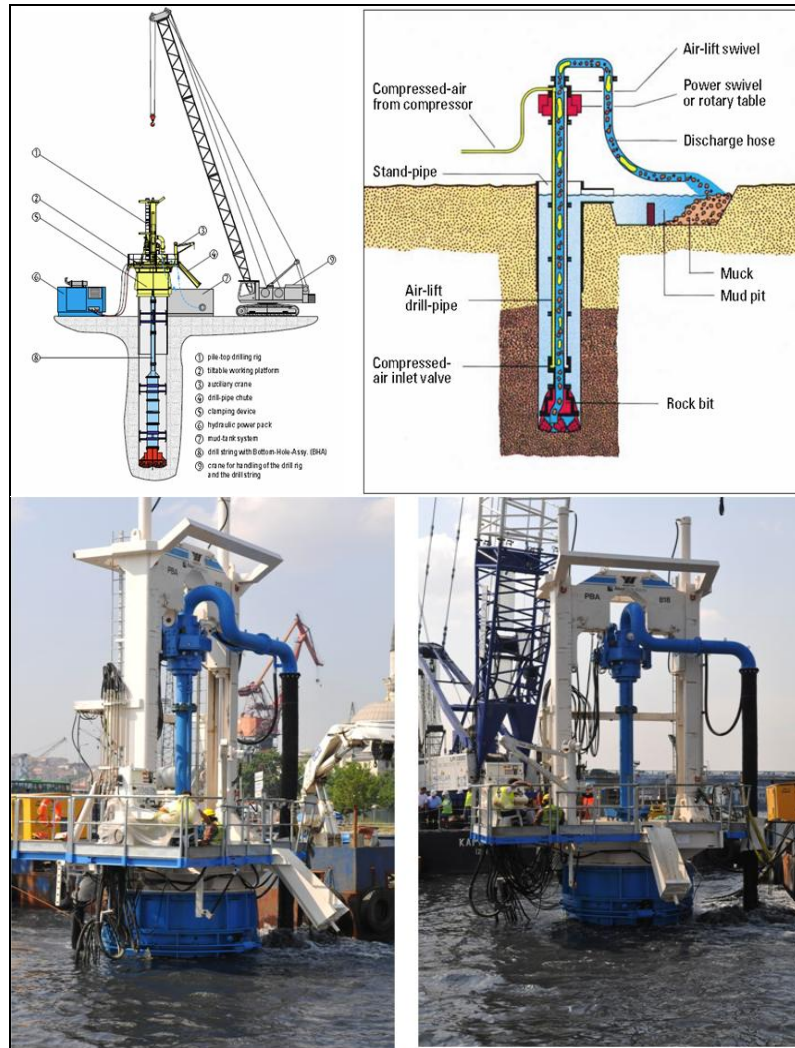
İlk aşamada yumuşak malzemeler Şekil 5.51’de görülen kaşık yardımı ile çıkarıldıktan sonra arkeologların incelemesi için özel bir dampere aktarılmıştır.

Kazık içi forajın ikinci aşamasında kaya forajı bulunmaktadır. Kaya forajı tersine sirkülasyon yöntemi ile yapılmıştır. Şekil 5.52’de kaya forajını gerçekleştiren sistem görülmektedir.

Şekil 5.51: Kazık içindeki yumuşak malzemenin alınmasında kullanılan kaşık.



Şekil 5.52: Kazık içi ve alt bölgesinde kaya forajı yapılması.

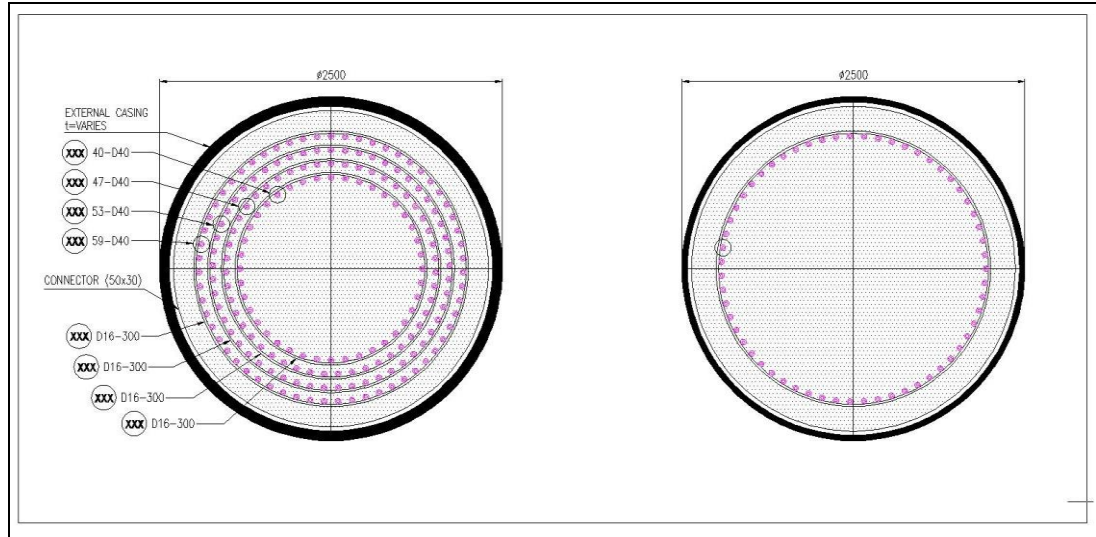


Söz konusu kaya forajı çelik kazığın kaya bölgesinde soketlendiği yaklaşık 4-5 metrelik bölgenin haricinde kazık alt ucundan yaklaşık 26-27 metreleri bulan bir derinliğe kadar indirilerek çelik kazığın altında klasik bir fore kazık oluşturulmuştur. Bu sayede köprüden gelen yüklerin kaya bölgesine sağlıklı bir şekilde aktarılması amaçlanmıştır.

Çelik kazıkların iç bölgeleri, foraj alt kotu ile deniz alt kotunun yaklaşık 6-7 metre yukarısına kadar betonarme olarak imal edilmiştir. Bu amaçla foraj çalışmaları devam ederken bir diğer taraftan donatı işleri yapılmıştır.

Çelik kazıkların Şekil 5.53'te görülen betonarme bölümlerde boyuna donatı olarak Φ 40 mm çaplı düz çubuk, enine donatı olarak ta Φ 16 mm çaplı firkete şeklinde donatı kullanılmıştır. Kazık betonu boyunca kesitlerdeki donatı miktarı çok değişkendir. Kazık alt ucunda 1 sıra olan boyuna donatı, betonun üst kotuna yakın yerlerde, her biri 100 mm aralıklı olan 3 hatta bazı kazıklarda 4 sraya çıkmaktadır.

Şekil 5.53: Deniz kazıklarının tipik donatı en kesitleri.

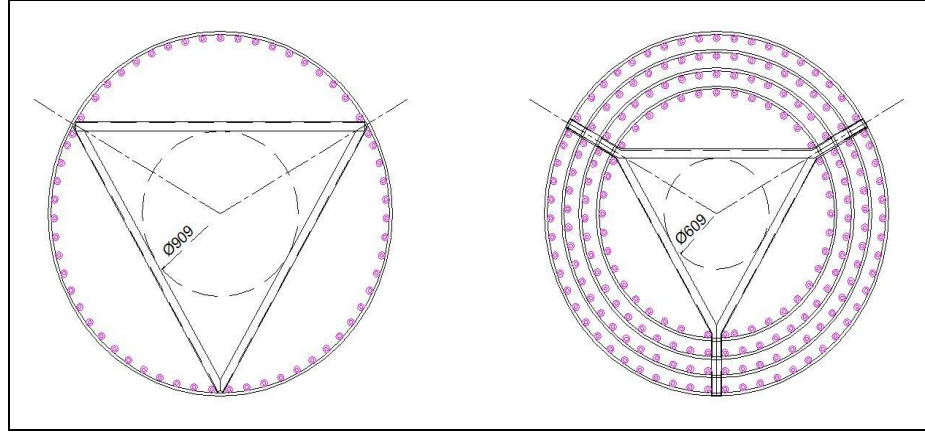


En dış sıradaki donatının pas payı 100 mm olacak şekilde imal edilen kazık donatılarında boyuna donatılar manşonlu olarak imal edilmişlerdir.

Donatı kafesi imalatlarına, 3 metrede bir yerleştirilmiş, donatı kafesinin iç çapına göre bükülüp kaynatılarak çember haline getirilmiş, kalıcı iskelet Φ 26 mm çaplı donatılar üzerinde başlanmıştır. Donatı kafesleri çalışma platformu üzerinde tamamlandıkça içlerine, kazık boyunca yaklaşık 3 metre aralıklarla Şekil 5.54'de görülen çapraz bağlantı çerçeveleri kalıcı olarak yerleştirilmiş ve her kafes için 6 tane boyuna donatıya

kaynatılarak tutturulmuştur. Böylelikle çerçeve içerisinde çapı 600-900 mm arasında değişen ve beton dökümü esnasında tiri borusunun en sık donatılı kesitlerde bile sağlıklı bir şekilde kazık uç bölgelerine kadar uzatılmasına imkan tanıyan bir boşluk sağlanmıştır.

