

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**KARAYOLLARI YAYA ÜSTGEÇİTLERİNİN  
MALİYET BAKIMINDAN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**CÜNEYT MAVİLİ**

**İSTANBUL, 2012**

**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

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

**KARAYOLLARI YAYA ÜSTGEÇİTLERİNİN  
MALİYET BAKIMINDAN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**Yüksek Lisans Tezi**

**CÜNEYT MAVİLİ**

**Tez Danışmanı Prof. Dr. MUSTAFA KARAŞAHİN**

**İSTANBUL, 2012**

**T.C.**  
**BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

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

Tezin Başlığı : Karayollarında Yaya Üstgeçitlerinin Maliyet  
Bakımından Karşılaştırılması  
Öğrencinin Adı Soyadı : Cüneyt MAVİLİ  
Tez Savunma Tarihi : 12 / 01 /2012

Bu Yüksek Lisans Tezi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. F. Tunç BOZBURA  
Enstitü Müdür V.

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

Tez Sınav Jürisi Üyeleri :

İmza:

Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN (Tez Danışmanı) :

Prof. Dr. Mustafa ILICALI :

Dr. Nilgün CAMKESEN :

## ÖNSÖZ

Yüksek Lisans Eğitimi yapmamıza olanak sağlayan Bahçeşehir Üniversitesi ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi yetkililerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalışmamda beni yönlendiren, yardımlarını esirgemeyen Sayın Hocam Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN, ayrıca Yüksek Lisans Eğitimim boyunca ve tez hazırlamamda desteklerini esirgemeyen eşim, çalışma arkadaşlarım ve amirlerime teşekkürü bir borç kabul ediyorum.

İSTANBUL, 2012

Cüneyt MAVİLİ

## ÖZET

### KARAYOLLARI YAYA ÜSTGEÇİTLERİNİN MALİYET BAKIMINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Cüneyt Mavili

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi  
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

Ocak 2012, 104 Sayfa

Yaya köprüleri günümüzde işlev bakımından olduğu gibi sembolik bakımdan da bir değer taşımaktadır. Gelişmiş ülkelerde yoğun taşıt trafiği, kent içine sokulmayarak trafik kontrolü sinyalizasyon ile sağlanmaktadır. Ülkemizde ise artan taşıt trafiği kent içine girmekte ve yaya aksları ile kesişmektedir. Bunun sonucunda, ülkemizde şehir merkezlerinde çok sayıda yaya üstgeçitleri inşa etmek zorunluluğu çıkmıştır.

Bu geçitler, yayalar için taşıt trafiğine karışmadan güvenli bir şekilde karşıdan karşıya geçişi sağlamak amacıyla inşa edilmektedir. Yaya üstgeçitleri, ülkemizin birçok şehrinde farklı şekillerde ve değişik malzemeler ile üretilmektedir. Ancak bu köprülerin birçoğunda planlama, teknik uygulamaya ve görsel (estetik) sorunların var olduğu görülmüştür. Bu çalışmada yaya köprülerine ilişkin sorunlar, kullanılan malzeme ve detay sorunları incelenmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Çelik ve betonarme yaya köprülerinin tüm yöntemleri incelenerek, değişik açıklıklarda çözümler yapılmıştır. Açıklık arttığı zaman maliyetlerinde arttığı görülmüştür. Betonarme köprülerde minimum kalınlıktan dolayı yaya yüklerine karşı tasarımda büyük değişimler görülmezken, çelik köprülerde yaya yüklerine karşı tasarıma farklılıklar görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yaya Köprüsü, Üstgeçit, Yaya Üstgeçidi, Maliyet, Statik Analiz.

## ABSTRACT

IN TERMS OF COST COMPARISON OF HIGHWAYS PEDESTRIAN CROSSINGS.

Cüneyt Mavili

Urban Transportation Systems and Management  
Supervisor : Prof. Dr. Mustafa KARAŞAHİN

January 2012, 104 Pages

The pedestrian bridges have a symbolic value of today civilizations. In developed countries, the vehicle traffic is not entered in to province and solved in itself. In our country, increasing fast vehicle traffic is entering in to the province and it is intersected with pedestrian movements. As a result of this, many pedestrian overpass are being built in city centers of our country.

Those overpasses should be planned to provide comfortable passing for the pedestrians without getting involved with vehicle traffic. There are many samples of pedestrian overpasses in our country. But, this study set forth that many of those bridges are planned, technical application and visual (esthetics). To remove those matters, the material and also used materials at those bridges are considered with detail problems at this study also solution suggestions have been provided.

All methods are examined steel and concrete pedestrian bridges, made of different solutions to the openings. Was observed that when the cost of increased openness. Due to the minimum thickness of reinforced concrete bridges to pedestrian loads did not show large variations in design, design of steel bridges for pedestrian loads, there were some differences.

**Key Words:** Pedestrian Bridges, Overpasses, Pedestrian Overpass, Cost, static Analysis.

# İÇİNDEKİLER

TABLolar.....	ix
ŞEKİLLER.....	x
1.GİRİŞ.....	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	2
1.2 ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYAL VE METOT.....	2
2. KÖPRÜ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ.....	4
2.1 KÖPRÜ GENEL TANIMI VE TARİHÇESİ.....	4
2.2 KÖPRÜ ÇEŞİTLERİ.....	5
2.2.1 Karayolu Köprüleri.....	5
2.2.2Demir Yolu Köprüleri.....	6
2.2.3 Yaya Köprüleri.....	7
2.2.3.1 Yerleşim (Şehir içi) yaya köprüleri.....	8
3. ŞEHİR İÇİ YAYA KÖPRÜLERİ ( ÜSTGEÇİTLER ).....	9
3.1TANIMI.....	9
3.2 ÇEŞİTLERİ.....	9
3.2.1 Konumları Bakımından.....	9
3.2.1.1 Karayolu yaya köprüleri (Üstgeçitler).....	9
3.2.1.2 Akarsu yaya köprüleri.....	10
3.2.1.3 Demiryolu yaya köprüleri (Üstgeçitler).....	12
3.2.2 Malzemeleri Bakımından.....	12
3.2.2.1 Ahşap köprüler.....	12
3.2.2.2 Taş köprüler.....	13
3.2.2.3 Betonarme köprüler.....	13
3.2.2.4 Metal köprüler.....	15
4.ŞEHİR İÇİ YAYA KÖPRÜLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	18
4.1TEKNİK SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.....	18
4.1.1 Malzeme Sorunları.....	19
4.1.1.1 Betonarme yaya köprüleri.....	19
4.1.1.2 Çelik köprüler.....	27

4.1.1.2.1 Gözle kontrol .....	31
4.1.1.2.2 Fiziksel kontrol .....	32
4.1.1.3 Geleneksel taş köprüler.....	32
4.1.2 Detay Sorunları ve İşçilik Hataları.....	34
4.1.3 Kullanım ve Bakım Sorunları .....	43
<b>5. YAYA ÜSTGEÇİT TASARIMI.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 YAYA ÜSTGEÇİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ.....</b>	<b>45</b>
5.1.1 Geometrik Özellikleri .....	45
5.1.2 Uygulanacak Üstyapı Tipinin Tanıtılması .....	46
5.1.3 Kullanılacak Malzemeler.....	47
<b>5.2 TASARIM YÜKLERİNİN ÖZELLİKLERİ .....</b>	<b>48</b>
5.2.1 Zati Yükler .....	48
5.2.2 Hareketli Yükler.....	48
5.2.3 Rüzgar Yüğü.....	52
5.2.4 Deprem Yüğü.....	52
<b>5.3 YAYA ÜSTGEÇİT ANALİZLERİ.....</b>	<b>52</b>
5.3.1 Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1 Özellikleri .....	53
5.3.1.1 Köprünün geometrik özellikleri .....	53
5.3.1.2 Uygulanacak üstyapı tipinin tanıtılması.....	54
5.3.1.3 Kullanılacak malzemeler .....	54
5.3.1.3.1 Emniyet gerilmeleri.....	55
5.3.1.4 Tasarım yükleri .....	55
5.3.1.4.1 Zati yükler .....	55
5.3.1.4.2 Hareketli yükler .....	57
5.3.1.4.3 Rüzgar yüğü .....	57
5.3.1.4.4 Deprem yükleri.....	58
5.3.2 Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1 Analizi.....	58
5.3.2.1 Sehin hesabı.....	58
5.3.2.2 Dinamik mod kontrolü.....	59
5.3.2.3 Dizayn kontrolü .....	62
5.3.2.4 Temel çizimleri.....	64
5.3.3 Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme Özellikleri.....	65



5.3.3.1 Köprünün özellikleri .....	65
5.3.3.2 Uygulanacak üstyapı tipinin tanıtılması.....	66
5.3.3.3 Kullanılacak malzemeler .....	66
5.3.3.4 Tasarım yükleri .....	67
5.3.3.4.1 Zati yükler .....	67
5.3.3.4.2 Hareketli yükler .....	67
5.3.3.4.3 Rüzgar yükü .....	70
5.3.3.4.4 Deprem yükleri.....	70
5.3.4 Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme Analizi .....	71
5.3.5 Mevcut Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon Analizi ...	75
5.3.5.1 Sehim hesabı.....	75
5.4 MALİYET KARŞILAŞTIRMASI .....	76
5.4.1 Yapısal Sistem Maliyet Değerlendirmesi .....	84
5.4.2 Yüklemelere Göre Maliyet Değerlendirmesi .....	84
5.4.3 Farklı Uzunluktaki Üstgeçitlerin Maliyet Değerlendirmesi.....	85
5.4.4 Farklı Yükseklikteki Üstgeçitlerin Maliyet Değerlendirmesi .....	85
6. YAYA ÜSTGEÇİTLERİNDE GÖRSELLİK.....	87
7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ .....	100
KAYNAKÇA.....	102

## TABLULAR

Tablo 5.1: Yaya üstgeçitlerinin geometrik özellikleri.....	46
Tablo 5.2: Yaya üstgeçitlerinin Üstyapı özellikleri .....	47
Tablo 5.3: Mimar Sinan yaya üstgeçidi yaya sayımları.....	49
Tablo 5.4: Derince yaya üstgeçidi yaya sayımları .....	50
Tablo 5.5: Köseköy yaya üstgeçidi yaya sayımları.....	51
Tablo 5.6: Yaya üstgeçitlerinin yükleme değerleri .....	53
Tablo 5.7: Dinamik mod periyotları (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1).....	61
Tablo 5.8: Dizayn kontrol değerleri (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1) .....	63
Tablo 5.9: Köseköy yaya üstgeçidi çelik konst. 1 yaklaşık maliyet tablosu.....	77
Tablo 5.10: Köseköy yaya üstgeçidi çelik konst. 2 yaklaşık maliyet tablosu.....	78
Tablo 5.11: Köseköy yaya üstgeçidi betonarme yaklaşık maliyet tablosu .....	79
Tablo 5.12: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 1 yaklaşık maliyet tablosu .....	80
Tablo 5.13: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 2 yaklaşık maliyet tablosu .....	81
Tablo 5.14: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 3 yaklaşık maliyet tablosu .....	82
Tablo 5.15: Derince yaya üstgeçidi betonarme yaklaşık maliyet tablosu.....	83
Tablo 5.16: Yapısal sistem maliyet tablosu .....	84
Tablo 5.17: Yaya üstgeçitlerinin geometrik özellikler tablosu .....	85
Tablo 5.18: Yükseklik maliyet tablosu .....	85
Tablo 5.19: Yükseklik maliyet oran tablosu .....	86

## ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Fatih Sultan Mehmet köprüsü.....	6
Şekil 2.2: Boğaziçi köprüsü .....	6
Şekil 2.3: Hacıkırı demiryolu köprüsü .....	7
Şekil 2.4: Sille tarihi yaya köprüsü .....	8
Şekil 2.5: Altanlar yaya köprüsü.....	8
Şekil 3.1: Karayolu yaya köprüleri .....	10
Şekil 3.2: Akarsu yaya köprüleri.....	11
Şekil 3.3: Gateshead bridge çelik akarsu yaya köprüleri .....	11
Şekil 3.4: Silivri Çayı Köprüsü .....	13
Şekil 3.5: Betonarme yaya köprüleri.....	14
Şekil 3.6: İlk demir köprü Coalbrookdale Köprüsü .....	16
Şekil 3.7: Çelik konstrüksiyon yaya üstgeçidi .....	17
Şekil 4.1: Kirişte paspayı ve korozyon problemi .....	19
Şekil 4.2: Kirişte eğilme çatlakları.....	21
Şekil 4.3: Isı çatlakları.....	22
Şekil 4.4: Yol oyukları .....	23
Şekil 4.5: Çiçeklenme, kireç kusması .....	24
Şekil 4.6: Petekleşme .....	24
Şekil 4.7: Çatlak oluşumu .....	25
Şekil 4.8: Betonun içerden pas ile sıkıştırılarak çatlaması.....	26
Şekil 4.9: Betonda korozyon sonucu oluşan çatlaklar .....	27
Şekil 4.10: Yaya üstgeçitlerinde taşıyıcı sistem noktalarındaki korozyon .....	28
Şekil 4.11: Çillenme.....	30
Şekil 4.12: Boya atması .....	32
Şekil 4.13: Merdiven detay hataları .....	35
Şekil 4.14: Merdiven detay ve işçilik için sorunsuz bir uygulama .....	36
Şekil 4.15: Merdiven korkulukları ve basamakları işçilik hataları .....	37
Şekil 4.16: Merdiven ile zemin birleşimi.....	38
Şekil 4.17: Taşıyıcı halatlar ve yer kaplaması detay hataları.....	39
Şekil 4.18: Taşıyıcı sistemin yer ile birleşimi.....	39