Şekil 5.54: Donatı kafesi iç destekleri.



Şekil 5.55: Hazırlanan donatı kafeslerinin gemi ile kazık bölgesine taşınması.



Foraj işlemlerinin tamamlanması ve donatıların hazırlanmasından sonra donatılar kazık içlerine indirilmiş ve betonlama işlemlerine başlanmıştır(Şekil 5.55 ve Şekil 5.56).

Beton duba üzerine yerleştirilen beton mikserine kıyı bölgesinde dökülerek kazık bölgesine kadar taşınmış ve orada mikserden tiremiye aktarılmıştır.

Şekil 5.56: Betonun duba üzerindeki mikser ile taşınması ve kazıklara dökülmesi.



Çelik kazıklar imal edildikten sonra P3-1 aksında ki kazıklar -2.5 m P3-3 ve P3-4 akslarında ki kazıklar ise -3.0 m kotunda deniz içerisinde kesilmiştir. Kazıkların deniz altında kesilmesinde ki amaç kazıkların bir arada çalışması ve köprü ayaklarının kazıklar üzerine düzgün bir şekilde basmasını sağlamak amacıyla projelendirilen kazık başlığının deniz altında kalmasını sağlayarak görüntü konusunda olumsuzluk yaratmaması amaçlanmıştır.

Su altında gerçekleştirilen bu imalat için kuru havuz sistemi (Dry Dock) kullanılmıştır. Yaklaşık 6.25 m yüksekliğinde içi boş bir silindir şeklinde olan sistem kazık üzerine monte edildikten havuz boyunca yerleştirilen lastik contaların sıkıştırılması ile havuz su geçirimsiz hale gelmektedir.

Denizde imatları gerçekleştirilen kazıklara ait teknik veriler Tablo 5.8'de görülmektedir.

Tablo 5.8: Denizde çakılan kazıklar.

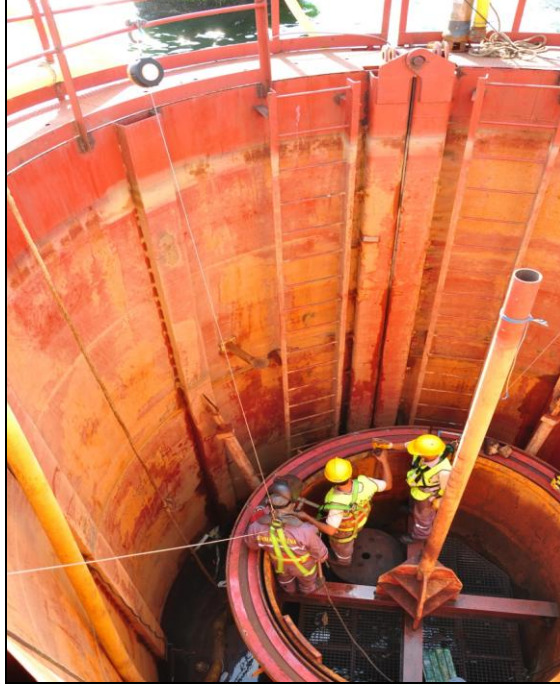
KAZIK	Kazık Uzunluğu	KATMAN DERİNLİĞİ				Uygulama (50 darbe / 450 kj) Sonrası Kaya Soket Boyu	
		Deniz Dibi Kotu	Kaya Kotu	Çelik kazık alt kotu	Yapılmış Foraj kotu		
P2-2	P2-2A	81,50	-21,60	-74,88	-80,42	-110,70	5,54
	P2-2B	81,50	-25,60	-76,95	-80,46	-110,70	3,54
	P2-2C	81,50	-19,50	-75,10	-80,41	-110,70	5,31
	P2-2D	81,50	-25,90	-76,60	-80,42	-110,67	3,82
	P2-2E	81,50	-22,60	-75,82	-80,42	-110,70	4,60
P3-1	P3-1A	88,85	-32,40	-82,67	-87,86	-106,10	5,19
	P3-3B	88,85	-32,10	-82,68	-87,82	-106,05	5,14
	P3-1C	88,85	-32,60	-82,72	-87,90	-106,10	5,18
	P3-1D	88,85	-32,60	-82,63	-87,87	-106,22	5,24
	P3-1E	88,85	-32,60	-82,90	-88,00	-106,20	5,10
P3-3	P3-3A	75,00	-34,80	-70,05	-74,03	-99,20	3,98
	P3-3B	73,80	-35,15	-70,70	-75,05	-100,25	4,35
	P3-3C	73,80	-35,50	-69,82	-75,11	-100,31	5,29
	P3-3D	75,00	-34,90	-70,10	-73,98	-99,20	3,88
	P3-3E	73,80	-35,30	-70,59	-74,77	-99,97	4,18
	P3-3F	73,80	-35,50	-70,87	-75,02	-100,20	4,15
	P3-3G	75,00	-35,30	-69,55	-74,02	-99,22	4,47
	P3-3H	73,80	-35,50	-69,35	-72,81	-98,01	3,46
	P3-3J	73,80	-35,50	-70,01	-75,09	-100,20	5,08
P3-4	P3-4A	62,50	-34,50	-61,99	-65,12	-87,32	3,13
	P3-4B	59,50	-34,40	-59,47	-62,30	-84,50	2,83
	P3-4C	59,50	-32,85	-56,91	-60,72	-82,92	3,81
	P3-4D	62,50	-34,70	-58,55	-63,50	-85,80	4,95
	P3-4E	59,50	-32,90	-56,03	-60,25	-82,45	4,22
	P3-4F	59,50	-31,00	-55,83	-59,17	-81,37	3,34
	P3-4G	62,50	-34,50	-56,31	-61,56	-83,76	5,25
	P3-4H	59,50	-33,20	-54,35	-58,53	-80,73	4,18
	P3-4J	59,50	-31,00	-52,46	-58,51	-80,70	6,05
P4-1	P4-1 A	30,55	-----	-29,87	-30,87	-41,07	1,00
	P4-1 B	30,55	-----	-29,62	-30,87	-41,07	1,25
	P4-1 C	30,55	-----	-30,62	-30,87	-41,75	0,25
	P4-1 D	30,55	-----	-30,35	-30,85	-41,80	0,50

Su sızdırmaz duruma gelen havuz içerisinde ki su pompa marifeti ile tahliye edildikten sonra kuru havuz kazık kesimi için hazır hale gelmiştir(Şekil 5.57 ve Şekil 5.58).

Şekil 5.57: Kuru havuz sisteminin deniz yüzeyinden görünüşü.

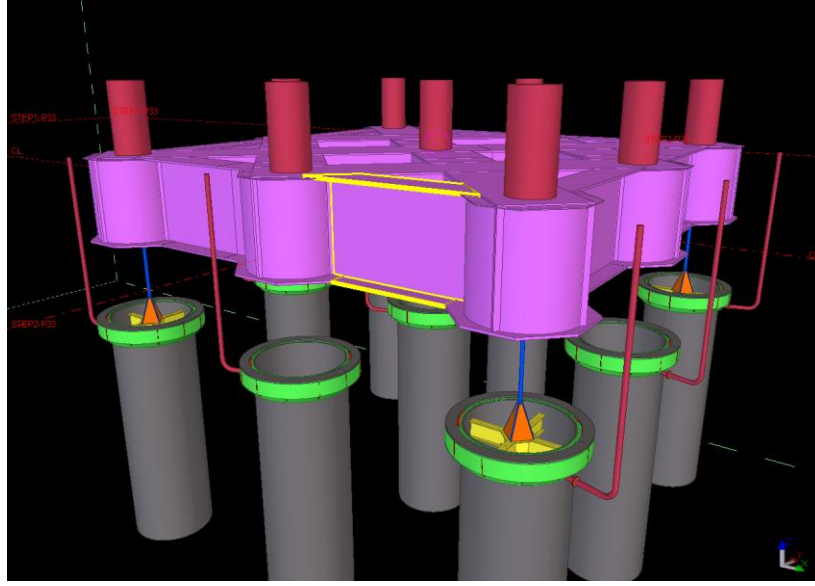


Şekil 5.58: Kuru havuz sistemi içerisinde kesim çalışmaları.



Kazık başlarının kesim işlemlerinin tamamlanmasından sonra Yalova'da üretimi gerçekleştirilen başlıklar dijital ortamda yapılan çalışmalara uygun olarak çelik kazıklar üzerine oturtulacaktır(Şekil 5.59).

Şekil 5.59: Kazık başlığının kazıklar üzerine oturtulması.



5.9 HALİÇ METRO GEÇİŞ KÖPRÜSÜ ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

5.9.1 Projenin Onay Süreci Açısından Değerlendirilmesi

Haliç Metro Geçiş Köprü Projesi proje alanı olarak teknik ve kültürel birçok kısıt'ın söz konusu olduğu ve buna bağlı çeşitli ihtiyaçları içerisinde barındıran bir alandır. Bu yönüyle zorlu bir proje alanıdır.

Köprü projesi 2005 yılında onaylanana kadar yasal prosedüre uygun olarak Koruma Kurulu'na alternatif köprü projeleri sunulmuş ve bunların tamamı Kurul tarafından çeşitli fiziksel ve kültürel nedenler ile red edilmiştir. Red edilen köprü tipleri ele alındığında çoğunluğunun, projeden beklenen o masif etki yaratmayan estetik köprü formuna sahip olmadığını görmekteyiz. Elbette ki bu göreceli bir değerlendirme konusudur. Ancak; şu kesin olarak ortaya konulabilmektedir ki, kulelere sahip olmayan bir köprü projesi ya Unkapanı köprüsü gibi zemine çok daha fazla sayıdaki ayak ile basmak zorundadır ya da çok büyük yüksekliğe sahip kirişli-kafes sisteme sahip bir köprü olacaktır. Her iki durumda da Haliç köprüsünün zorunlu yüksekliği göz önüne alındığında ortaya çıkacak köprünün yüksek bir duvar etkisi yaratması kaçınılmazdır.

Alternatif köprü projelerinden olan dubalı köprü tercihleri ise dalga etkisi ile raylı sistemlerin ihtiyacı olan hassasiyete cevap veremeyecek nitelikte bir köprüdür. Çünkü

İBB Ulaşım Daire Başkanlığı Raylı Sistem Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen metro projelerinde uygulanan Teknik Şartname'de bulunan ve ray hatlarının imalat standartlarının belirtildiği "Yol İnşa Toleransları"na göre ray bağlantılarında kabul edilen toleranslar ± 3 mm'dir. Bu metro sistemlerinin ne denli hassas sistemler olduğunu göstermektedir. Bu durum dubalı bir köprü de dalga nedeniyle oluşabilecek salınımlar rayların kabul edilen aksın dışına çıkmasına bu da deray'a neden olabilecektir.

Alternatif projeler içerisinde yer almayan asma köprülerde Haliç bölgesinde uygulanması çok zor olabilecek bir köprü tipidir. Çünkü asma köprülerde iki ayaklı kuleler kullanılmakta ve bu kuleler kablo askılı köprünün kulelerinden daha yüksek olacak ve görünüşte daha geniş bir alan kaplayacaklardır. Ayrıca asma köprülerde ana halatlar her iki yakada kara bölgesinde teşkil edilmesi gereken devasa temellere ankre edilmek zorundadır. Bu ise Unkapanı ve Beyoğlu yakalarında ki imar durumu dikkate alındığında kendi içerisinde birçok soruna neden olabilecek bir durumdur.

2005 yılına kadar ki süreç göz önüne alındığında bir takım kısıtlar ve Koruma Kurulu'nun projelere olan bakış açısı netleşmeye başlamıştır. Kısıtlar ve Koruma Kurulu'nun yaklaşımları şu şekildedir.

Kısıtlar;

- i. Koruma Kurulu'nun İdare'nin imalatları tamamlanan metro tünellerini iptal ederek Unkapanı köprüsü ile metro köprüsünü birleştirme görüşünü onaylamaması ile yapılacak olan köprünü aksını ve kotunu artık netleştirmiştir.
- ii. Haliç zeminini 30-40 metre deniz, 40-50 metre çamur ve en derinde ayrışmış kayadan oluşmaktadır.
- iii. Gemi geçişlerini engellemeyecek bir köprünün tercih edilme zorunluluğu.
- iv. Metro araçlarının teknik olarak maksimum %3-4 eğime göre işletiliyor oluşu.
- v. Haliç'te oluşan yüzey dalgalardan etkilenmeyecek bir köprü sisteminin tercih edilmesi zorunluluğu.(Raylı Sistem Müdürlüğü'nün inşasını gerçekleştirdiği projelerde kullanmakta olduğu Ray İnşa Toleranslarının -3 mm ile +3 mm hassasiyetinde oluşu).

- vi. Köprü üzerinde istasyon yapılmasının teknik zorunluluğu olarak; her iki yakada da istasyon yapımına uygun alanın olmaması.
- vii. Şişhane ile Şehzadebaşı İstasyonları arasının 2.275 metre olması nedeniyle ara bir bölgede istasyon ihtiyacı.
- viii. Unkapamı bölgesindeki yolculuk taleplerinin yüksekliği.
- ix. Haliç'te tekrar oluşan canlılığa olumsuz etkisi olmayacak bir köprü tasarımının oluşturulması.
- x. Proje bölgesinde bulunan ve başta Süleymaniye Camisi olmak üzere kültürel değerleri ezmeyen, onlarla tezat oluşturmayan bir köprü tipinin tercih zorunluluğu.

Koruma Kurulu'nun yaklaşımları;

- i. Koruma Kurulu'nun 1992 tarihinde Haliç metro geçişi ile alakalı olarak uygulama projelerinin kurula sunulmasını istemesi akabinde hazırlanan 5 alternatif proje kurula sunulmuş ve kurul sunulan projelerin silüete masif etkide bulunduğunu belirterek, köprü kesitinin en aza indirilmesi talep edilmiştir.
- ii. Kurul süreç içerisinde metro köprüsü ile lastik tekerlekli köprülerinin tek köprüde irdelenmesini talep etmiştir ve yapılan çalışmalar neticesinde Kurul'a yeni alternatif köprü projeleri sunulmuştur. Sunulan köprü projelerinden ortak köprü (metro köprüsü ile lastik tekerlekli araçların ortak kullanacağı köprü) projesinin uygulanmasının mümkün olmayacağını belirtmesi sonucu Kurul bu alternatifleri de elemiştir.
- iii. Alternatif köprüler içerisinde bulunan dubalı köprü, Haliç'teki 0.2-0.3 metrelik kabarma nedeni ile ray hassasiyetine olumsuz etki göstermesi ihtimali ile red edilmiştir.
- iv. Sonuç olarak 2005 yılına kadar Kurul'a sunulan tüm alternatif projelerin bazıları teknik zorunluluk bazıları ise kültürel varlıkların korunması sağlanması amacıyla red edilmiştir.

Yukarıda belirtilen kısıtlar, kurul yaklaşımları ve alternatif projeler irdelendiğinde kurul tarafından 2005 yılında onaylanan kablo askılı köprü tipinin tercih edilmesi teknik olarak başarılı bir tercih olmuştur.

Çünkü; seçilen köprü sistemi ile, Haliç'e en az sayıda ayak ile basılmış, istasyon ihtiyacına cevap verilmiş, ortotropik döşemesi sayesinde tabliye kalınlığı mümkün olduğunca düşük tutulmuş ve pilon boyları ile tarihi yapıları gölgelemeyen ancak modern çağa da uygun bir yapı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Ayrıca; HVIAR Raporu'nda:

''Haliç'i geçen metro köprüsü ile ilgili birçok alternatifin arasında, modern bir eğik askılı köprü, diğerleriyle kıyaslandığında uzak ara en iyi çözümdür ve aslında en fizibil olanıdır.

Kimi zaman dillendirilen, daha düz bir köprünün Dünya Mirası üzerinde daha az bir çevresel etki yapacağı fikri, bizim görüşümüze göre ciddi olarak ele alınamaz. Böyle bir kirişli veya kafes köprü narin veya elegant olamaz.''

''Bu nedenlerden dolayı, yukarıda talep edilen modifikasyonların tatbik edilmesi sonrasında, önerilen eğik askılı köprü projesi temel konseptinin kullanılmasını şiddetle öneriyoruz.'' denilmektedir.

Ve VIAR Raporu'ndaki:

''Mevcut tasarım'' ile ''teklif edilen yeni tasarımın'' görselleştirmelerin karşılaştırması, teklif edilen değişikliklerin planlanan köprü tarafından meydana getirilecek olan rahatsızlıkları azaltma konusunda başarılı olduğunu göstermiştir...

....Planlanan köprüünün inşasının şehrin ufuk çizgisine ciddi etkiler yapacak olması ile birlikte, İstanbul şehrinin, özellikle Tarihi Yarımada'nın mevcut trafik sorununa önemli ölçüde çözüm getireceğinden dolayı büyük bir önem taşımaktadır. Prensipite, Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün etkileri, İstanbul'un, özellikle de Dünya Miras Varlığını barındıran Tarihi Yarımada'nın kentsel gelişimine ve sürdürülebilir toplu ulaşım altyapısına getireceği avantajlar göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.''

İfadeleri Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün başarılı ve savunulabilir bir proje olduğunu ortaya koymaktadır.

Dünya Miras Komitesi'nin hazırladığı taslak kararlar dikkate alındığında Komite'nin süreci sağlıklı yürütemediğini projeye etkin bir şekilde müdahil olabilecek süreçlerde gerekli adımları atmadığını, projenin ilerleyen yıllarında ise proje yürütücülerine

projenin artık geri döndürülemez bir safhaya getirildiği eleştirisi getirilmektedir ki bu kendi içerisinde tutarsız bir durumdur.