Şekil 4.19: Taşıcı sistemin yer ile birleşimi sorunsuz uygulama .....	40
Şekil 4.20: Korkuluklarda uygulanan aydınlatma elemanlarının montajlarının tamamlanmaması .....	41
Şekil 4.21: Bakırköy yaya üstgeçidindeki detay sorunu .....	42
Şekil 4.22: Köprülerde oluşan yağmur gideri detay sorunları .....	43
Şekil 4.23: Köprülere kullanıcılar tarafından verilen zarar.....	44
Şekil 5.1: Statik 3d model (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1) .....	54
Şekil 5.2: Statik ilave yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1) ....	58
Şekil 5.3: Statik korkuluk yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon1)	58
Şekil 5.4: Statik yaya yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1) ....	58
Şekil 5.5: Statik rüzgar yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1).....	58
Şekil 5.6: Sehim değerleri (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1) .....	59
Şekil 5.7: Dinamik mod periyodu 1 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1) .....	60
Şekil 5.8: Dinamik mod periyodu 2 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1) .....	60
Şekil 5.9: Dinamik mod periyodu 3 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1) .....	61
Şekil 5.10: Dizayn kontrolü (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1) .....	62
Şekil 5.11: Betonarme temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1) .....	65
Şekil 5.12: Statik 3d model (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme).....	66
Şekil 5.13: Statik ilave yüklemesi döşeme (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) .....	67
Şekil 5.14: Statik ilave yüklemesi merdiven (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) ....	68
Şekil 5.15: Statik korkuluk yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme).....	68
Şekil 5.16: Statik yaya yüklemesi döşeme (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) .....	69
Şekil 5.17: Statik yaya yüklemesi merdiven (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) ....	69
Şekil 5.18: Statik rüzgar yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme).....	70
Şekil 5.19: Analiz Mmax diyagramı (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme).....	71
Şekil 5.20: Öngermeli betonarme giriş detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)	72
Şekil 5.21: Merdiven altı kolon ve temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) .....	72
Şekil 5.22: Merdiven rıht ve basamak detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)	73
Şekil 5.23: Kenar ayak kolon ve temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)	74
Şekil 5.24: Orta ayak kolon ve temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme) ..	75
Şekil 5.25: Sehim değerleri (Mevcut Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon) ..	76

Şekil 6.1: Kocaeli Mimar Sinan Yaya Üstgeçidi .....	87
Şekil 6.2: Kocaeli Mimar Sinan Yaya Üstgeçidi .....	88
Şekil 6.3: Ahşap Yaya Üstgeçidi .....	89
Şekil 6.4: Kocaeli Yeni Mah. Yaya Üstgeçidi .....	90
Şekil 6.5: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği .....	91
Şekil 6.6: Kocaeli D100 Yaya Üstgeçidi .....	91
Şekil 6.7: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği .....	92
Şekil 6.8: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği .....	93
Şekil 6.9: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği .....	93
Şekil 6.10: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	96
Şekil 6.11: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	96
Şekil 6.12: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	97
Şekil 6.13: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	97
Şekil 6.14: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	98
Şekil 6.15: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım .....	99

## 1.GİRİŞ

Köprü genel olarak bir dere, bir nehir veya bir vadi üzerinden geçmek için ahşap, kâgir, betonarme ve çelik ayaklar veya kemerler üzerine yapılan bir yoldur. Orta noktası derin ve iki tarafı yüksek olan bir yerden geçmek için karşıdan karşıya uzatılan sırk ve ağaçlardan meydana gelmiş geçitlere de köprü denilmektedir. Sadece insanların karşıdan karşıya geçmelerine olanak veren strüktürlere ise yaya köprüsü ya da yaya geçiti denir.

Köprüler, tarih boyunca büyük mimar ve ustaların öncülük ettiği ve toplumu karşı yakaya, geleceğe yönlendiren atılım düşüncelerinin fiziksel yansımaları olmuşlardır. Bu nedenle köprüler birçok değer ve anlam yüklenmiştir. Öyle ki, köprüler iki ayak ve bir tabliye gibi basit bir strüktürden ibaret olmasına karşın, tarihte ve günümüzde ulusların prestiji için önemli eserler olmuşlardır.

Köprü, yapımı tarihin en eski yapılarından biridir. Köprü inşa tekniği insanların kültür ve teknolojik seviyeleri ile birlikte gelişmiştir. Köprüler, taşıyıcı sistemine göre, düz tabliyeli, kemer, asma gibi isimler ile genel olarak sınıflandırılmaktadır.

Çağımızda köprüler, sadece taşıtların geçtiği bir geçit değil, şehir merkezlerinde teknolojinin gelişimi ile ortaya çıkan karayolu ve demiryolu trafiğinde yayaların rahat hareket etmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmaktadır.

Çalışmanın birinci, yani giriş bölümünde konunun amacı ve önemi ortaya konularak çalışmanın yöntemine ilişkin bilgi verilmektedir. İkinci bölümde köprüler genel olarak ele alınarak, tanımı, tarihsel gelişimi ve fonksiyonlarına göre çeşitleri incelenmektedir. Üçüncü bölümde ise, şehiriçi yaya köprülerinin tanımı, çeşitleri, konumları, strüktürleri, formları ve fonksiyonları bakımından detaylı olarak incelenmektedir. Dördüncü bölümde ülkemizdeki şehiriçi yaya köprülerinde karşılaşılan sorunların teknik ve uygulama bakımından sınıflandırılmış ve bunlara çözüm önerileri sunulmaktadır. Beşinci

bölümde, yaya üstgeçitlerinin geometrik, malzeme ve yükleme özelliklerinin karşılaştırılması incelenmektedir. Altıncı bölümde, yaya üstgeçitlerinin statik analizleri incelenmektedir. Yedinci bölümde yaya üstgeçitlerinin maliyet karşılaştırması incelenmektedir. Çalışmanın sonuç bölümünde ise, ortaya konan bu bilgiler ışığında genel sonuç değerlendirmeler yapılmaktadır.

## **1.1 ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ**

Yaya köprüleri, günümüzde fonksiyonları kadar kent içerisine kazandırdıkları anıtsal değerler ile de önem kazanmaktadırlar. Modern şehirlerde hızla gelişen yüksek teknoloji ve malzeme özellikleri sayesinde yaya köprüleri, şehrin simgeleri haline gelmektedirler. Bu bakımdan önemi gittikçe artan ve strüktürü, malzemesi ve estetiği ile bir sosyal yapı olan yaya köprülerinin kent insanlarına konforlu ve rahat bir geçiş sağlamaları gerekmektedir.

Yaya köprülerinin tasarımı bir statik problem olduğundan malzeme (betonarme veya çelik) ile yüklerin incelenmesi gerekli görülmüştür. Yapı üzerine etkiyen yüklerden zati ve deprem yükler ulusal ve uluslararası şartnamelerde birbirine yakın değerlerde olup, yaya ve rüzgar yüklerini farklı şekilde dikkate alınmıştır. Yaya yükleri için yapı üzerindeki yaya yoğunluğu sayımları yapılarak incelenmiştir. Bu etkenlerin yaya üstgeçitler maliyetlerini hangi oranlarda değiştireceği incelenmiştir.

## **1.2 ÇALIŞMADA KULLANILAN MATERYAL VE METOT**

Çalışmada ulusal ve uluslararası yaya çeşitleri şartnameleri incelenmiştir. Şartnamelerde, özellikle rüzgar ve yaya yüklerinde farklılıklar olduğu görülmüştür. Bu bağlamda SAP2000 programı kullanılarak değişik açıklıklarda ve değişik malzemeler kullanılarak elde edilen gerilmeler şartname ile kontrol edilerek boyutlandırılmıştır. Elde edilen boyutlara göre maliyet analizi yapılmıştır.

Saha çalışmamızda ise Kocaeli İli sınırlarındaki iki köprü dikkate alınmış ve bunların malzemelerinin farklı olmasına dikkat edilmiştir. Köprüler üzerinde günün belli saatlerinde sayımlar yapılarak köprü yaya trafiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca yaya köprüleri üreten firmalar ile yüz yüze görüşülerek düşünceleri alınmıştır. Saha araştırmalarında ise, özellikle Kocaeli İli ve İlçelerinde yapılmış olan yaya köprüleri konu çerçevesinde incelenmiş ve fotoğraflar ile gerekli veriler elde edilmiştir.



## 2. KÖPRÜ TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

Çalışmanın bu bölümünde, köprünün genel olarak tanımı ve tarihsel olarak gelişimi kısaca özetlenerek köprülerin fonksiyonel olarak sınıflandırılması yapılmaktadır.

### 2.1 KÖPRÜ GENEL TANIMI VE TARİHÇESİ

Köprü, mimarlık sözlüğünde "Aralarında su, çukur, arazi veya yol gibi engeller bulunan iki yakayı birbirine bağlayarak yolu bir yandan ötekine erişmek için yapılan ahşap, kâgir veya metal yapıdır" (Hasol 1998) olarak tanımlanmıştır.

Tarihte, Orta Asya 'da eski Türk dilinde bugünkü 'köprü' kelimesinin karşılığı olarak, 'köpür', 'köpr-üg' kelimeleri kullanılmış, Uygurca metinlerde Kaşgari , 'köprüg', sonra Osmanlıca 'da ibn-ül-Muhanna ile Ebu Hayyam 'köprü' diye yazmıştır. Türkmence 'köpri', Çağatayca 'köprük', Tatarca 'köbrük', Azerice 'köprü' olarak, benzer biçimlerde Türkçe ve komşu dillere yerleşmiştir. Türkçenin 'köprüg' veya 'kobrug' kelimesi, çeşitli Avrupa dillerinde, 'brug', 'brig', 'brücke', 'bridge' olarak kullanılmaktadır.

Köprü, plandaki uzunluğu, kesitteki yüksekliği ve işlevi belli olan düz bir çizgiden ibarettir. Ancak işlevi belli bir açıklığın geçilmesi olduğundan, statik denge kurulmalıdır. Bu da köprüleri inşaat mühendisliğinin ilgi alanı içine sokmakta; dolayısıyla çoğu kez köprüler, bir strüktür probleminin çözümü olarak değerlendirilmektedirler. Açıklığın geçilmesi, başarılı sayılmaları için yeterli olmasa da son derece etkilidir.

İki yakanın birbirine bağlanmasını sağlayan köprülerin, boyutlarıyla ve üzerlerinde yapılan trafik çözümlenmeleriyle yetersiz kaldığı durumlarda, ulaşım sistemi söz konusu kıyılarda çalışıyor olsa bile aksayabilmektedir. Köprüler şehrin ulaşım dinamiği açısından kilit noktalarını oluşturmaktadırlar. Köprü plastik etkisi son derece güçlü, canlı şehir dokusuna işlerliğini sürdürmesi için eklenen bir damar gibidir. Bu yeni parça hacimsel olarak, ilgi odağı oluştururken, mekânsal olarak yeni düzenlemeler yaratır.

Köprü inşa tekniği, insanların uygarlıkları ile birlikte ilerlemiştir. Kavimler arasında mal değiştirme şeklinde başlayan ticaret işleri ve milletler arasında çıkan kavgalar, taş işlerine önem kazandırmıştır.

İlk köprülerin Çin'de yapıldığı, oradan Hindistan'a yayıldığını kaynaklar belirtmektedir. Arada ayaklar yaparak birden fazla açıklıklı köprüler inşa edilmiştir. M.Ö. 4000'de Mezopotamya'da ve M.Ö. 3000 yıllarında Mısır'da ilk kemere benzer köprülere rastlanmaktadır. Kemer köprü sisteminde yükler kemerler tarafından alınır ve yönü değiştirilerek basınç kuvveti olarak kemer boyunca nakledilir ve köprü ayaklarında zemine verilir.

## **2.2 KÖPRÜ ÇEŞİTLERİ**

Köprüler malzemeleri, yapı formları ve fonksiyonları olarak çeşitli sınıflara ayrılmaktadır. Köprüleri oluşturan yapı bileşenlerinin farklı olması, bu yapı tipinin malzemesine göre sınıflandırma ihtiyacını doğurmuştur. Bundan dolayı köprüler; ahşap, taş, betonarme, metal ve kompozit malzemeli olarak incelenmektedir. Fonksiyonları bakımından ise karayolunda araç geçişini sağlayan köprüler, demiryolunda tren geçişini sağlayan köprüler ve yaya geçişini sağlayan yaya köprüleri (yaya üstgeçitleri) olarak sınıflanmaktadır. Günümüzde köprülere ulaşım işlevlerinin ötesinde kültürel ve simgesel anlamlar yüklenmektedir. Yani kent için simgesel yapılar haline dönüşen köprüler, karayolu, demiryolu ve yaya köprüleri olarak farklı fonksiyonlara hizmet vermektedirler.

### **2.2.1 Karayolu Köprüleri**

Karayollarında araçların geçişini sağlamak amacıyla yapılan bu köprüler teknolojinin gelişmesiyle birlikte kıtalar bile köprülerle birbirine bağlanmış ve karayoluyla ulaşım büyük ölçüde geliştirmiştir. Bu köprüler genellikle araçların bir akarsu üzerinden geçişini sağlamak amacı ile yapılmaktadır. Ülkemizde bu yapıda olan en önemli köprüler Boğaziçi ve Fatih Sultan Mehmet köprüleridir (Şekil 2.1 ve 2.2). Bunun

yanında İstanbul-İzmir Otoyolu üzerinde yer alacak olan Körfez-Karamürsel köprüsü dünyanın ikinci büyük açıklıktaki asma köprüsü olma özelliğine sahiptir.

**Şekil 2.1: Fatih Sultan Mehmet köprüsü**



**Şekil 2.2: Boğaziçi köprüsü**



### 2.2.2Demir Yolu Köprüleri

Sanayi devrimi sonrasında tüm dünyada demiryolu ağına bir gelişim görülmüştür. Ulaşımında demiryolunun daha çok tercih edilmesi sonucunda topografyanın verdiği engeller demiryolu köprülerinin yapılmasıyla aşılmıştır. Ülkemiz demir yolu ağı üzerinde de vadi ve akarsuları geçen birçok demiryolu köprüsü mevcuttur (Şekil 2.3).

**Şekil 2.3: Hacıkırı demiryolu köprüsü**



### 2.2.3 Yaya Köprüleri

Köprülerin yapım amacı insanların iki uzak nokta (dere, nehir, vadi veya yol) arasındaki geçişini sağlamaktır. Bu amaca hizmet veren ve sadece yaya geçişini sağlayan köprülere yaya köprüleri denir. Yaya köprüleri çeşitli strüktürlerle ve malzemelerle tasarlanabilmektedirler.

Şehir merkezleri dışında köy ve kasabalarda genellikle bir akarsudan geçişi sağlamak amacıyla yapılan ve malzemesi ve strüktürü basit olarak yapılmış, kullanıcı sayısının az

olduğu yaya köprüleridir. Karşı tarafa geçme ihtiyacı ile ortaya çıkmış basit çözümlerdir (Şekil 2.4).