Ayrıca Komite'nin Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün sistem olarak eleştirmedeğini sadece çeşitli modifikasyonlar ile daha duyarlı bir proje oluşturulmaya çalışıldığını görmekteyiz. Bu da kablo askılı köprü tercihinin dolaylı olarak ta kabulünü göstermektedir.

Komite'nin, 35.Oturum Taslak Kararı incelendiğinde, "her iki tarafta yapılan metro tünelleri çalışmasıyla köprü pozisyonunun değiştirilmez hale getirilmesinden, dolayısıyla köprünün güzergahına ve tasarımına dair gerekli somut değişimlerin yapılmasının neredeyse imkansız hale getirilmesinden derin bir üzüntü duymaktadır." Denilmektedir. Oysa ki; bahsedilen imalatlar Dünya Miras Komitesi'nin sürece dahil olduğu 2006 yılında da tamamlanan imalatlar idi. 2011 yılına kadar çeşitli defalar köprü projesi Komite gündemine gelmiş ve çeşitli taslak kararlar yazmasına rağmen 2010 yılında dahi kullanılmayan bu ağır ifadenin 2011 yılı Taslak Karar'ında kullanılmış olması Komite'nin konuya olan duyarlılığı konusunda soru işaretleri oluşturmaktadır.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesinin geçirdiği tüm bu süreçler dikkate alındığında üzerinde hala tartışmaların devam ettiği söz konusu projenin iki ana sürece sahip olduğunu görmekteyiz.

Bunlardan ilki ulusal süreç ikincisi ise uluslar arası süreçtir. Söz konusu ulusal süreç yasalara uygun şekilde yürütülmüştür. Ancak projenin uluslar arası süreci çok iyi yürütülememiştir.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü'nün uluslar arası süreci Süleymaniye Camii'nin 1985 yılında Dünya Miras Listesi'ne alınması ile başlatılması gereken bir süreçtir. Söz konusu tarihten sonra proje yürütücülerinin tüm etüd çalışmalarını nasıl ki Koruma Kurulu'nun onayına sunduysa aynı şekilde Dünya Miras Komitesi'nin de sürece dahil edilmesi gerekmektedir.

Komite ile ilişkinin köprü projesinin kabul edilmesi hatta ihale edilmesinden sonra başlatılması projeye olan bakışı olumsuz yönde etkilemiştir. Köprü ile alakalı yapılan

tartışmalara Komite'nin çelişkili kararları da eklenince projeye yöneltilen eleştiriler gündemi sürekli işgal etmeye devam etmiştir.

Oysaki ulusal süreç yasalara uygun olarak yürütülmesine rağmen proje üzerinde daha fazla tartışma ortamı yaratılsa ve toplumun bütün kesimlerinin projeye katkıları yeterince alınmış olsa ve uluslar arası süreç olması gerektiği gibi 1985 yılından itibaren başlatılsaydı proje hala bugün tartışılıyor olmayabilirdi.

Bağımsız uzman heyetlerin köprü projesi ile alakalı olarak ortaya koydukları raporlar dikkate alındığında projenin savunulabilir başarılı bir proje olduğunu göstermektedir. Teknik olarak başarılı bir projenin hala tartışılıyor oluşu sürecin sağlıklı yürütülmediği hususunu ortaya çıkarmaktadır.

Kent yöneticileri adına Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi iyi değerlendirilmesi gereken bir projedir. İletişim imkanlarının genişlediği, vatandaşların artık kendilerini ilgilendiren bütün projelere büyük ilgi duyduğu ve yakından takip ettiği, toplumun şeffaflaşarak haber alma yollarını çok daha etkin kullandığı bir dönemde proje yürütücüleri artık yasal prosedürü uygulamanın çok daha ötesini uygulamak zorundadırlar.

Yapılan işin kalitesi kadar bunun toplum tarafından nasıl algılandığı da artık yöneticilerin dikkat etmesi ve yönetmesi gereken bir süreçtir.

Haliç Metro Geçiş Köprü Projesi ile alakalı olarak sadece bir forum sitesinde 227 sayfa yorum bulunmakta ve vatandaşlar proje ile alakalı günlük fotoğraf paylaşmaktadır.

Bütün bunlar, artık yöneticilerin projeleri artık daha uzlaşmacı, daha tartışılabilir ve şeffaf bir şekilde yürütülmesi gerektiğini göstermektedir. Projelerin toplumun bütün kesimlerinin görüşüne açılması, tartışılması, eleştirilmesi projelerin toplum tarafından benimsenmesi adına çok önemli adımlardır.

Köprü projesinin Dünya Miras Komitesi sürecinin başlamasından sonra köprüde gerçekleştirilen değişiklikler başarılı olarak nitelendirilecek değişiklikler olmuş ve bu sayede köprünün tarihi değerler üzerindeki etkisi daha da düşürülmüştür.

Bu ve benzeri projelerin yurt dışındaki değişik kuruluşlarında katkısı ile şekillenmesi bizim açımızdan da olumlu sonuçlar getireceğine inanmaktayım.

5.9.2 Projenin Tasarım Açısından Değerlendirilmesi

Köprü projesinde en dikkat çekici unsurların başında ilk alternatif köprü projelerinde kara bölgesinde planlanan Unkapanı istasyonunun köprünün üzerine alınması gelmektedir. Ciddi eleştiri konularının da başında gelen istasyonun köprü üzerine alınması iki farklı açıdan ele alınabilecek bir konudur.

Birincisi işin teknik boyutu: istasyonun köprü üzerine alınması ile köprünün toplam ağırlığı artmış bu da köprü elemanlarının tasarımlarını etkileyen bir unsur olmuştur. Ayrıca artan ağırlık maliyetlerin de artması anlamını taşımaktadır.

İkincisi işin kültürel ve kullanılabilirlik boyutu: istasyonun köprü üzerine alınması ile Unkapanı yakasında tarihi yapıların ortasında kalan bir istasyonun inşaatından kaçınılmış ancak bu durumda köprünün daha kalın görünmesine sebebiyet verebilecek bir tasarımda bulunulmuştur. İstasyon örtüsünün DMM önerileri çerçevesinde 2/3 oranında azaltılması istasyonun nispeten daha narin görünmesine yardım edecek bir çalışma olmuştur. İstasyonun köprü üzerine alınması ile yolcuların istasyona ulaşmak amacıyla daha fazla yol yürümek zorunda kalacak olmaları da tasarım açısından eleştiri çekebilecek bir unsur olmuştur.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü diğer kablolu köprüler ile kıyaslandığında seçilen yapı elemanı ve tiplerinin günümüz teknolojisini ve kabullerini yansıttığını görmekteyiz.

Tablo 5.9 incelendiğinde, Haliç Metro Geçiş Köprüsü Projesinde çelik tekil kulenin, Nissibi köprüsünde betonarme ters Y tipi kule, Millau Viyadüğü'nde ise çelik tekil kule tercih edildiği görülmektedir.

Kablo askılı köprülerin çalışma sistemi incelendiğinde kulelerin basınç kuvvetine çalıştığını görmekteyiz. Basınç kuvveti altında betonarme yapılar çelik yapılara göre daha iyi sonuçlar vermektedir.

Haliç köprüsünde çelik kule tercihi daha narin ve silüeti bozmayan bir yapı ortaya koyma amaçlı olduğu görülmektedir. Ayrıca; kulede kabloların ankre edildikleri bölge

dikkate alındığında o bölgenin yoğun çekme kuvveti altında olduğu görülmektedir. Söz konusu çekme bölgesinin betonarme olarak imal edilmesi bir takım başka problemleri ortaya çıkaracağından çelik kule tercihi başarılı bir tercih olmuştur.

Tablo 5.9: Haliç, Nissibi ve Millau köprülerinin karşılaştırılması.

	Haliç Metro Geçiş Köprüsü	Nissibi Köprüsü	Millau Viyadüğü
Kule Tipi	Tekil Kule (Çelik)	Ters Y Tipi Kule(Betonarme)	Tekil Kule(Çelik)
Tabliye Tipi	Ortotropik Çelik Döşeme	Orta açıklıkta Ortotropik Çelik Döşeme Kenar Açıklıklarda Ard Germeli Betonarme Döşeme	Ortotropik Çelik Döşeme
Tabliye Kalınlığı	3.5 m	2.7 m	4.2 m
Kablo Bağlantı Tipi	Modifiye Edilmiş Fan (Yelpaze)	Modifiye Edilmiş Fan (Yelpaze)	Modifiye Edilmiş Fan (Yelpaze)
Payanda Tipi	Çelik Boru + Betonarme Fore Kazık	Yüzeysel Temel	Betonarme Payanda
İhale Tarihi	2008	2011	2001
İş Bitim Tarihi	28.06.2012	-	2004
Ana Açıklık Mesafesi	180 m	400 m	342 m
Pilon Yüksekliği	37.70 m	96.80 m	88.92 m
Trafik Türü	Raylı sistem	Karayolu	Karayolu

Kulelerin çelik olarak fabrika ortamında üretilmesi de detay işçiliği açısından avantaj bir durumdur. Ayrıca Nissibi köprüsünde tabliyeler kulenin orta bölgesine mesnet üzerinde otururken, Haliç ve Millau köprülerinde kule direkt tabliyeye montajlıdır.

Giderek yaygınlaşan, projelerde maliyet ve estetik oluşları ile tercih edilen orta tropik döşeme tipinin Haliç, Nissibi ve Millau köprülerinde de tercih edildiğini görmekteyiz (Tablo 5.9). Daha önceki bölümlerde de değindiğimiz gibi, ortotropik döşemeler, bir sac levha altında enine ve boyuna yönde yerleştirilen destek elemanlardan oluşmaktadır. Bu sayede ortotropik döşemeler yükü çift yönlü taşıma kapasitesine sahip olmaktadır.

Millau viyadüğünde tabliyeler şantiye bölgesinde imal edilmişlerdir. Köprü kenarında imal edilen tabliye segmentleri birbiri ardına eklenerek hidrolik bir sistem yardımı ile itilerek payandalar üzerine sürülmüştür. Haliç köprü projesi alanı şantiye sahası adına yetersiz olduğundan, tabliye elemanları Cemre Tersanesinde üretildikten sonra şantiye bölgesine getirilerek direkt kablolar vasıtası ile kulelere bağlanacaktır. Bu yöntemde bütün segmentlerin fabrika ortamında üretilerek hazır tutulması ve sadece montaj aşamasının kalması süreç açısından avantaj sağlamıştır. Nissibi köprüsünün kenar açıklıklarının betonarme olması muhtemelen Haliç köprüsündeki yöntemin burada da uygulanmasını zorunlu kılacağı düşünülmektedir.

Her üç köprünün tabliye yükseklikleri dikkate alındığında açıklığın tabliye yüksekliğine oranla Haliç köprü tabliyesinin daha kalın olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri arasında, trafik yükü ve kule yükseklik sınırlamalarının buna neden olduğu söylenebilir.

Silüet tartışmaları neticesinde 65 metre olan pilon kotu 55 metre'ye kadar düşürülmüş buda kabloların etkin çalışmasını engellemiştir. Ayrıca, Haliç köprüsü üzerinde planlanan istasyonun kendi ağırlığı ve metro aracının frenaj ve demeraj kuvvetleri de köprüyü statik anlamda zorlayan unsurlar olmuştur.

Tablo 5.9'da görüleceği üzere her üç köprüde de kablolar modifiye edilmiş fan sistemi olarak adlandırılan kablo bağlantı şeklinin tercih edildiğini görmekteyiz. Kablolu köprülerde tekil, harp (paralel), yelpaze (modifiye edilmiş fan), ve yıldız olarak adlandırılan kablo bağlantı şekilleri kullanılmaktadır.

Söz konusu bağlantı türleri içerisinde yükün etkin olarak taşınması adına en verimli bağlantı tipi modifiye edilmiş fan sistemidir. Bu yöntemde kablolar kule uç bölgelerine 0.2-2.0 m aralıklarla, tabliyeye ise 10-20 m aralıklarla bağlanarak kablolarla daha fazla yük taşınmaktadır.

Haliç Metro Geçiş Köprüsünde fiziki şartlar nedeniyle payanda olarak sağlam zemine 3-5 metre kadar soketlenecek şekilde çelik boru ve borunun 15-20 metre aşığına kadar ise betonarme fore kazık imal edilmiştir. Haliç köprü projesinde imal edilen kazıklar sürtünme ile çalışan kazıklardır. Bu nedenle çelik boruların yaklaşık 20-25 metre kadar sağlam zemin içerisine çakılması mümkün olmadığından çelik boru altına betonarme fore kazık imal edilmiştir. Bu sayede sürtünme yüzeyi arttırılmıştır.

Nissibi köprü projesinde pilon tabliye kesişim bölgesinin karaya yakın olması nedeniyle yüzeysel temel kullanılması yeterli gelmiştir. Millau viyadüğü'nde ise köprünün geçtiği vadi, basınca çalışan ve açıkta kalan betonarme payanda(kolon) ile geçilmiştir.

Her üç köprü arasında şuan hizmet verebilen tek köprü Millau köprüsü'dür(Tablo 5.9). 2001 yılında inşaatına başlanılan Millau köprüsü 2004 yılında hizmete açılmıştır. 2008 yılında ihalesi yapılan ve inşaatına 2009 yılı başında başlanan Haliç köprü projesinin öngörülen bitim tarihi 28.06.2012 tarihidir. Söz konusu üç köprü arasında ihalesi en son gerçekleştirilen Nissibi köprüsü 2011 yılında ihale edilmiştir.

Köprüleri geçtikleri ana açıklık açısından değerlendirdiğimizde en büyük ana açıklığın 400 m ile Nissibi köprüsüne ait olduğunu görmekteyiz. Ana açıklık mesafesi Millau köprüsünde 342 m ve Haliç köprüsünde 180 m'dir. Nissibi köprüsünde payandaların ekonomik nedenlerden ötürü karaya oturtulması sonucu ana açıklık bu kadar uzun olmuştur. Millau köprüsünde ise 6 ana açıklık 342 metre ve kenar açıklıklarda 204 metre olacak şekilde tercih edilerek köprü mimarisinde bir orantı yakalanmaya çalışıldığı düşünülmektedir.

Haliç köprüsünde ayakların istasyon sınırlarını kapsamaması seçilen ana açıklığın tercih nedeni olarak görülebilir. Ayrıca gemi geçişlerine imkan tanıyan yüzen köprü bölümünü karaya yakın bölgede tercih edilmesi, pilon ayaklarının kıyı şeridine yaklaştırılmasını sınırlayan bir diğer unsur olarak görülmektedir.

Millau ve Nissibi köprüleri karayoluna hizmet vermektedir. Haliç köprüsü ise bir raylı sistem köprüsüdür (Tablo 5.9).

Haliç Metro Geçiş köprü projesinde bulunan ve gemilerin Haliç bölgesine olan seyirlerine imkan tanıyan yana açılan köprü bölümü ile alakalı genel bilgiler Tablo 5.10'da görüldüğü gibidir. Haliç köprü projesinde yana açılan köprü bölümünde kullanılan tabliye tipi kablo askılı bölümde olduğu gibi ortotropik döşemedir. Bir baskül köprü olan Yeni Galata köprüsünde de ortotropik döşeme tercih edilirken, Yeni Prai yana açılan köprüsünde kompozit döşeme tercihinde bulunulmuştur.

Tablo 5.10 incelendiğinde Haliç köprü projesinde kullanılan yana açılan köprünün kanatlarından birinin 50, diğerinin 70 metre açıklığa sahip olduğu görülecektir. Gemi geçişlerinin sadece 70 metre açıklığın olduğu bölgeden gerçekleştiği yana açılan köprü net 40 metrelik açıklık sağlamaktadır.

Tablo 5.10: Haliç (yana açılan köprü), Yeni Galata ve Yeni Prai köprülerinin karşılaştırılması.

	Haliç Metro Geçiş Köprüsü (Yana Açılan Köprü Bölümü)	Yeni Galata Baskül Köprüsü	Yeni Prai Yana Açılan Köprüsü
Tabliye Tipi	Ortotropik Çelik Döşeme	Ortotropik Çelik Döşeme	Kompozit Döşeme
Kanat Açıklıkları(m)	50-70	50-50	45-45
Demiryolunun Tabliyeye Montaj Türü	Kaynaklı(Tasarım çalışmaları devam ediyor.)	Kaynaklı	Kompozit Travers
Trafik Türü	Raylı sistem	Raylı sistem + Karayolu + Yaya yolu	Raylı sistem

Yaklaşık olarak 50 metrelik kanatlara sahip olan Yeni Galata baskül köprüsü ise net 80 metrelik geçiş açıklığına sahipken, Yeni Prai yana açılan köprüsü ise 45 metrelik kanatları ile daha küçük gemilerin seyrine olanak tanımaktadır.

Her üç projede de balastsız üst yapı tercih edilmiştir. Yeni Prai köprüsünde tercih edilen kompozit traversler doğrudan beton döşemeye sabitlenirken, Yeni Galata köprüsünde üst yapı köprü tabliyesine kaynaklanmıştır. Ray bağlantı sistemi üzerinde tasarım çalışmalarının devam ettiği Haliç köprü projesinde de muhtemelen Yeni Galata köprüsünde ki gibi kaynaklı bağlantının tercih edilmesi beklenmektedir.

Tablo 5.10 incelendiğinde her üç köprüde de ortak olarak raylı sistem trafiğine sahipken, Yeni Galata köprüsü ayrıca lastik karayolu ve yaya yolu trafiğine de imkan tanımaktadır.