**Şekil 2.4: Sille tarihi yaya köprüsü**



### 2.2.3.1 Yerleşim (Şehir içi) yaya köprüleri

Şehir merkezlerinde yoğunlaşan taşıt trafiğinde güvenli bir şekilde yaya geçişlerini sağlayan yaya köprüleri (üstgeçitler) dir. Kullanıcı sayısının çokluğu ve teknoloji seviyesine göre strüktürü ve malzemesi gelişmiş yaya köprüleridir. Formları, malzemeleri ve tasarımlarıyla bir şehir sembolü olmaktadır (Şekil 2.5).

**Şekil 2.5: Altanlar yaya köprüsü**



### **3. KENTİÇİ YAYA KÖPRÜLERİ ( ÜSTGEÇİTLER )**

#### **3.1 TANIMI**

Yapım amacı insanların iki uzak nokta (dere, nehir, vadi veya yol) arasındaki geçişini sağlamaktır. Bu amaca hizmet veren ulaşım strüktürleri yaya köprüsü olarak tanımlanmaktadır.

#### **3.2 ÇEŞİTLERİ**

Yaya köprüleri çeşitli malzemeler ile farklı strüktürlerde tasarlanabilirler. Yaya köprülerini konumları, strüktürleri, formları ve fonksiyonları bakımından sınıflandırılabilir.

##### **3.2.1 Konumları Bakımından Yaya Köprüleri**

Kentsel mekân, yapıların oluşturduğu, kentte yaşayanların algıladığı, tüm kentsel olayların gerçekleştiği bir bütündür. Bir başka deyişle bu mekânlar, kentlilerin barınma çalışma, eğlence ve ulaşım gibi temel yaşam faaliyetlerinin üretildiği yerlerdir. Yaya köprüleri araç trafiği yolları (karayolları), akarsuların üzeri ve tren yolları üzerinde ayrıca bazı park ve bahçelerin geçişinde hizmet veren strüktürlerdir.

##### **3.2.1.1 Karayolu yaya köprüleri (Üstgeçitler)**

Günümüzde hızlı kentleşme sonucu, şehir içi trafiği her geçen gün daha karmaşık bir duruma gelmektedir. Hızla artan nüfus ile birlikte trafikteki araç sayısı artmakta, dolayısıyla yayaların karşıdan karşıya geçişi zorlaşmaktadır. Sanayi devriminden sonra oluşan bu durumla, şehirlerimizde karayollarına yapılan yaya köprüleri bir kent elemanı olmuş, kimi zamansa kentin bir simgesi haline gelmişlerdir.

Ülkemizde ise yeni yapılan yollarla birlikte, hızlanan araç trafiğine karşı yaya köprüleri (üstgeçitleri) bir zorunluluk haline gelmiştir. Ama ne yazık ki, yaya köprülerin yapımı bir planlama dâhilinde olmamakta, hatta bir noktada (kavşakta) önemli ölümlü kazaların olması halinde yapılması düşünülmektedir. Ülkemizde konum olarak yaya köprüleri en fazla karayolları üzerlerine yapılmaktadır (Şekil 3.1).

### Şekil 3.1: Karayolu yaya köprüleri



#### 3.2.1.2 Akarsu yaya köprüleri

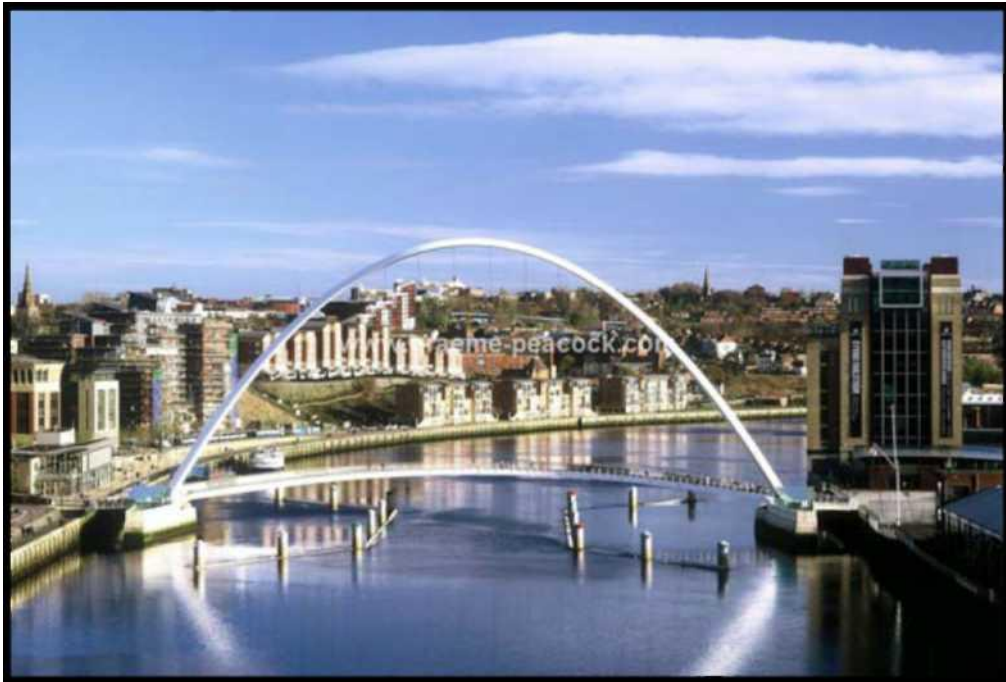
Akarsular her zaman kent yerleşimleri için çekici bir odak merkezi olmuştur. Dünya üzerinde birçok şehir akarsuların etrafına kurulmuşlardır. Bu şehirlerin kendi içinde büyümeleri neticesinde ise akarsuların üstünden geçme ihtiyacı doğmuş ve ilk akarsu yaya köprüleri yapılmıştır. Bunlar daha çok asma ahşap köprüler ve büyük ayaklı taş köprüler olarak yapılmışlardır (Şekil 3.2).

**Şekil 3.2: Akarsu yaya köprüleri**



Günümüzde ise gelişen teknoloji sayesinde daha çok açıklık geçmeyi sağlayan çelik köprüler tercih edilmektedir. (Şekil 3.3).

**Şekil 3.3: Gateshead bridge çelik akarsu yaya köprüleri**





### **3.2.1.3 Demiryolu yaya köprüleri (Üstgeçitler)**

Sanayi devrimiyle ortaya çıkan demiryolları ilk önceleri şehir dışında planlanmıştır. Nüfusun ve şehirleşmenin artması ile günümüz şehirlerinde ise şehir içinde kalmışlardır. Ayrıca tren yolları haricinde tramvay ve banliyö hatları gibi şehir içi toplu taşıma sağlayan hatlarda şehir içlerinde yol almaktadır. Bu hatların yaya trafiğini ile kesiştiği noktalarda ise bazen hemzemin oluşturulmakta, bazen de yaya köprüleri inşa edilmektedir.

### **3.2.2 Malzemeleri Bakımından Yaya Köprüleri**

Açıklıkları geçmek için, uzun taşların, ağaç gövdelerinin, sarmaşık dallarının kullanılmasıyla başlayan köprülerin gelişiminde ilk adım strüktür kavramının oluşmasıdır. Çevredeki mevcut malzeme, taşıyıcı sistemi kuracak şekilde değerlendirmiştir.

Köprüleri oluşturan yapı bileşenlerinin farklı olması, bu yapı tipinin malzemesine göre sınıflandırma ihtiyacını doğurmuştur. Bundan dolayı, köprüler ahşap, taş, betonarme, metal ve kompozit malzemeli olarak incelenmektedir. Malzeme özellikleri köprülerin strüktürel özelliklerini de belirlemektedir.

#### **3.2.2.1 Ahşap köprüler**

Nehre düşmüş bir kütük veya üzerinden sekerek geçilebilen su içindeki kaya parçaları, engelleri aşma çabasının en güzel örnekleri ve yaşamımızın ayrılmaz parçası olan köprülerin, belki de ilk örnekleridir. Hala çoğu yerde gelişi güzel atıvermiş ağaç kütükleri, ahşap köprülerin ilkel örnekleri olarak köprü görevini üstlenmektedirler.

Günümüzde büyük açıklıkları geçmede, yeni malzemelerin getirdiği yapı sistemlerinin (betonarme, öngerilmeli beton, çelik ve asma sistemler gibi) tercih edilmesine rağmen ahşap, sıcaklığı ve doğallığı nedeni ile belirli açıklıklarda kullanımı süren bir

malzemedir. Ahşap köprüler, günümüzde yaşam çevrelerinde farklı anlamlar yüklenmektedirler. Özellikle pek çok toplu konut çevresinde doğa ile bütünleşmenin bir göstergesi olarak yer almaktadırlar.

### 3.2.2.2 Taş köprüler

Günümüz teknolojisinin verdiği imkânlarla bugün betonarme ve çelik köprülerde üstün başarılar elde edilmektedir. Fakat basit ahşap köprülerden sonra taş köprüler de yüzyıllarca köprü mimarisinde önemli bir yer tuttuğu bilinmektedir. Bunlar arasında strüktürleri bakımından (uzunluk, büyük kemer açıklığı vs.) tarihi taş köprüler içinde önemli özellikler bulunanlar vardır. Taş köprü inşasında en çok göze çarpan özelliklerden biri, her iki kıyıdan itibaren büyük kemere doğru yokuşlu oluşlarıdır. Bazı köprü döşemeleri ise yatay düzlemedirler. Silivri Çayı üzerindeki Silivri Köprüsü örnek verilebilir (Şekil 3.4).

**Şekil 3.4: Silivri Çayı Köprüsü**



### 3.2.2.3 Betonarme köprüler

Betonarme yapıda taşıma kabiliyeti beton ve demir malzemelerinin birbirini tamamlaması; basınç kuvvetlerini betonun, çekme kuvvetlerinin de donatının karşılaması esasına dayanır. Bu köprüler, kemerli, kirişli, kombine taşıma kabiliyetli, çerçeve ve betonarme kafes kirişli köprüler olarak ayrılabilir. (Şekil 3.5).

**Şekil 3.5: Betonarme yaya köprüleri:**



Kirişli köprüler: Kirişli köprülerde, kemerli köprülerden farklı olarak bütün olası ağırlık yükleri ve hareketli yükler eğilme momentleri sebebiyle mesnetlere aktarılmaktadır. Bunun sonucunda, bu köprülerde açıklık büyüdükçe olası ağırlık süratle artarak, gerekli olan çekme malzemesinin yerleştirildiği kiriş gövdesi geniş tutulmaktadır. Uzama kabiliyeti az olan beton, malzemenin uzamasına uyamaz ve birçok ince çatlaklar meydana gelmektedir. Ağırlığın artması sebebiyle çekme demirlerinin miktarı arttıkça bu çatlakların sayısı da artmaktadır. Buna karşılık, çelik halatlarla ilkel gerilme verilen köprülerde yukarıdaki sakıncaları ortadan kaldırmak ve de iki katı açıklığa ulaşmak mümkün olmaktadır.

Çerçeve köprüler: Taşıyıcı kolonları düşey olan çerçeve köprüler mütemadi kirişlerden yalnız mesnetlerindeki ankastrenin daha sağlam olması bakımından fark ederler. Neticede biraz daha büyük mesnet momentleri ve biraz daha küçük açıklık momentleri elde edilir. Buna karşın, çerçeve köprülerin bir sakıncası, kirişlerin taşıyıcı kolonlara rijit olarak bağlanması yüzünden, rötre ve hava ıslığı sonucunda eğilme momentlerinin

ortaya çıkmasıdır. Bu sebeple, mütemadi kirişler yerine çerçeveler oluşturulduğunda verilen açıklık sınırlarını aşmak mümkündür.

Betonarmeye nazaran önerilmeli betonarme elemanlarda durum değişmektedir. Öngerilimli betonarme elemanlarda betonarme çeliği önce çekilerek uzatılmakta, sonra serbest bırakılarak bünyesinde oluşmuş güç betona aktarılarak depolanmaktadır. Çeliğin bünyesinde çekme sonucu oluşmuş olan güç, aderans-yapışma nedeniyle betona aktarılmakta böylece beton sıkışıp bir basma gücü ile yüklenmektedir. Öngerilmeli elemanların gerçek emniyet faktörü standart betonarme elemanlara oranla daha fazladır.

#### **3.2.2.4 Metal köprüler**

Dünyanın bazı tropikal bölgelerinde yatay açıklıkların geçilmesinde liflerden ve sarmaşık halatlardan yararlanıldığı ve böylelikle köprü mühendisliğinin temel prensiplerinin de ortaya çıktığı bilinmektedir.

1617 yılına kadar köprü yapımında ağırlığını hissettiren yığma sistemle birlikte daha sonraları stabilite, ekonomi, kullanışlılık ve estetiğin ön plana çıkmaya başlaması ile yeni yapım sistemleri arayışlarının ortaya çıktığı görülmektedir.

Asma köprülerin sağladığı strüktürel avantajlar ve sistemin hafifliğinin ortaya koyduğu etkinliğe, yığma sistem köprü örneklerinde kemerlerin oturduğu ayakların kalınlığından dolayı ulaşılamamaktadır. Yığma sistem ilkelerine göre taş için, kalınlık oranının minimum 1/5 olması gerekliliği (Örneğin, 120 ft. açıklık için köprü ayak kalınlıklarının 13 ft), bu değerlerin ortaya çıkardığı maliyetin yanında yapısal etkinliğinin yetersizliği, demir malzeme ile yatay açıklık geçme düşüncesini ortaya çıkarmıştır. Taşın kullanıldığı yığma sistemlerde metre kareye 20 ton gibi bir ağırlık düşerken, dökme demirin kullanıldığı sistemlerde metre kareye 10 ton ağırlık düşmektedir (Çetin 2001).

a) Demir köprüler; Dökme demir kullanılarak oluşturulan ilk köprü, İngiltere' de Abraham Darby' nin 1779 yılında Severn Nehri üzerinde inşa ettiği kemer tarzındaki yol

köprüsü olan Coalbrookdale Köprüsü' dür. Gotik dönemine ait kemerden oluşan köprüde beş dökme demir bağlantı bulunmaktadır. Bu bağlantının her biri 21.3 m. uzunluktadır. Bu köprüde 30,5 m. açıklık geçilirken, toplam 384 ton demir kullanılmıştır (Şekil 3.6).