5.9.3 Haliç Metro Geçiş Köprüsünün Toplu Ulaşımdaki Yeri ve Önemi

Haliç Metro Geçiş köprüsü bulunduğu konum itibariyle İstanbul'un toplu ulaşım konusunda ki en önemli akslardan birinde bulunmaktadır. Mevcut durumda işletmede bulunan Şişhane-Hacıosman metro hattı, köprü projesi tamamlandıktan sonra Yenikapı'ya uzanacaktır. Bu sayede yolcular Yenikapı'da çalışmaları devam eden Marmaray projesi ile Anadolu yakasına raylı sistem ile taşınabilecektir. Ayrıca, Aksaray-Havalimanı tramvay hattı da yine köprü vasıtası ile Yenikapı'ya kadar gelen yolcuların aktarma yapabileceği diğer bir hat olacaktır.

Tablo 5.11, Tablo 5.12 ve Tablo 5.13 incelendiğinde köprü projesinin de içinde bulunduğu Yenikapı-Hacıosman hattının yolculuk kapasiteleri net bir şekilde görülmektedir.

Tablo 5.11 incelendiğinde Yenikapı-Hacıosman hattının tamamen işletmeye alınması halinde, projenin hiç yapılmaması durumuna göre toplu ulaşım ile taşınan yolcu sayısının saatte 4000 kişi daha az olduğunu görmekteyiz. Söz konusu fark 2023 yılına gelindiğinde 7000 kişiyi bulmaktadır.

Yenikapı-Hacıosman hattının tamamen işletmeye alındığında günlük taşınan toplam yolcu adedinin projenin yapılmaması halinde toplu ulaşım ile taşınan yolcu adedinden

yaklaşık olarak 270.000 kişi daha fazla olacağını Tablo 5.12’de görmekteyiz. söz konusu fark 2023 yılına gelindiğinde 400.000 kişiyi bulmaktadır.

Yenikapı-Hacıosman hattının tamamen işletmeye alınması halinde yıllık taşınan yolcu adedi, projersiz duruma, göre 2012 yılında 108.000.000 kişi, 2023 yılında ise 156.000.000 kişi daha fazla olacaktır.

Tablo 5.11: 2010 – 2034 yılları arası saatlik yolcu sayıları

Yıllar	En Büyük Kesit Trafikleri (Yolcu/Saat/Yön)			
	Projeli Durum		Projersiz Durum	
	Yenikapı-Hacıosman	Lev.San. Seyrantepe	Yenikapı 4.Levent	Lev.San. Seyrantepe
2010	23.612	4.080	19.919	1.387
2011	24.414	4.189	20.494	1.455
2012	25.215	4.297	21.069	1.524
2013	26.017	4.406	21.643	1.592
2014	26.819	4.514	22.218	1.661
2015	27.620	4.623	22.793	1.729
2016	28.422	4.731	23.368	1.797
2017	29.224	4.840	23.942	1.866
2018	30.026	4.948	24.517	1.934
2019	30.827	5.057	25.092	2.002
2020	31.629	5.165	25.667	2.071
2021	32.431	5.274	26.241	2.139
2022	33.232	5.382	26.816	2.208
2023	34.034	5.491	27.391	2.276
2024	34.929	5.631	28.110	2.333
2025	35.824	5.771	28.829	2.390
2026	36.719	5.911	29.548	2.447
2027	37.614	6.051	30.268	2.503
2028	38.509	6.191	30.987	2.560
2029	39.404	6.331	31.706	2.617
2030	40.299	6.471	32.425	2.674
2031	40.947	6.585	32.922	2.724
2032	41.595	6.698	33.420	2.774
2033	42.243	6.812	33.917	2.824
2034	42.891	6.925	34.415	2.874

Kaynak: Topaloğlu (2010)

Yukarıda metronun köprü projesi ile Yenikapı’ya ulaşması neticesinde tamamlanacak olan Yenikapı-Hacıosman metro hattı ile toplu ulaşımda taşınacak yolcu adetlerinin projersiz duruma göre artış gösterdiği görülmektedir. Bu yolcuların ulaşım ihtiyaçlarını

özel araçları yerine daha hızlı, ekonomik, güvenilir, çevreci olan metro ile karşılama yoluna gideceğini göstermektedir.

Tablo 5.12: 2010– 2034 yılları arası günlük yolcu sayıları

Yıllar	Öngörülen Yolcu Sayıları (Yolcu/Gün)			
	Projeli Durum		Projesiz Durum	
	Yenikapı-Hacıosman	Lev.San. Seyrantepe	Yenikapı 4.Levent	Lev.San. Seyrantepe
2010	932.989	82.697	684.820	29.843
2011	955.738	85.417	695.806	30.971
2012	978.487	88.137	706.791	32.099
2013	1.001.237	90.857	717.776	33.226
2014	1.023.986	93.576	728.761	34.354
2015	1.046.736	96.296	739.747	35.482
2016	1.069.485	99.016	750.732	36.610
2017	1.092.234	101.736	761.717	37.738
2018	1.114.984	104.456	772.703	38.866
2019	1.137.733	107.176	783.688	39.994
2020	1.160.482	109.896	794.673	41.122
2021	1.183.232	112.616	805.659	42.250
2022	1.205.981	115.336	816.644	43.378
2023	1.228.730	118.056	827.629	44.506
2024	1.228.742	121.100	847.514	45.623
2025	1.259.128	124.143	867.398	46.740
2026	1.289.515	127.186	887.283	47.857
2027	1.319.902	130.230	907.167	48.974
2028	1.350.289	133.273	927.051	50.091
2029	1.380.676	136.316	946.936	51.209
2030	1.441.438	139.360	966.820	52.326
2031	1.486.456	142.043	984.824	53.224
2032	1.495.474	144.726	1.002.827	54.121
2033	1.522.492	147.409	1.020.830	55.019
2034	1.549.510	150.092	1.038.834	55.917

Kaynak: Topaloğlu 2010

Ayrıca söz konusu yolculuk adetlerinin Marmaray, Aksaray-Havalimanı vb. raylı sistem hatları ile Yenikapı-Hacıosman metro hattının entegrasyonu dikkate alınmadan belirlenen yolculuk adetleridir. Söz konusu entegrasyonlar gerçekleştiğinde Yenikapı-Hacıosman metro hattında taşınacak yolcu adetleri çok daha fazla olacaktır.

Köprü projesinin ve Yenikapı-Unkapanı bölümünün ne kadar acil ve önemli olduğunu yolculuk adetlerinde görmekteyiz. Söz konusu projelerin gecikmesi yolcuların toplu

ulaşım araçları yerine özel araçlarına yönelmesine neden olacak bu da trafiğin daha da artmasına neden olacaktır.

Tablo 5.13: Yıllık Yolcu Sayıları

Yıllar	Projeli Durum			Projesiz Durum			Fark
	Yenikapı Haciosman	Lev.San. Seyrantepe	Toplam	Yenikapı Haciosman	Lev.San. Seyrantepe	Toplam	
2010	307.886.292	27.289.888	335.176.180	225.990.674	9.848.090	235.838.764	99.337.416
2011	315.393.578	28.187.476	343.581.054	229.615.825	10.220.303	239.836.128	103.744.927
2012	322.900.864	29.085.065	351.985.929	233.240.977	10.592.515	243.833.492	108.152.437
2013	330.408.150	29.982.653	360.390.804	236.866.128	10.964.728	247.830.856	112.559.948
2014	337.915.436	30.880.242	368.795.678	240.491.279	11.336.940	251.828.220	116.967.459
2015	345.422.723	31.777.831	377.200.553	244.116.430	11.709.153	255.825.583	121.374.970
2016	352.930.009	32.675.419	385.605.428	247.741.582	12.081.366	259.822.947	125.782.481
2017	360.437.295	33.573.008	394.010.303	251.366.733	12.453.578	263.820.311	130.189.991
2018	367.944.581	34.470.596	402.415.177	254.991.884	12.825.791	267.817.675	134.597.502
2019	375.451.867	35368185ü	410.820.052	258.617.035	13.198.003	271.815.039	139.005.013
2020	382.959.153	36.265.774	419.224.927	262.242.187	13.570.216	275.812.403	143.412.524
2021	390.466.439	37.163.362	427.629.801	265.867.338	13.942.429	279.809.767	147.820.035
2022	397.973.725	38.060.951	436.034.676	269.492.489	14.314.641	283.807.131	152.227.545
2023	405.481.011	38.958.539	444.439.551	273.117.640	14.686.854	287.804.494	156.635.056
2024	405.484.719	39.962.841	445.447.560	279.679.502	15.055.522	294.735.024	150.712.536
2025	415.512.376	40.967.143	456.479.518	286.241.364	15.424.189	301.665.554	154.813.965
2026	425.540.032	41.971.445	467.511.477	292.803.226	15.792.857	308.596.083	158.915.393
2027	435.567.689	42.975.746	478.543.435	299.365.088	16.161.525	315.526.613	163.016.822
2028	445.595.345	43.980.048	489.575.393	305.926.950	16.530.193	322.457.143	167.118.250
2029	455.623.002	44.984.350	500.607.352	312.488.812	16.898.860	329.387.673	171.219.679
2030	475.674.607	45.988.652	521.663.258	319.050.674	17.267.528	336.318.202	185.345.056
2031	484.590.539	46.874.090	531.464.629	324.991.787	17.563.787	342.555.573	188.909.056
2032	493.506.472	47.759.528	541.266.000	330.932.899	17.860.045	348.792.944	192.473.056
2033	502.422.404	48.644.966	551.067.371	336.874.011	18.156.303	355.030.315	196.037.056
2034	511.338.337	49.530.404	560.868.742	342.815.124	18.452.562	361.267.685	199.601.056