**Şekil 3.6: İlk demir köprü Coalbrookdale Köprüsü**



b) Çelik köprüler; Metalürjide kaydedilen ilerlemeler sayesinde, metal köprüler çelik kullanımıyla birlikte önemli bir gelişme gösterdi. XX. Yüzyılın ortasından başlayarak, çeliğin hem dayanım hem de kaynaklılık niteliklerinin iyileştirilmesi, dolayısıyla da eski perçinli birleştirmelerin yerine dayanımı yüksek, kaynaklı ya da cıvatalı birleştirmelerin kullanılması ve değişik biçimlerin (eğik ayaklı çerçeve köprüler, plak döşemeler vb. gibi) benimsenmesi yeni gelişmelere olanak verdi.

Getirdiği teknolojik avantajlar sayesinde çelik köprüler günümüzde dünyada ve ülkemizde en fazla uygulaması yapılan yaya köprüleridir. Yaya köprülerini formlarına ayıracağımız bölümde çelik köprü tipleri daha ayrıntılı anlatılacaktır (Şekil 3.7).

**Şekil 3.7: Çelik konstrüksiyon yaya üstgeçidi**



## **4.ŞEHİR İÇİ YAYA KÖPRÜLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Kentte yaşayan insanların kentsel çevre içerisinde ulaşım bağlamında kentli olma hakları vardır. Bunlar genel anlamda, yaya-taşıt trafiği içerisinde yayalara ait alanların var olması gerektiği, kentte bulunan yol düzleminin belli bir kısmının yayalar tarafından kullanılması gerektiği ve kentin merkez çekirdeğinin aslında yayalara ait olması gerektiği olarak söylenebilmektedir. Fakat günümüzde yayaların bu tür hakları varken taşıt trafiğinin gereğinden fazla yoğunluk kazanması ve yeni taşıt yolu açmak veya platform (taşıt yolu) genişletmek adına yayalara ayrılan alanlardan fedakârlık edilmesi, yaya-taşıt ayırımı çerçevesinde yaya güvenliği açısından onlara özel tasarımların gerekliliğini gündeme getirmektedir (Kaplan ve Kaya 2000).

Tasarımlar yapılırken gerek projelendirme aşamasında gerek yapım ve kullanım sonrası oluşan sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bunlar kimi zaman bir planlama tasarım hatası olabileceği gibi kimi zamanda kullanılan malzemenin oluşan bir yapısal hasar olabilmektedir. Yaya köprülerinde görülen teknik Sorunlar incelenecektir.

### **4.1TEKNİK SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Köprülerde kontrol, bakım ve onarım yapabilmek için köprülerle ilgili yapısal tüm problemlerin iyi bilinmesi gereklidir. Köprü ile ilgili yapısal düzeltici önlemlerin kararlarını alacak ve bu kararlar için köprülerde kontrolü yapacak mimarların ve mühendislerin köprü ile ilgili tüm sorunlar bütün boyutları ile iyi bilmesi gerekmektedir. Ayrıca karşılaşılabilecek problemlerin nerelerde yaşanabileceğinin ve ne ölçülerde olabileceğinin de iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla proje aşamasında kullanılan malzeme ve bu malzemenin detay çözümlenmeleri yapılmalı, kullanım sonrası oluşacak problemler çözülmeye çalışılmalıdır.

#### 4.1.1 Malzeme Sorunları

Bu bölümde yaya köprülerinde kullanılan malzemelerin çeşitleri bakımından incelemesi yapılacak, malzemeden kaynaklanan sorunlar detaylı olarak ortaya konmaktadır.

##### 4.1.1.1 Betonarme yaya köprüleri

Betonarme köprülerde kontrol yapabilmek için, sık rastlanılan beton aşınma tiplerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Kontrolü yapacak mühendisten bu problemlerin meydana getireceği istenmeyen sonuçları ve bu problemlere nerede rastlanılabileceğini bilmesi beklenmektedir. Betonarme köprülerde rastlanılan hasarlar şu şekilde sınıflandırılabilir.

**Şekil 4.1: Kirişte paspayı ve korozyon problemi**



a) Yapısal çatlaklar; Betondaki çatlaklar birçok yapısal veya yapısal olmayan sorunların habercileri ya da sonuçları olmaktadır. Çatlaklar yapının genelinde gözlenebileceği gibi bölgeselde olabilmektedir. Kiriş betonunda çekme, basınç, kesme vb. herhangi bir nedenle meydana gelmiş olan çeşitli genişlik, derinlik ve boylarda çatlaklar bulunması

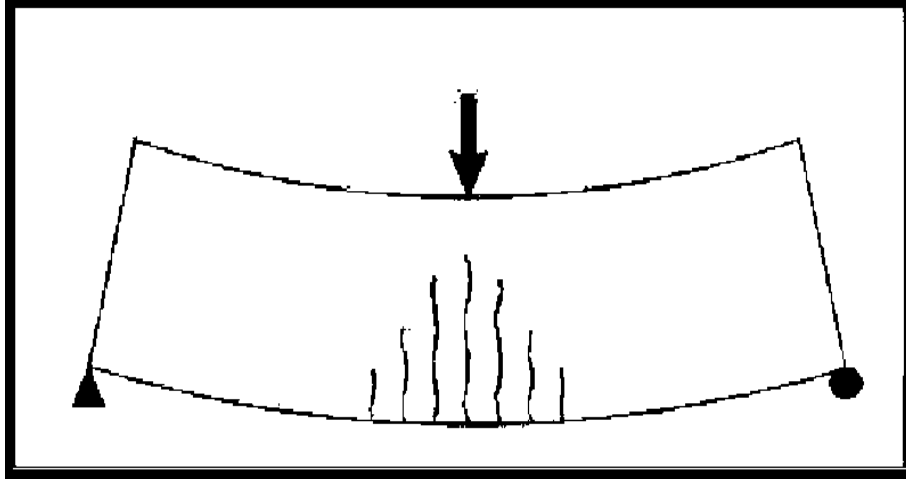


halidir. Çatlaklar; zamanla buradan giren su veya hava ile temas neticesinde donatının paslanmasına, donma çözülme nedeniyle köprünün büyümesine veya betonda karbonizasyon ile varsa alkali agrega reaksiyonunun hızını ve etkisini artırmak suretiyle betonda diğer bozulmaların oluşmasına sebebiyet verir (Şekil 4.1). Bu sorunlar ise kiriş ömrünü azalttığı gibi daha ileri safhalarda beton dökülmeleri ve çatlaklarda büyümelerle gelişerek kiriş yük taşıma kapasitesinin azalmasına neden olmaktadır. Kirişin çekme bölgesinde gözlenen 2 mm. genişlikten daha büyük çatlaklar donatının akma noktasına doğru yaklaşmakta olduğunun veya geldiğinin göstergelerinden birisidir. Basınç bölgesinde gözlenen kırılma ve ezilmeler ise bu defa betonun güvenlik içerisinde taşıyabileceği basınç dayanımından daha büyük gerilmelerin etkisi altında kaldığının ve parçalanmaya başladığının göstergesidir. Bu gibi durumlarda göçme her an beklenmeli ve kirişin yük taşıma kapasitesini kaybetmesi nedeniyle trafik güvenliği tehlikede olduğu için gereken önlemler zaman geçirilmeden alınmalıdır. Çatlaklar genelde yapısal veya yapısal olmayan çatlaklar olarak ikiye ayrılırlar. Yapısal çatlaklar hareketli ve zati yüklerin sebep olduğu gerilmelerden kaynaklanırlar. Kılcal çatlaklar korozyon ve diğer bozulma tipleri olmadığı süreçlerinde dökme betonarme yapılar için normal sayılırlar. Orta ve büyük ölçekli çatlaklar yapısal problemleri haber verdiği için çok önemlidirler.

**Eğilme Çatlakları:** Eğilme çatlaklarına çekme gerilmelerinden kaynaklandıklarından dolayı çekme bölgelerinde rastlanılır. Eğilme çatlaklarına kiriş açıklıklarının orta bölgesinde kirişin alt kısımlarında veya mütemadi kirişlerin mesnet üstü bölgesinde kirişin üst kısımlarında rastlanılır. Ayrıca eğilme çatlakları zaman zaman köprü altyapı elemanlarında da gözlenir.

**Kesme Çatlakları:** Kesme çatlaklarına dikey gerilmeler neden olurlar bu yüzden kesme çatlaklarına mesnet bölgesine yakın açıklıklar da rastlanılır. Bu çatlaklar kirişin mesnede yakın alt bölgesinden kiriş ortasına yaklaşık 45° açı ile uzarlar. Ayrıca kesme çatlaktan altyapı elemanlarında da gözlenebilir. Bu çatlaklar genelde ölü ve canlı yüklerden kaynaklanmasına rağmen, beklenmedik ikincil etkilerden de kaynaklanmış olabilir. Beklenmedik etkilere ısı değişikliği kaynaklanan genleşmeyi veya altyapı elemanlarındaki beklenmedik deplasman ve oturmalarından kaynaklanan gerilmeleri gösterebiliriz (Şekil 4.2).

**Şekil 4.2: Kirişte eğilme çatlakları**



b) Yapısal Olmayan Çatlaklar;

Yapıda hareketli ve zati yüklerle, deplasmanlardan kaynaklanan çatlaklar dışındaki iç gerilmelerden kaynaklanan çatlak türleridir. 3 çeşit yapısal kaynak türü vardır.

- a. Isı çatlakları
- b. Rötire çatlakları
- c. Isı farkı çatlakları

Isı çatlakları; Isı farklılığından dolayı elemanların genişleyip büzülmesinden kaynaklanır (Şekil 4.3).

Rötire çatlaklar; betonu oluşturan malzemenin kürünün yeterince uygun olup olmamasından kaynaklanır. Genelde rötire çatlaklar şekilsiz olurlar ve bölgeseldirler. Isı farkı çatlaklar ise; betonarme elemanı iç ve dış kısmı arasındaki sıcaklık farkından kaynaklanır. Bu tür çatlaklar çok nadir rastlansa da kutu kesit elemanlarda gözlenebilir.

### Şekil 4.3: Isı çatlakları



Tabakalaşma; Tabakalaşma betonun en dış yerinden katman katman olması durumudur. Genelde donatının genişlemesinden kaynaklanır. Çekiçle üzerine vurulduğu zaman "çıtır, çıtır" ses çıkar (Erdal 2005).

Dökülme/Oyulma; Betondan herhangi bir parça kopmasına dökülme/oyulma denir. Dökülme donatının korozyon sonucu genişlemesinden, ısı farkı yüzünden elemandaki genişleme ve büzülmeden ve de aşırı gerilmelerden kaynaklanabilir. Yapılan son dağılmalarda klor etkisinin dökülmenin yüzde 66 oranında sorumlusu olduğu bulunmuştur. Kirişin üst, alt veya yan kısımlarında kirli agrega kullanılması, çimentonun bozuk olması, hava sıcaklığına göre yanlış kür uygulanması vb. herhangi bir nedenle betonun çatlaması, kabarması ve ardından kavlayarak ufalanıp dökülmesidir. Çoğu zaman dökülme sonucu oluşan oyukun içinden donatı gözükür. Oyuklar ikiye ayrılabilirler.

Kiriş betonunun yeteri kadar sıkı olmaması, pas payı yetersizliği, agreganın segregasyona uğraması, donatının sıklığına göre beton kıvamının iyi ayarlanamaması, kalıp hataları vb. sebeplerle veya herhangi bir nedenle beton yüzeyinde boşluk veya oyuklar olmasıdır. Betonda aşırı gerilme olduğu zaman beton çatlak zamanla ısı farkı

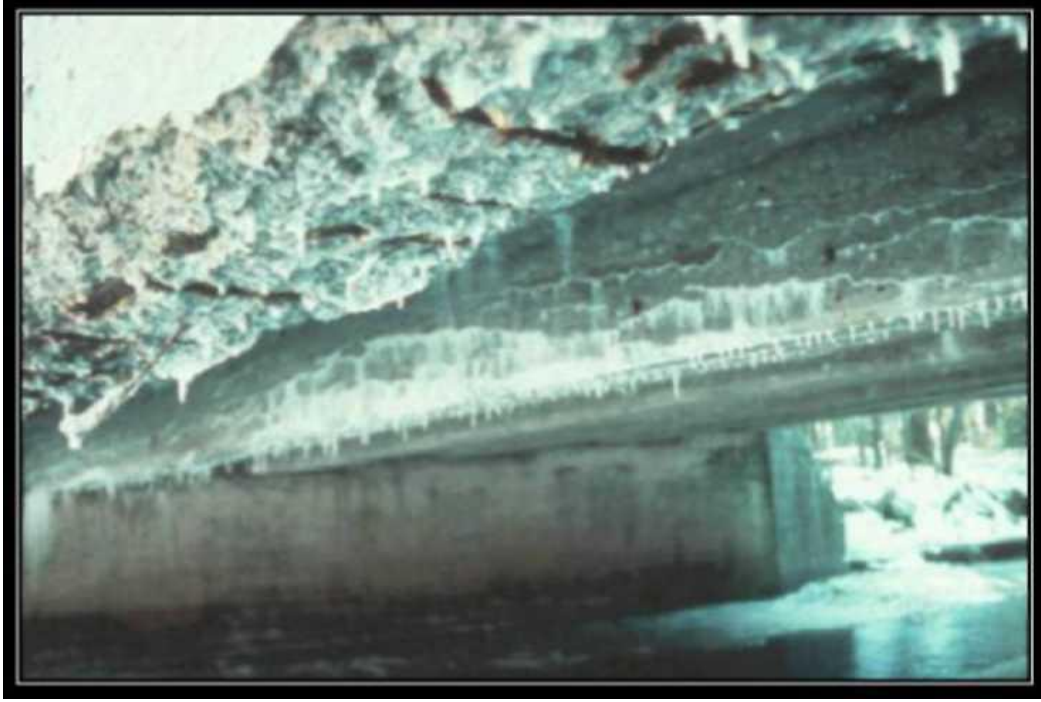
gibi dış etkilerle tabakalaşma meydana gelir, ardından betonda oyuklar oluşur. Aşırı gerilmelerden dolayı oluşan oyuklar son derece tehlikelidir (Şekil 4.4).

**Şekil 4.4: Yol oyukları**



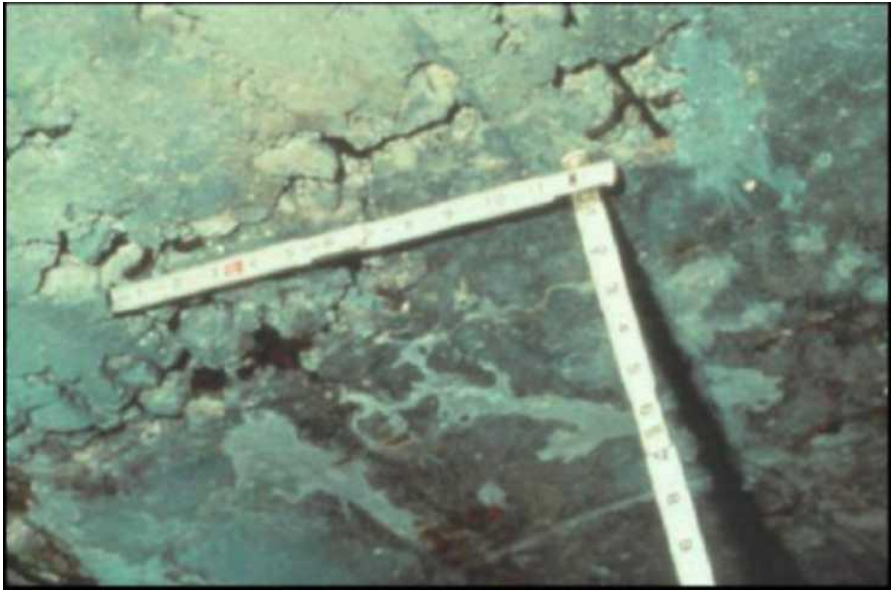
Betonda oluşan çatlaklardan içeri nüfuz eden nem ve su zamanla betonun içindeki kireci eritir, eriyen kireç dışarı çıkmaya başlar. Bunun sonucunda betonarme elemanın üzerinde "kirli-beyaz" bir tabaka oluşur. Bu tabakalaşmaya "çiçeklenme" adı verilir (Şekil 4.5).

**Şekil 4.5: Çiçeklenme, kireç kusması**



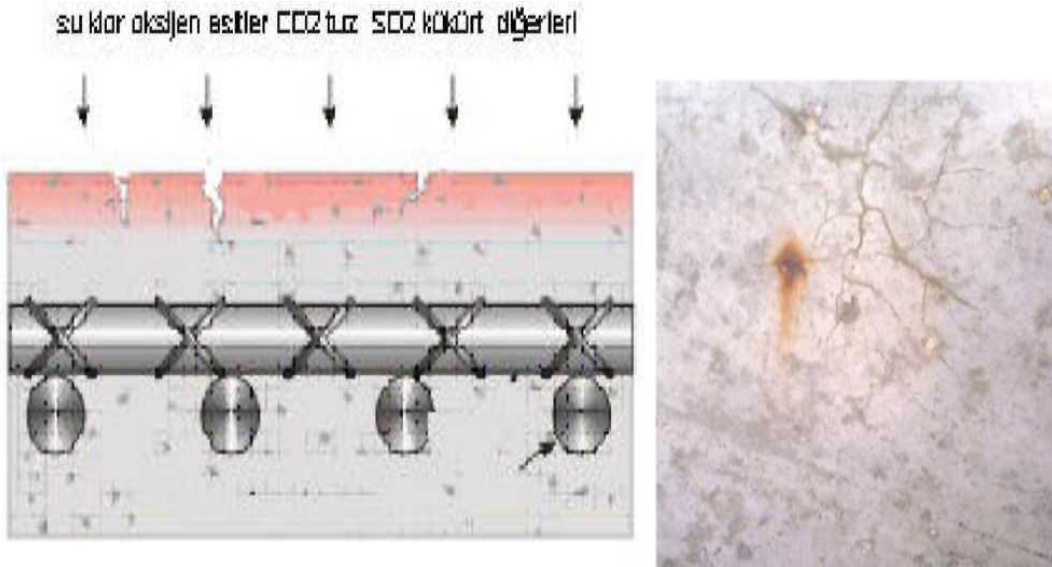
e) Petekleşme; Bal peteği şeklinde küçük oyuklardır. Betonun yerleştirilmesi sırasında yeterince vibrasyon yapılmamasından kaynaklanan bir sorundur (Şekil 4.6).

**Şekil 4.6: Petekleşme**



f) Donatıda Korozyon; Halk dilinde paslanma olarak bilinen korozyon, elektrokimyasal etki sonucu malzemede oluşan kütle kaybıdır. Beton ilk döküldüğünde içindeki demir donatıyı etkin bir şekilde sararak paslanmaya karşı korur. Ancak zaman içinde titreşim, sarsıntı, büyük ve küçük depremler, mekanik yorgunluk ve dış ortamdaki çeşitli nedenlerden dolayı betonda önce mikroskobik sonra da daha büyük gözenek ve çatlaklar oluşur (Şekil 4.7).

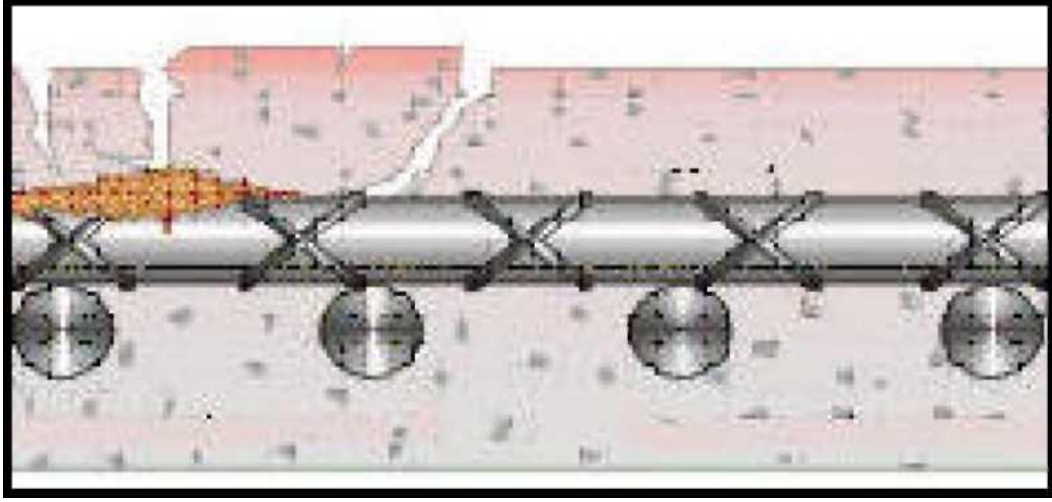
#### Şekil 4.7: Çatlak oluşumu



Dış ortamdaki korozyon madde ve gazlar, deniz kumu kullanımından veya denize yakınlıktan kaynaklanan tuz ve klor, havadaki baca ve egzoz gazları, sınaî kirlilik, CO<sub>2</sub>, havadaki kükürt ve nitrojen oksit ve kaçınılmaz olan oksijenin korozyon etkisi, betonarme içindeki donatı demirlerini paslandırır (Sokullu 1999).

Dış ortamdaki agresif öğeler çoğunlukla betonun korozyonuna da neden olurlar. Bunun yanında betonu oluşturan bileşenlerin de bazı durumlarda tepkimelere girişmesi olasıdır. Bu tür iç korozyon olayları dış ortama bağlı olarak şiddetlenebilir. Daha da vahim bir durum, demir yüzeylerinde ortaya çıkan pasın hacminin orijinal demirden çok daha fazla olması nedeni ile betonun içerden pas ile sıkıştırılarak çatlamasıdır ( Şekil 4.8).

**Şekil 4.8: Betonun içerden pas ile sıkıştırılarak çatlaması**



Bu yeni çatlaklardan içeri giren rutubet ve korozyon kimyasalları, demir donatının daha da hızla paslanmasına sebep olur: zincirleme hızlanan etki/tepki ile donatı demirlerinin çapları daha da daralır. Betonun ve donatı demirlerinin korozyon süreçleri karşılıklı olarak birbirlerinin etkileşimindedir.

Neticede taşıyıcı beton kiriş ve kolonlar ilk statik tasarımındaki mukavemet değerini büyük ölçüde kaybederler. Bu durum denize yakın ve rutubetli, baca ve egzoz gazlarının yoğun olduğu, endüstriyel kirlenmenin yaşandığı bölgeler ile tuzlu deniz kumunun kullanıldığı yapılarda hızlı seyredir (Sokullu 1999).

Betonun içine sızan rutubet ve korozyon maddeleri, özellikle egzoz gazları ve buzlanmaya karşı kullanılan tuzlar donatı demirlerinin paslanmasına ve kesit kaybına yol açmıştır; paslanan demirin pasları da, hacimleri demirden daha fazla olduğu için, betonu içerden sıkıştırarak betonun çatlamasına yol açmıştır. Yeni çatlaklar ise içeri rutubet ve zararlı maddelerin sızmasını daha da kolaylaştırmış. ve korozyonu ve betonun daha da çatlamasını hızlandırmıştır. Zincirleme etkiler neticesinde betondan parça kopması aşamasına kadar gelmiştir (Şekil 4.9).

**Şekil 4.9: Betonda korozyon sonucu oluşan çatlaklar**



Beton yapısı gereği içindeki donatı için gayet iyi ve doğal bir koruma sağlar. Fakat zaman geçtikçe betonun içine nem, su ve oksijen nüfuz eder. Buda korozyona neden olur, korozyona uğrayan donatıda genleşme meydana gelir. Bu genleşmen dolayı oluşan iç gerilme 21 MPa kadar çıkabilir ve donatı ilk halinin 10 katı kadar bir hacme ulaşabilir. Bunun sonucunda betonda ciddi tahribatlar meydana gelir. Donatıdaki korozyonu atma ve dökülme olmadan beton yüzeyine çıkan pas izi sayesinde fark etmek mümkündür.

#### **4.1.1.2 Çelik köprüler**

a) Korozyon; Çelik köprüleri tam anlamıyla kontrol edebilmek için çelikteki bozulma türlerini ve bu problemlerin etkilerini tam anlamıyla bilmek gerekmektedir. Çelik elemanlar için en büyük tehlike korozyondur, çünkü çelikteki kesit kaybının başlıca sebebidir.



Korozyon açıktaki çeliğin ıslanma-kuruma döngüsüne maruz kalmasından dolayı oluşur (Şekil 4.10).

**Şekil 4.10: Yaya stgeitlerinde taşıyıcı sistem noktalarındaki korozyon**



Başlıca korozyon türleri aşağıda belirtilmiştir:

Çevresel korozyon: Çeliğin toprak ya da su ile oluşan deformasyondur. Bu korozyon türüne nem, oksijen, ergimiş tuzlar ve birikmiş yabancı malzemeler ( kuş pisliği vs. ) neden olur.

Normal dışı korozyon: Genellikle yüksek voltajlı elektrik ile çalışan sistemlerden kaynaklanan korozyon tipidir. Bu korozyona elektrikli raylar, sinyal sistemleri, katodik koruma sistemleri, kaynak ekipmanları ve trafolar gibi elektrikli sistemler neden olur.

Bakteriyel korozyon: Bataklık bölgeler ve kirli su birikintileri gibi yerlerde yaşayan bir takım organizmalar çeliğin korozyonunu hızlandırır.

Gerilme korozyonu: Çelik elemanlardaki aşırı gerilmeler sonucu kesit azalması yaşanan bölgeler korozyon oluşması için idealdir. Bu bölgelerde oluşabilecek korozyon ani çökme mekanizmasını tetikler.

b) Metal Yorgunluğu; Metal yorgunluğu çelik elemanlardaki gerilmelerin akma gerilmesine ulaşmadan sürekli yorulup boşalmasından kaynaklanır. Metal yorgunluğu çatlaklar ani göçmelere neden olabileceği için, bu tür çatlakların nerde oluşabileceğinin ve oluşma aşamalarının çok iyi bilinmesi gereklidir. Elemandaki eğilme elastik bölgeyi geçmiş ve plastik bölgeye ulaşmışsa, bu plastikleşen bölgeler metal yorgunluğunun köprüde başlıca olduğu noktalar olmaktadır.

Metal yorgunluğu çatlaklarının belli başlı oluşma nedenleri:

- a. Yaşlı köprüler
- b. Büyük gerilme değişimleri
- c. Bağlantı detaylarının tipi
- d. Fabrikasyon elemanların detay kaliteleri
- e. Malzemenin yorgunluk karşısındaki kararlılığı
- f. Kaynak kalitesi
- g. Çevre sıcaklığı

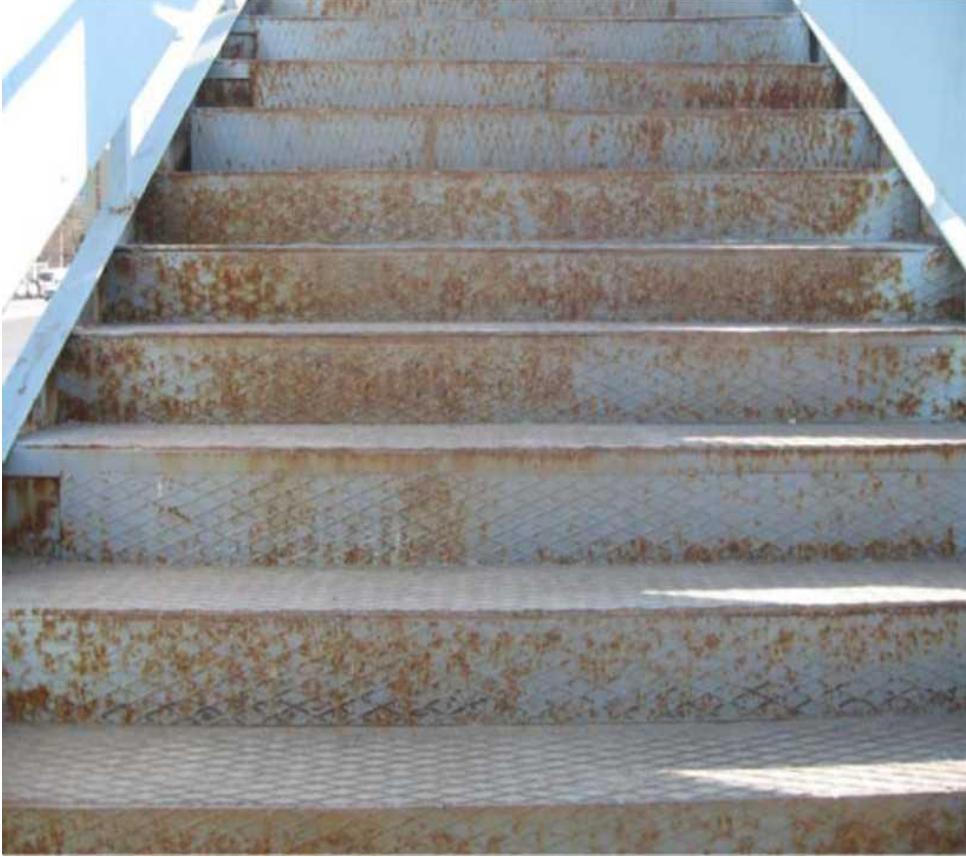
c) Boya Problemleri

Çelikteki belli başlı boya problemleri ve nedenleri: Temel boya problemleri: Bozulma, kılcal çatlaklar, çatlaklar ve kabarmalar. Boyada kabarcıkların temel sebebi, boyanma sırasında yüzeyin üstünde kalan yağ, su, tuz veya kimyasal madde kalmasıdır. Korozyon kabarcıkların altından başlayabilir.