Kaynak: Topaloğlu (2010)

5.9.4 Köprü İnaşa Sürecinin Değerlendirilmesi

Haliç Köprü projesinde müteahhit firmaya 2 defa süre uzatımı verilmiştir. Sözleşmeye göre 25.08.2010 tarihinde bitilmesi gereken iş birinci süre uzatımı ile 07.07.2011 tarihini daha sonra da ikinci süre uzatımı ile 28.06.2012 tarihine kadar uzatılmıştır. Son süre uzatımı tarihi de dolmak üzere projede müteahhit firma yeni bir süre uzatımı başvurusunda bulunmuştur. Projede süre uzatımı nedenleri;

- i. Dünya Miras Merkezi süreci: projenin DMM süreci başladıktan sonra köprü üst yapı imalatları durdurulmuştur. Pilon boyları, istasyon örtüsü, kablo adet ve çapları vb. konuların netleştirilmesi beklenilmiştir. Çünkü, yapılan değişiklikler her ne kadar minör olarak görülse de, yapıla değişiklikler köprü statüğünü etkilemiş ve bir çok köprü elemanının boyutlarının tekrar tasarlanmasını zorunlu kılmıştır. Bu da imalatları geciktirmiştir.
- ii. Kazık İmalatlarında Ortaya Çıkan Anomaliler: proje kapsamında denizde imalatları gerçekleştirilen kazıkların betonarme bölümlerinde gerçekleştirilen CSL(Crosshole Sonic Log) testinde beton içerisinde süreksizlikler tespit edilmiş ve söz konusu süreksizlikler enjeksiyonlarla kapatılmıştır. Söz konusu süreksizliklerin bertaraf edilmesi uzun zaman almıştır.
- iii. Köprü projesinin Azapkapı bölgesinde yapılan arkeolojik kazıların uzun zaman alması ve bu bölgede bulunan Ceneviz surları bölgesinde ki imalatlar için Koruma Kurulu onayının 13.06.2012 tarih ve 522 sayılı karar ile çok uzun zaman sonra verilmesi.

Yukarıda maddeler halinde yazılan problemler için günümüze kadar uzamasına neden olmuştur. İşin teknik zorluklarının yanında DMM sürecinin ve Koruma Kurulu kararlarının gecikmesi başta proje sahibi idare olan İBB olmak üzere tüm İstanbul halkını olumsuz etkilemektedir.

Proje kapsamında gerçekleştirilen imalatlara ait bilgiler Haziran 2012 tarihi itibarıyla aşağıdaki gibidir;

- i. Sözleşme Bedeli: € 146,722,828
- ii. Onaylı Hakediş Tutarı : € 99.339.576,40
- iii. Fiziksel ilerleme: % 54,8

Köprü projesinde kalan imalatlara ait hedefler aşağıdaki gibidir.

- i. Kablo Askılı köprü bölümünde kazık başlık ve ayaklarının montajı Ağustos 2012 tarihine kadar,

- ii. Kablo Askılı köprü bölümünde tabliye montajının Aralık 2012 tarihine kadar,
- iii. Kablo Askılı köprü bölümünde bakım platformu ve istasyon çatı kaplamalarının Mart 2013 tarihine kadar,
- iv. Salıncak köprü bölümüne ait imalatların Haziran 2013 tarihine kadar,
- v. Platform yapısına ait imalatların Haziran 2013 tarihine kadar,
- vi. Beyoğlu yakasındaki yaklaşım viyadüklerinin Aralık 2013 tarihine kadar,
- vii. Unkapanı yakasındaki yaklaşım viyadüklerinin Mart 2013 tarihine kadar,

tamamlanmaları hedeflenmektedir.

Haliç Metro Geçiş köprü projesinde tabliye imalatlarının. yapı elemanlarının çok ağır tonajlı olması nedeniyle ve ince işçilik gerektirdiğinden tersane ortamında imal edilmesi zorunlu bir tercih olmasının yanında faydalı da bir tercih olmuştur.

Tersane ortamında montajı biten tabliye segmentleri şantiye bölgesine getirilmeden önce ana parçaların birbiri ile uyumu fabrika ortamında kontrol edilmiş ve ondan sonra Haliç'e taşınmışlardır. Bu sayede şantiyeye getirilen parçaların montajı sırasında herhangi bir olumsuzluğun yaşanması engellenmiştir.

Köprü imatları bir taraftan devam ederken diğer taraftan da Haliç gemi trafiği devam etmektedir. Bu çalışma noktalarının planlanması, şantiye bölgesine malzeme getirilen dubaların Haliç'e girmeden önce gerekli kurum ve kuruluşlarla koordineli bir şekilde çalışılmış ve imalatlar aksatılmadan mevcut gemi seyrine de engel olunmamıştır.

Köprüye ait çelik yapıların montajında kaynaklı birleşim tercih edilmiştir. Kalınlığı fazla olan çelik yapı elemanlarının kaynağı özel itina gerektirmektedir. Bu ise ciddi bir denetim ve kalifiye işçi gereksinimine ihtiyaç duymaktadır.

Ray bağlantı detaylarına ait tasarım çalışmalarının devam ettiği köprü projesinde rayların altında kullanılması muhtemel sönümleyici ped malzemelerin 5 kN/mm özelliğinde olacağı tahmin edilmektedir. İstanbul Metrosunda normal hat tünellerinde 16 kN/mm özelliğinde ped'ler kullanılmaktadır. Şuana kadar İstanbul Metrosu'nda çok özel noktalarda 12 kN/mm özelliğinde ped'ler kullanılmıştır. Çelik yapılarda

istenmeyen durumlardan olan titreşim etkisinin düşürülmesi amacıyla, esnek pedlerin kullanılması yerinde bir tercih olacaktır.

Haliç bölgesinde yapılacak olan projelerde sondaj sayısının mümkün olduğunca fazla sayıda yapılması faydalı olacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi bulunduğu alan itibariyle ulusal olduğu kadar uluslar arası niteliğe de sahip bir projedir.

Proje süreci incelendiğinde ulusal sürecin yasalara uygun şekilde yürütüldüğü görülmektedir. Bu amaçla; projeye yönelik gerekli etüd ve fizibilite çalışmaları konunun uzmanı akademisyenler tarafından yapılmış ve hazırlanan çalışmalar Koruma Kurulu'nun bilgisine ve onayına sunularak yasal prosedür devam ettirilmiştir.

Koruma Kurulu'nun onaylamış olduğu güzergaha uygun olarak, yine konusunun uzmanı akademisyenler tarafından hazırlanan alternatif köprü projeleri hazırlanarak Kurul görüş ve onayına sunulmuştur.

Koruma Kurulu hazırlanan alternatif projeleri tek tek değerlendirmiş, gerektiğinde yeni köprü türlerinin de uzmanlar tarafından çalışılmasını talep etmiş ve bu süreç içerisinde olgunlaşan projeyi nihai olarak 2005 yılında onaylamıştır.

Ulusal süreci yukarıda belirtildiği gibi yürütülen köprü projesinin uluslar arası süreci 2006 yılında başlamış ve günümüzde hala devam etmektedir. Normal şartlarda Süleymaniye Camisi'nin Dünya Miras Listesine girdiği 1985 yılında başlatılması gereken süreç çok geç başlatılmıştır.

Projenin uluslar arası süreçte yürütülmesi esnasında iki bağımsız uzman heyete rapor hazırlanmış ve söz konusu raporlar köprü projesinde tercih edilen köprü tasarımını başarılı ve savunulabilir bulmuşlardır.

Seçilen köprü tipi olan kablo askılı köprü türü, son dönemde dünya'da popülaritesi giderek artan, teknolojik ve estetik özellikleri ile tercih edilen bir köprüdür. Unkapanı İstasyonunun köprü üzerine alınması, köprü statüğünü zorlayacak bir unsur olsa da kıyı şeridinde kültür varlıkları içerisinden alınarak tampon bölgenin dışına taşınması kültürel değerler açısından olumlu bir tercih olmuştur.

Tüm bu süreç ve yapılanlar incelendiğinde proje yürütücülerinin teknik olarak başarılı ve ulusal yasalara uygun bir proje ürettiklerini ancak uluslar arası sürecin sağlıklı ve zamanında başlatılmamasının projeye gölge düşürdüğünü görmekteyiz.

Köprü projesi, kent yöneticileri tarafından incelenmesi gereken ve bundan sonraki projelerinde süreç yönetimini ve projenin toplum nezdinde ki algısının ne denli önemli olduğunu göstermesi adına önem arz eden bir projedir.

Yapılmak istenen projelerin teknik olarak başarılı projeler olmasının yanında toplum tarafından da benimsenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, projelerin daha etüd aşamasındayken toplum tarafından tartışılması, proje yarışmalarının düzenlenmesi vb. çalışmalar kent yöneticilerinin kendilerini ve projelerini daha iyi ifade etmesine olanak sağlayacaktır.

Kitle iletişim olanaklarının giderek yaygınlaştığı günümüzde vatandaşlar artık kendilerini ilgilendiren bütün projelere daha duyarlı davranmakta, çeşitli yollarda memnuniyet veya şikayetlerini tüm topluma duyurma yoluna gitmektedir.

Kent yöneticileri planlanan projelerde;

- i. Etüd, fizibilite vb. çalışmalara daha fazla zaman ayırmalıdır.
- ii. Proje'nin niteliğine göre ulusal veya uluslar arası nitelikte ÇED raporları hazırlanmalıdır.
- iii. Proje kapsamında kullanılacak alanların niteliği hakkında yeterli araştırmanın yapılarak, sit alanı, su havzası, şahsi araziler vb. durumlara ait bilgiler netleştirilerek proje başlangıcından önce gerekli kurum veya kuruluşlardan izin alınmalı, gerekiyorsa kamulaştırmalar tamamlanmalıdır.
- iv. Proje alanı ile ilgili bütün kurum ve kuruluşlar ile planlama safhasından itibaren projenin beraber yürütülmesi gerekmektedir.
- v. Projelerin niteliğine göre toplum ve sivil toplum kuruluşlarının görüş ve önerilerine açılmalı, gerekiyorsa proje yarışmaları düzenlemelidir.
- vi. Projelere ait tüm tarihlerin(iş başlangıç, hizmete açılış vb.) iyi etüd edilerek tutarlı tarihler hedeflenmeli ve hedeflenen ve topluma duyurulan tarihlere mümkün olduğunca uyulmalıdır. Çünkü artık vatandaşlar tarafından projeler daha yakından takip edilmektedir.

- vii. Projelere ait bilgilendirmeler (projenin tamamlanma yüzdeleri vb. bilgiler) proje bölgesinde yerleştirilen dijital veya sabit panolar ile vatandaşların bilgisine sunulmalıdır.
- viii. Vatandaşların projeleri yerinde incelemesine olanak sağlayarak, vatandaşların projeler dair aidiyet duyguları uyandırılmalıdır.

Haliç Metro Geçiş Köprüsü projesi, teknik yaşanabilecek problemlerin yanında, DMM ve Koruma Kurulu süreçleri nedeniyle hedeflenen tarihlerde tamamlanamamış ve müteahhit firmaya iki defa süre uzatımı verilmiştir. Söz konusu süreç İstanbul'un toplu taşıma problemine ciddi katkıları olacak bir projeyi bir süre daha geciktirmiştir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

Koglin, T.L., 2003, *Movable bridge engineering*, John Wiley & Sons

Sürekli Yayınlar

- Soyluk, K., 1997 Kablolu köprülerin stokastik analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon: KA.T.Ü. FBE.
- Cengiz, A., 2009 Büyük açıklıklı kablolu köprülerde trafik yüklerinin meydana getirdiği dinamik etkilerin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara: G.Ü. FBE.,
- Boduroğlu, Musa K., 2007 Kablolu köprülerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ile deprem performansının belirlenmesi üzerine sayısal bir inceleme, *Yüksek Lisans Tezi* İstanbul: İ.T.Ü. FBE.
- Kuyumcu, Z., 2011 Elastik zemine oturan kablolu köprülerin stokastik analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon: KA.T.Ü. FBE.
- Çetindemir, O., 2011 Çelik tabliyeli eğik kablo askılı köprülerin deprem performanslarının incelenmesi, Kocaeli: G.Y.T.E MFBE., *Yüksek Lisans Tezi*
- Çelik, A., 2010 İki ve üç boyutlu olarak modellenen kablolu köprülerin dinamik davranışlarının karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara: G.Ü. FBE.
- Diri, Tolga G., 2009 Zamana bağlı çevresel etkiler için konsol dilimler halinde inşa edilen kablolu köprülerin lineer olmayan analizi, *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara: G.Ü. FBE.
- Eğriboyun, O., 2008 Farklı kablo düzenlemelerine sahip çift tabliyeli kablolu köprülerin incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon: KA.T.Ü. FBE.
- Topaloğlu, Hacı M., 2010 2004-2023 İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaştırma Yatırımlarının İstanbul'a Etkileri (Raylı Sistemler, 4.Levent-Hacıosman Örneği), *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul: BA.Ü. FBE,
- Özen, İ., 2011, *Galata köprüleri ve Yeni Galata Köprüsü*, İstanbul, İTÜ Dergisi Seri d Cilt 10 Sayı 4
- Patsch, A., ve Humpf, K., ve Kumar, Ir.S., 2011 *Design of an electrified double track railway swing bridge in Malaysia*, Berlin, Steel Construction 4(2011) 7-12
- Kurtman, B., Harputoğlu, Z., 2011 *Nissibi eğik kablo askılı köprüsü tasarım uygulaması*, Ankara, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı
- Buonomo, M., Servant, C., Virlogeux, M., Cremer, J-M., Goyet, V.de., Forno, J-Y.D. , 2004 *The design and the construction of the Millau Viaduct, Millau* http://cnrsm.creteil.iufm.fr/g01_dp/viaduc_millau_apk_44/01_greish/04_millau_steelbridge.pdf [ziyaret tarihi, 04.02.2012]
- Virlogeux, M., 1999 *Recent evolution of cable-stayed bridges*, Bonnelles, Engineering Structures 21 (1999) 737-755

Kıran, M.Hakan, 2009 *İstanbul metrosu Haliç metro geçiş köprüsü projesi'nin doğal, kültürel ve tarihi çevre üzerindeki etkisi*

T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 17.Bölge Müdürlüğü, *Yeni Galata köprüsü ile Eminönü ve Karaköy meydanlarının yapımı, İstanbul*

Geoteknik ve sondajcılık ltd, 2009 *İstanbul Metrosu Haliç Metro Geçiş Köprüsü inşaatı kara ve deniz sondajları arazi data raporu*

Astaldi Gülermak Adi Ortaklığı, 2011 *Kuru havuzların kullanımı ve kazık başlarının montaja hazırlanması*

Astaldi Gülermak Adi Ortaklığı, 2010a *Çelik köprü üst yapı imalatı*

Astaldi Gülermak Adi Ortaklığı, 2010b *Çelik kazıkların çakılması ve betonu*

Diğer Yayınlar

İBB Raylı Sistem Müdürlüğü

İBB Raylı Sistem Müdürlüğü Haliç Metro Geçiş Köprüsü Şantiyesi kişisel görüşme

Ali Ulvi Altan kişisel görüşme

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brooklyn_Bridge_Postdlf.jpg [erişim tarihi 3 Ocak 2012]

<http://en.structurae.de/photos/index.cfm?JS=65660> [erişim tarihi 3 Ocak 2012]

<http://www.m-j-s.net/photo/misc1999/1999-01-31070000.html> [erişim tarihi 3 Ocak 2012]

<http://www.shimz.co.jp/english/services/construction.html> [erişim tarihi 3 Ocak 2012]

<http://www.groveoz.info/constr2.htm> [erişim tarihi 20 Şubat 2012]

http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/wg15b/10800.htm#SEC_3_1 [erişim tarihi 25 Şubat 2012]

<http://www.fgg.uni-lj.si/kmk/esdep/master/wg01b/10610.htm> [erişim tarihi 8 Mart 2012]

http://en.wikipedia.org/wiki/File:El_Ferdan_Railway_Bridge.jpg [erişim tarihi 8 Mart 2012]

www.marinas.com

http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_bridge [erişim tarihi 20 Şubat 2012]

http://en.wikipedia.org/wiki/Millau_Viaduct [erişim tarihi 5 Ocak 2012]

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier:Viaduc-Millau-Elevation.svg> [erişim tarihi 5 Ocak 2012]

http://tr.wikipedia.org/wiki/Emin%C3%B6n%C3%BC,_Fatih [erişim tarihi 5 Mart 2012]

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Beyo%C4%9Flu#N.C3.BCfus> [erişim tarihi 5 Mart 2012]

<http://tr.wikipedia.org/wiki/UNESCO> [erişim tarihi 15 Mart 2012]

<http://www.istanbulmiraskomitesi.com/unesco-dunya-miras-komitesi.html> [erişim tarihi
15 Mart 2012]

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail AVŞAR

Sürekli Adresi : Zübeyde Han. Mah. 1344 Sokak No:17/5
Sultangazi/İstanbul

Doğum Yeri ve Yılı : İstanbul – 1981

Yabancı Dili : İngilizce

İlköğretim : Atatürk Çiftliği İlkokulu

Ortaöğretim : Küçükköy İHL

Lisans : Sakarya Üniversitesi Müh. Fak. İnş. Müh. Blm.

Çalışma Hayatı : 2004-2005 Ulusal Yapı Denetimi Ltd.Şti.
2006-2007 Ulusal Yapı Denetimi Ltd.Şti.
2007- İBB Ulaşım Daire Başkanlığı Raylı Sistem Müd.