Boyanan yüzeyin altı eskiden paslı ise ve pas iyi temizlenmeden boya atılmışsa boyada sonradan atma, kabarma ve kavlama olur (Şekil 4.11).

Bazı mikro organizmalar. ( bakteri, mantar vs.) boyanın bozulmasına neden olur.

**Şekil 4.11: Çillenme**



Çelik elemanların kontrolünde iki temel yöntem vardır:

- a. Gözle kontrol,
- b. Fiziksel kontrol,

İleri kontrol yöntemleri ile kontrol,

#### **4.1.1.2.1 Gözle kontrol**

Çelik elemanlar korozyon, kesit kaybı, eğilme ve çatlaklar için gözle kontrol edilmelidir. Çelik elemanlarda metal yorgunluğu nedenine bağlı problemlerin oluşabileceği yerler ve bu probleme ait belirtilerin bazıları:

Eğrilmiş veya hasar görmüş elemanlar: ilk etapta elemanın hasar nedeni tespit edilmelidir ( kaza hasarları, aşırı yükleme, yangın vs. ). Daha sonra orijinal yeri ile hasar sonrası yeri arasındaki deplasman, eleman yüzeyindeki çatlak, yırtık ve delikler bulunmalıdır.

Korozyon: Elemanda kesit kaybı sebeplerini en başında bulunan korozyonun yerinin ve etkisinin iyice tespit edilmesi gereklidir. Çoğu zaman korozyon sadece görünen pas miktar ile ölçülemez, bu yüzden gerekli fiziksel testler yapılmalıdır.

Gerilmelere bağlı çatlaklar: Tespit edilmiş bu tür çatlaklar en ince ayrıntısına kadar kaydedilmelidir.

Kayıp yapısal ve birleşim elemanları: Bu elemanların yokluğu diğer elemanlara gerilmelerin eşit olmayan bir şekilde dağılmasına neden olur.

Kaynak yerleri: Daha önce yeterince dikkat edilmeden gelişmiş güzel tamir edilmiş, kaynaklanmış ve kesilmiş yerler (Erdal 2005).

Aşırı derecede titreşime maruz kalan bölgeler:

Boya problemleri: Çelik elemanlarda boya problemleri korozyona neden olacağından oluşma yerleri ve büyüklükleri ayrıntılı şekilde kaydedilmelidir (Şekil 4.12).

**Şekil 4.12: Boya atması**



#### ***4.1.1.2 Fiziksel kontrol***

Çelik elemanların fiziksel kontrolü genelde çekiç ve tel fırça ile yapılır. Çelik için en büyük problem olan korozyonun, dolayısı ile kesit kaybının ne ölçüde olduğu tespit edilmeye çalışılmalıdır. Bunun için paslanmış bölge tel fırça ve çekiçle kazınarak problemin boyutu anlaşılmalı çalışılmalıdır (Erdal 2005).

İleri kontrol yöntemleri ile kontrol: Çelik elemanların kontrolü için ileri kontrol yöntemleri de mevcuttur. Bunlardan belli başlıları aşağıda gösterilmiştir:

- a. Akustik emisyon yöntemi,
- b. Bilgisayar yöntemleri,
- c. Korozyon sensorları,
- d. Robot yardımıyla test.

#### 4.1.1.3 Geleneksel taş köprüler

Harçta Bozulma Tipleri ve Nedenleri; Taş kemerli köprüler kullanılan malzemenin dayanım sınırlarından dolayı karakteristik geometrik formlara sahiptirler. Özellikle açıklık ve kemer kalınlığı arasında çok belirgin bir oran vardır. Taş veya tuğla yığma yapım tekniği ile inşa edilmiş yapıların yapısal analizi çok karmaşık ve özenle yürütülmesi gereken bir işlemdir. Özellikle bu tür yapıların restorasyon ve yapısal onarım işleri için yapılan hesaplarda, doğrusal olmayan malzeme özelliklerinin, taş veya tuğlanın örgü deseninin, harç veya diğer bağlayıcı malzemelerin mekanik özelliklerinin çok iyi bir şekilde tanımlanması gereklidir. Bu bilgilerin tam olarak elde edilememesi ya da göz ardı edilmesi yapılan analizlerin doğruluğu ve güvenilirliği hakkında şüpheler oluşturabilir. Bu nedenle, yapının strüktürel davranışının belirlenmesi ve taşıyıcı sistemin zayıf olduğu yerlerinin saptanması amacıyla, öncelikle yapının geometrik boyutları doğru bir şekilde göz önüne alınarak elastik analiz yapılmalıdır ( Toker ve Ünay 2004).

Dökülme: Yapıdan ufak malzemelerin dökülmesi.

Çatlama: Yapıyı oluşturan taşların çatlama.

Yangın: Kâgir yapılar yanmaz ama yangından etkilenebilir

Aşınma: Yapıyı oluşturan taşların ufak tanecikler halinde aşınması

Kâgir yapılarda bozulmaya sebep olan bazı nedenler:

Kimyasallar: Yapıyı oluşturan taşlar ve harcı kötü şekilde etkiler ve aşınmalar neden olabilir.

Hacim değişimleri: Sıcaklığa bağlı hacim değişimleri ilk etapta önemsizdir ama zamanla yapıyı yıpratır.

Donma-çözünme: Taşların içine nüfuz eden nem ve su donarak genişler. Bu genişlemede kayaların deforme olmasına neden olur.

Aşınma: Aşınma genelde su ve rüzgâr etkisi ile olur ve yapıda oluşabilecek bozulmaların başlıca nedenlerindedir.

Bitkiler: harç içinde büyüyecek bazı bitki türleri köklerinin salgıladığı enzimler yüzünden harca dolayısı ile yapıya zarar verirler. Ayrıca bazı sarmaşık türleri kimyasal olarak da taşları yıpratır.

Su organizmaları suda yaşayan bazı organizma türleri yapıyı kimyasal olarak etkilemektedirler (Erdal 2005).

#### **4.1.2 Detay Sorunları ve İşçilik Hataları**

İşçilik ve projelendirme aşamasında yapılan detay hataları yapı üstgeçitlerinde görülen sorunlardandır. Bu detay hatalarının yanı sıra yapım sürecinde meydana gelen işçilik hataları görülmektedir.

Merdivenli üstgeçitlerde projelerde merdiven korkulukları yeterince detaylandırılmamaktadır. Bunun sonucunda korkuluk ve küpeşte birleşimleri ile merdiven sahanlıklarındaki dönüşlerde detay sorunları oluşmaktadır (Şekil 4.13).

**Şekil 4.13: Merdiven detay hataları**



Ülkemizde detayları çözülmüş ve işçilikleri güzel uygulamalarda bulunmaktadır. (Şekil 4.14).



**Şekil 4.14: Merdiven detay ve işçilik için sorunsuz bir uygulama**



Merdiven korkuluk birleşimleri ve merdiven yer kaplaması birleşimlerinde işçilik ve detay sorunları sıklıkla görülmektedir (Şekil 4.15).

**Şekil 4.15: Merdiven korkulukları ve basamakları işçilik hataları**



Köprü merdivenlerinin ve asansörlerinin, köprünün oturacağı yer kaplama kotu ile ilgili olan detay sorunları da bulunmaktadır. Bu yerleşimler detaylandırılmamakta ve yerinde

inceleme yapılmaksızın projelendirilmektedir. Bunu sonucunda ise köprü oturduğu zemin ile bütünleşmemektedir (Şekil 4.16).

**Şekil 4.16: Merdiven ile zemin birleşimi**



Aynı sorun köprülerin taşıyıcı sistemleri dâhilinde olan ayaklarının oturduğu yer ile oluşan detay sorunlarıdır. Kimi zaman yer kaplaması motifinde olabildiği gibi kimi zamansa ayağın oturduğu kaide ile ilgili birleşim sorunları görülmektedir (Şekil 4.17 - 4.18).

**Şekil 4.17: Taşıyıcı halatlar ve yer kaplaması detay hataları**



**Şekil 4.18: Taşıyıcı sistemin yer ile birleşimi**



Ülkemizde detayları çözülmüş ve işçilikleri güzel uygulamalarda bulunmaktadır (Şekil 4.19).

**Şekil 4.19: Taşıyıcı sistemin yer ile birleşimi sorunsuz uygulama**



Çelik köprülerde en çok görülen işçilik hatası ise kaynak hatalarıdır. Köprü taşıyıcı sistemi dışında kaplama malzemesi olarak kullanılan saç elemanların kaynak birleşimleri yapı fiziği prensiplerine göre uygulanmamaktadır.

Uygulaması yapılan birçok yaya üstgeçidinde aydınlatma elemanları kullanılmaktadır. Aydınlatması yapılan bazı uygulamalarda ise, korkuluklara projelendirilen aydınlatma elemanlarının montajı tamamlanmaktadır (Şekil 4.20).

**Şekil 4.20: Korkuluklarda uygulanan aydınlatma elemanlarının montajlarının tamamlanmaması**



Köprüler genellikle üstleri açık olarak planlanmaktadır. Bu nedenle kar yağmur gibi meteorolojik hava olaylarına açıktırlar. Kar ve yağmur sularının giderleri için mekanik planlamaları ve detayları çözümlenmelidir. Örneğin İstanbul Bakırköy'deki yaya köprü üstü kapalı planlanmıştır. Bakırköy belediyesi tarafından içindeki seyyar satıcıları kaldırmak için üst örtüsü kaldırılmıştır. Fakat köprü tabliyesindeki döşemede su tahliyesi için giderler ve bu giderlere göre bir eğim detayı düşünülmediği için yağmur anında 7-8 cm lik su birikintisi oluşmuştur (Şekil 4.21).

**Sekil 4.21: Bakırköy yaya üstgeçidindeki detay sorunu**



Yaya köprüleri dış ortamda yapıldıkları için yağmur ve kar gibi dış ortam etkilerine açık kalmaktadırlar. Tesisat projelendirilmesi yapılmayan köprülerde sorunlar görülebilmektedir. Yağmur giderleri bazı köprülerde gelişigüzel çözümlenmekte, bu ise köprünün fiziksel yapısını olumsuz yönde etkilemektedir (Şekil 4.22).

**Şekil 4.22: Köprülerde oluşan yağmur gideri detay sorunları**



#### **4.1.3 Kullanım ve Bakım Sorunları**

Yaya üstgeçitleri, tırmanma güçlüğü nedeniyle yayalarca kullanılmak istenmemektedir. Bu çok doğaldır, çünkü yapılan araştırmalara göre, üstgeçitten karşıdan karşıya geçmek için yayanın enerji kaybı 9 birim, alt geçitte 6 birim, hemzemin yaya geçidi için ise yayanın enerji kaybı yalnızca 1 birimdir (Atak 2007).

Üst ve alt geçitlerden karşıya geçişte harcanan enerji ve güçlüğü doğurduğu memnuniyetsizlik, doğal olarak yayaların taşıt yollarından düzayak geçme isteğine yol açmaktadır. Özellikle iki, üç şeritli üzerine yapılan üstgeçitler, yapılan bariyerlere rağmen tırmanma güçlüğü nedeniyle haklı olarak yayalar tarafından kullanılamamakta, taşıt trafiğini hızlandırma amacı da böylece gerçekleşmemektedir (Atak 2007).



Kullanılmakta olan yaya üstgeçitlerine ise kullanıcılar tarafından fiziksel hasarlar verilebilmektedir. Bu ise köprülerin estetik güzelliğini bozmaktadır (Şekil 4.23).

**Şekil 4.23: Köprülere kullanıcılar tarafından verilen zarar**



Bazı uygulamalarda kaplaması malzemesi olarak yaya köprülerine uygulanan malzemeler zaman içinde hasar görebilmektedir. Bu malzemelerin bakımları yapılması gerekmektedir.

## 5. YAYA ÜSTGEÇİT TASARIMI

Tasarımda, TS648, TS500, TS498 ve AASHTO2002 ve Deprem Yönetmeliği dikkate alınarak 15, 20, 25, 30, 36 ve 46 metre açıklıklarda yaya üstgeçitleri dikkate alınmıştır. Yükseklikler ise 6,5 metre ve 7,5 metre seçilmiştir. Seçilen örnekle, tipi karayolu yaya köprüleri tipleridir. Malzeme olarak betonarme ve çelik seçilmiştir. Betonarme kirişler öngermeli olarak dikkate alınmıştır.

Sayım yapılan köprülerden elde edilen verilere dayanarak yaya yükü hesaplanmış ve tasarımda şartnameye uygun olarak alınan yükler ile karşılaştırılmıştır. Yapısal analizlerde SAP2000 sonlu elemanlar programı ile modelleme yapılmıştır.

### 5.1 YAYA ÜSTGEÇİTLERİNİN ÖZELLİKLERİ

İncelemeye alınan yaya üstgeçitleri D-100 karayolu güzergâhında olup, Kocaeli ili Kartepe İlçesi Köseköy mevkiinde ve Derince İlçesinde bulunmakta olup farklı uzunluk ve yüksekliklerde incelenmiştir.

#### 5.1.1 Geometrik Özellikleri

Yaya üstgeçitlerinin genişliği 3 metre, yüksekliği 6 metre ve 7.5 metre, merdiven genişliği 2.5 metredir. Uzunlukları ise 15 metre, 20 metre, 25 metre, 30 metre, Köseköy Yaya Üstgeçidi 36 metre ve Derince Yaya Üstgeçidi 46 metre olarak tasarlanmıştır. Yapısal sistemleri bakımından çelik konstrüksiyon ve öngermeli betonarme yapı olarak incelenmiştir (Tablo 5.1).

**Tablo 5.1: Yaya üstgeçitlerinin geometrik özellikleri**

	uzunluk	genişlik	merd. genişlik	yükseklik	yapısal sistem
15 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	15 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
20 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	20 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
25 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	25 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
30 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	30 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1	36 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	36 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme	2*18 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Betonarme
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1	46 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	46 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 3	2*23 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Betonarme	2*23 metre	3 metre	2.5 metre	7.5 metre	Betonarme
15 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	15 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon
20 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	20 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon
25 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	25 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon
30 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	30 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üst Geçidi Çelik Konstrüksiyon 2	36 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	46 metre	3 metre	2.5 metre	6.0 metre	Çelik Konstrüksiyon

### 5.1.2 Uygulanacak Üstyapı Tipinin Tanıtılması

Yaya üstgeçitlerinin köprü uzunluğuna bağlı olarak üstyapı tipi değişkenlik gösterir. Bu değişkenlik yapılan statik hesaplarla ana taşıyıcı kirişin kesit özelliklerini belirler. Çelik köprülerde kesitin yüksekliği, alt, üst başlık ve gövde plakalarının kalınlıkları

değişkenlik gösterir. Betonarme köprülerde ana taşıyıcı kiriş öngermeli prakast kiriş olarak incelenmiştir. Öngermeli prakast kirişin öngermeye değerleri köprü uzunluğuna bağlı olarak değişkenlik gösterir(Tablo 5.2).

**Tablo 5.2: Yaya üstgeçitlerinin Üstyapı özellikleri**

	Boyuna Kiriş	Kiriş Gövde Yüks.	Kiriş Gövde Kalın.	Kiriş Başlık Geniş.	Kiriş Başlık Kalın.	Öngermeye Halatları	yapısal sistem
15 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	2 adet	580 mm	10 mm	200 mm	12 mm		Çelik Konstrüksiyon
20 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	2 adet	600 mm	10 mm	200 mm	15 mm		Çelik Konstrüksiyon
25 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	2 adet	650 mm	12 mm	200 mm	16 mm		Çelik Konstrüksiyon
30 metre uzunluğunda Çelik Konstrüksiyon	2 adet	700 mm	12 mm	200 mm	16 mm		Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1	2 adet	1000 mm	10 mm	200 mm	15 mm		Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	2 adet	1350 mm	15 mm	200 mm	20 mm		Çelik Konstrüksiyon
Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme	4 adet	750 mm	200 mm	770 mm	120 mm	7 adet (0,6")	Betonarme
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1	2 adet	1500 mm	15 mm	200 mm	20 mm		Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	2 adet	1600 mm	15 mm	250 mm	20 mm		Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 3	2 adet	650 mm	10 mm	200 mm	15 mm		Çelik Konstrüksiyon
Derince Yaya Üstgeçidi Betonarme	4 adet	750 mm	200 mm	770 mm	120 mm	12 adet (0,6")	Betonarme

### 5.1.3 Kullanılacak Malzemeler

Yaya üstgeçitlerinde kullanılan malzemeler ; Çelik köprülerde St52 kalitesinde hadveli profiller ve plakalardan yapılmıştır. Birleşim elemanları imalatta kaynak, montajda 10.9 kalitesinde cıvatalardan oluşturulmuştur. Beton köprülerin ana taşıyıcı kirişinin betonu BS40 kalitesinde, kolon ve temeli BS25 kalitesindedir. Donatı demirleri S420 kalitesindedir. Kiriş öngermeli olarak tasarlandığından dolayı kirişte öngermeye çeliği (tip 270K) kullanılmıştır.

## 5.2 TASARIM YÜKLERİNİN ÖZELLİKLERİ

### 5.2.1 Zati Yükler

Çelik konstrüksiyon yapının Sap 2000 yazılımı ile yapılan analizde sisteme girilmeyen çelik aksamlar (Berkitme, enlemeler, bulonlar, vs.) ilave yük olarak sisteme etki ettirilir. Sistem detayları çizildikten sonra belirlenen bu yükleme değeri : 0.6 kN/m 'dir.

Yapının döşeme malzemesi; 1,5 mm trapez saç üzeri 10 cm kalınlığında demirli beton olup yükleme değeri: 0.4 kN/m 'dir.

Toplam ilave zati yüklemesi: 1,0 kN/m'dir.

Betonarme köprülerde döşeme betonu ve donatısından dolayı analizlerde kullanılan ilave zati yüklemesi: 1,0 kN/m'dir.

Yapımı düşünülen korkuluğun yükü: 1.0 kN/m

### 5.2.2 Hareketli Yükler

Yaya yükleri iki farklı durum için ele alınmıştır.

1. Amerikan şartnamesine (AASHTO 2002 3.14.) ve Türk standartlarına (TSE 648 12.1.) göre 4.0 kN/m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

2. Yaya yoğunluğuna göre bölgelerde yapılan yaya sayımları verileri neticesinde önümüzdeki yıllarda hesaplanarak 1.5 kN/m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

Yaya sayımları üç bölgede hareketliliğin en yoğun olduğu gün içerisinde sabah ve akşam, hafta içerisinde pazartesi, Perşembe ve Pazar olmak üzere üç tekrar ile yapılmıştır.

İlk sayımlar Kocaeli'nin en yoğun olarak işlevini gören Mimar Sinan yaya üstgeçidinde yapılmıştır. Fakat yaya yoğunluğu en fazla olmasına rağmen döşeme yüzey alanı büyük olması sebebiyle birim yaya yükü değeri çok düşük çıkmaktadır (Tablo 5.3).

Diğer iki sayım tasarımı yapılan yaya üstgeçitleri için yapılmıştır (Tablo 5.4 – 5.5).

**Tablo 5.3: Mimar Sinan yaya üstgeçidi yaya sayımları**

MİMAR SİNAN YAYA ÜSTGEÇİDİ

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
02.05.2011	Pazartesi	86	103	93	71
05.05.2011	Perşembe	76	80	74	96
08.05.2011	Pazar	42	62	70	53

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
65	82	98	86
85	81	74	91
84	97	95	101

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
09.05.2011	Pazartesi	65	92	72	84
12.05.2011	Perşembe	84	47	62	88
15.05.2011	Pazar	55	68	62	43

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
57	49	72	82
63	74	59	77
56	81	73	95

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
23.05.2011	Pazartesi	52	74	65	80
26.05.2011	Perşembe	62	58	73	69
29.05.2011	Pazar	64	71	48	52

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
62	82	54	77
63	56	61	83
56	75	86	95

**Tablo 5.4: Derince yaya üstgeçidi yaya sayımları**

DERİNCE YAYA ÜSTGEÇİDİ

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
02.05.2011	Pazartesi	16	23	28	34
05.05.2011	Perşembe	21	33	19	22
08.05.2011	Pazar	35	18	32	15

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
21	33	24	19
32	15	27	18
31	17	26	35

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
26.09.2011	Pazartesi	26	32	19	22
29.09.2011	Perşembe	24	27	31	15
02.10.2011	Pazar	17	34	21	33

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
29	15	34	26
22	29	16	35
17	23	21	30

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
03.10.2011	Pazartesi	23	19	35	27
06.10.2011	Perşembe	15	32	17	21
09.10.2011	Pazar	28	34	24	33

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
19	35	27	15
22	18	34	23
29	32	23	16

**Tablo 5.5: Köseköy yaya üstgeçidi yaya sayımları**

KÖSEKÖY YAYA ÜSTGEÇİDİ

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
30.05.2011	Pazartesi	32	41	28	22
02.06.2011	Perşembe	42	27	26	38
05.06.2011	Pazar	23	29	35	27

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
43	34	36	29
26	32	29	33
31	45	42	39

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
06.06.2011	Pazartesi	23	36	27	43
09.06.2011	Perşembe	42	31	44	29
12.06.2011	Pazar	41	25	38	33

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
37	22	34	26
28	39	43	32
36	42	21	45

		08.00-18.15	08.15-08.30	08.30-08.45	08.45-09.00
13.06.2011	Pazartesi	25	43	31	39
16.06.2011	Perşembe	32	27	35	23
19.06.2011	Pazar	28	36	42	33

18.00-18.15	18.15-18.30	18.30-18.45	18.45-19.00
27	43	32	45
36	35	41	23
29	25	33	28



### **5.2.3 Rüzgar Yüğü**

Rüzgar yükleri iki farklı durum için ele alınmıştır.

1. Amerikan şartnamesine (AASHTO 2002 3.15.1.1.1.) göre 2.4 kN/m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.
2. Türk standartlarına (TSE 648 11.3.) göre 0.5 kN/m<sup>2</sup> olarak alınmıştır.

### **5.2.4 Deprem Yüğü**

Deprem yükleri Türkiyede yürürlükte olan Türkiye Deprem Yönetmeliğı (TBYBHY-2007) esasları doğrultusunda aşağıda belirtilen parametreler ile hesaplanarak sisteme etkitilmiştir.

Zemin sınıfı : Z4

Deprem bölgesi : 1. derece

Spektrum karakteristik periyotları : TA = 0.15 s ve TB = 0.60 s

Etkin yer ivmesi katsayısı : Ao = 0.40

Taşıyıcı sistem dav. katsayısı : 3

## **5.3 YAYA ÜSTGEÇİT ANALİZLERİ**

Yaya üstgeçitlerinin analizinde SAP 2000 statik hesap programı kullanılmıştır. Programı kullanırken sırası ile;

Sistem modeli oluşturulur. Oluşturulan sistem modelindeki elemanlara ilave yapı yüklemesi, korkuluk yüklemesi, yaya yüklemesi, rüzgar yüklemesi ve deprem yüklemesi yapılır (Tablo 5.6).

Yapılan yüklemeler ile yapı yük kombinasyonları oluşturulur. Sistem analizi yapılır.

**Tablo 5.6: Yaya üstgeçitlerinin yükleme değerleri**

	Yüklemeler				
	Yaya	İlave	Korkuluk	Rüzgar	Deprem
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon1	1.5 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	0.5 kN/m <sup>2</sup>	sabit
Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon2	4.0 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	2.4 kN/m <sup>2</sup>	sabit
Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme	4.0 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	2.4 kN/m <sup>2</sup>	sabit
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1	1.5 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	0.5 kN/m <sup>2</sup>	sabit
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	4.0 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	2.4 kN/m <sup>2</sup>	sabit
Derince Yaya Üstgeçidi Betonarme	4.0 kN/m <sup>2</sup>	sabit	sabit	2.4 kN/m <sup>2</sup>	sabit

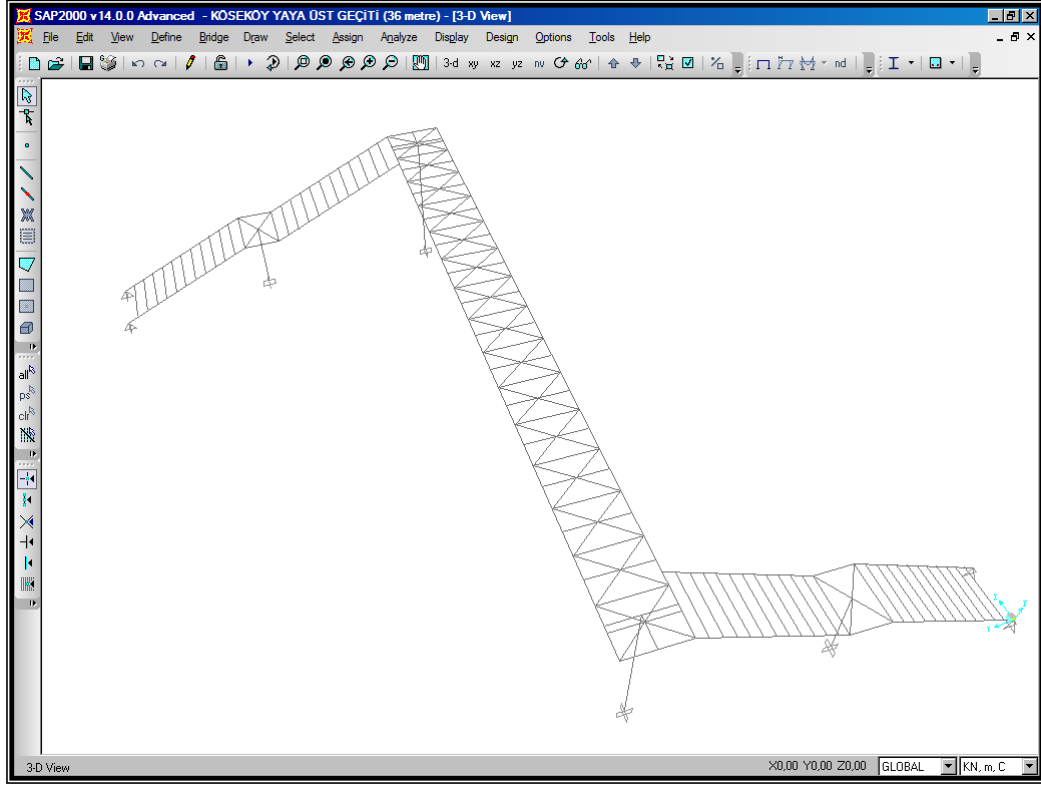
Yaya üstgeçitlerinden Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1 ve Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarmenin özellikleri ve analizleri detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca mevcut Köseköy Yaya Üstgeçidinin analizi de kontrol edilmiştir.

### **5.3.1 Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1 Özellikleri**

#### **5.3.1.1 Köprünün geometrik özellikleri**

- a) Köprü genişliği : 3.00 m
- b) Kiriş mesnet açıklığı : 33.00 m
- c) Köprü toplam boyu : 36.00 m
- d) Merdiven genişliği : 2.50 m
- e) Köprü döşeme üst kotu : 7.50 m
- f) Yapısal sistem : Çelik konstrüksiyon (Şekil 5.1).

**Şekil 5.1: Statik 3d model (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1)**



### 5.3.1.2 Uygulanacak üstyapı tipinin tanıtılması

Boyuna Kiriş Adedi = 2 Adet  
Kiriş Gövde Yüksekliği = 1000 mm  
Kiriş Gövde Kalınlığı = 10 mm  
Kiriş Başlık Genişliği = 200 mm  
Kiriş Başlık Kalınlığı = 15 mm

### 5.3.1.3 Kullanılacak malzemeler

Yapısal Çelik:

Bütün Yapısal Elemanlar

S355 : EN 10027-1

(St52 : DIN 17100)

(Fe 510 : EN 10025-1990)  $f_y = 355 \text{ MPa}$   $f_u = 490 \text{ MPa}$

Birleşim Elemanları:

Ankraj Bulonları : Yüksek mukavemetli bulon

Kalite 10.9 (ASTM A490) :  $F_y = 900 \text{ Mpa}$   $F_u = 1000 \text{ MPa}$

Kaynaklar:

Kaynak malzemesi minimum St52 kalitesinde olacaktır.

#### ***5.3.1.3.1 Emniyet gerilmeleri***

Çelik çekme emniyet gerilmesi :  $0.55 F_y$

Çelik kayma emniyet gerilmesi :  $0.33 F_y$

Köşe kaynak emniyet gerilmesi :  $0.27 F_u$

Küt kaynak emniyet gerilmesi : Levha emniyet gerilmesine eşit

Bulon makaslama emniyet gerilmesi :  $0.16^* F_u$  (Bulon dişi kesme düzleminde iken)

#### **5.3.1.4 Tasarım yükleri**

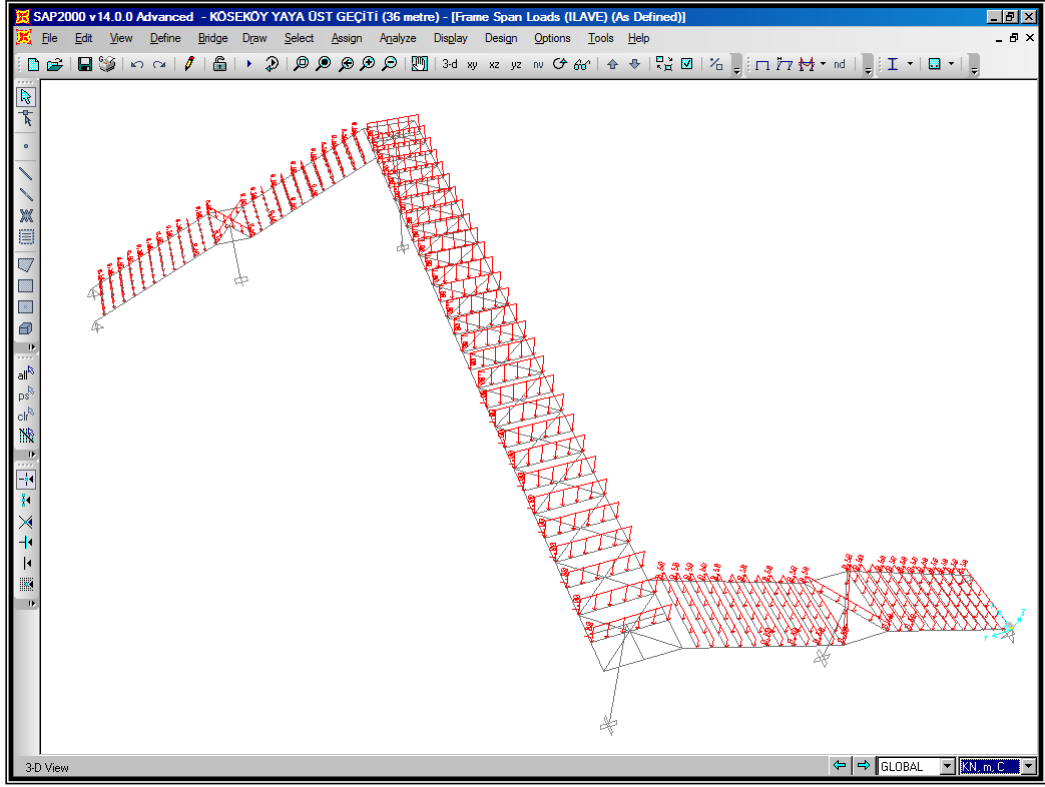
##### ***5.3.1.4.1 Zati yükler***

İlave Çelik Aksam yükü ( Berkitme, enlemeler, bulonlar, vs.) :  $0.6 \text{ kN/m}$

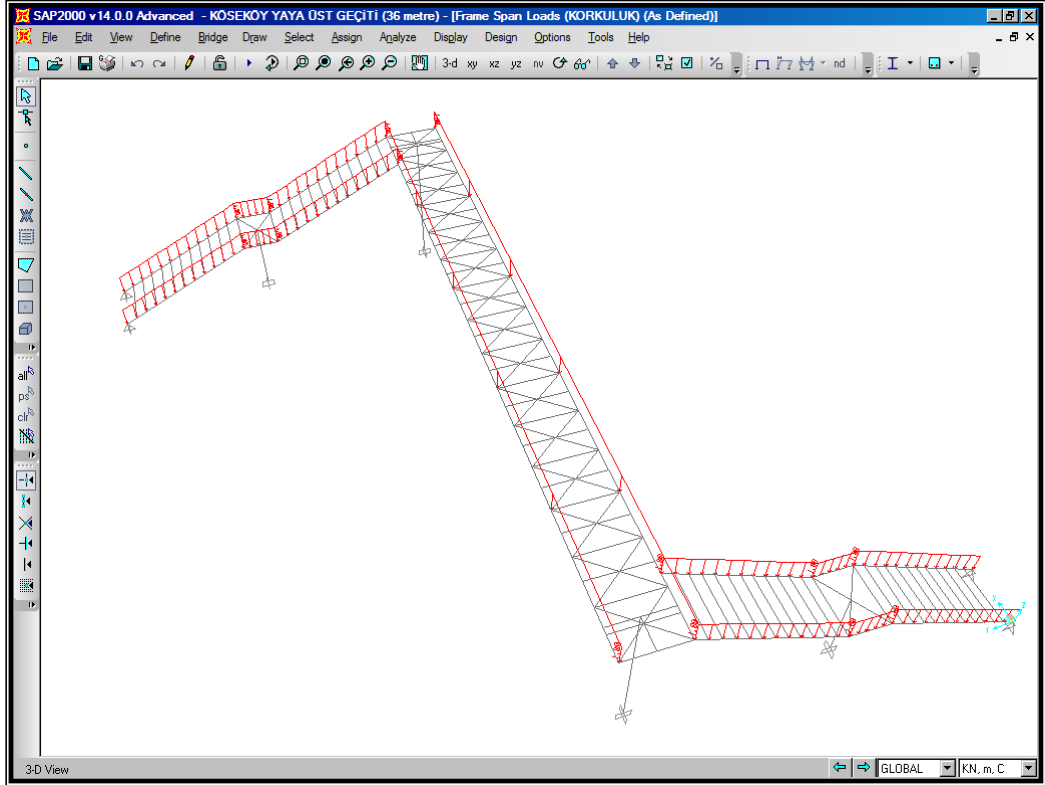
Kaplama yükü:  $0.4 \text{ kN/m}$  (Şekil 5.2)

Korkuluk yükü:  $1.0 \text{ kN/m}$  (Şekil 5.3)

**Şekil 5.2: Statik ilave yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1)**



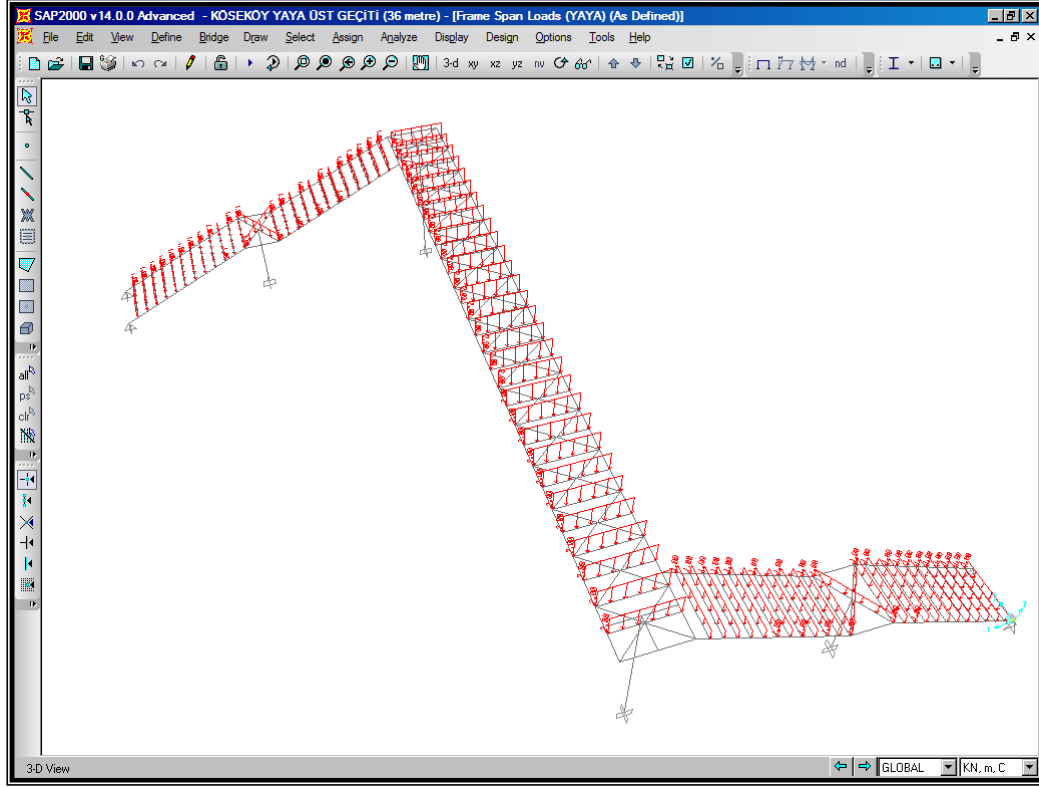
**Şekil 5.3: Statik korkuluk yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**



### 5.3.1.4.2 Hareketli yükler

Yaya Yüğü : 1.5 kN/m<sup>2</sup> (Şekil 5.4)

Şekil 5.4: Statik yaya yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1)



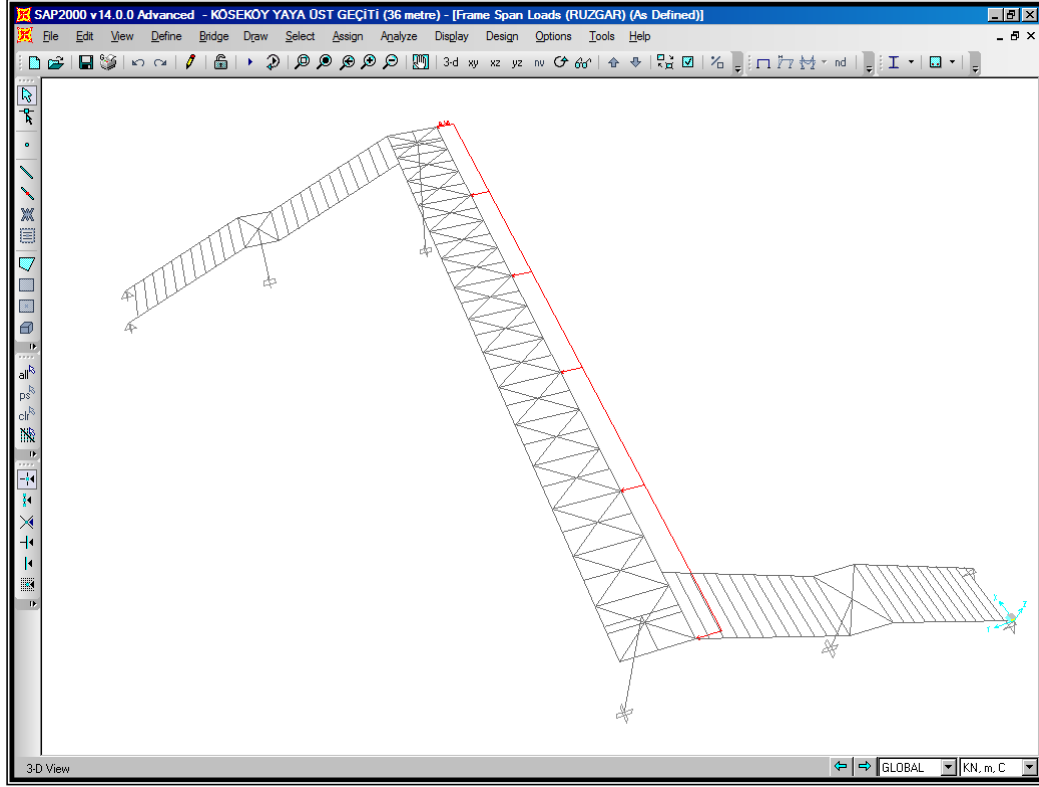
### 5.3.1.4.3 Rüzgar yükü

Üstyapıdaki (Kirişlerdeki) Rüzgar : 0.5 kN/m<sup>2</sup>

Köprü Toplam Yüksekliği = 1.0 m

Köprüye etkiyen rüzgar yükü = 1.0m x 0.5kN/m<sup>2</sup> = 0.5 kN/m (Şekil 5.5)

**Şekil 5.5: Statik rüzgar yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**



#### **5.3.1.4.4 Deprem yükleri**

Zemin sınıfı : Z4

Deprem bölgesi : 1. derece

Spektrum karakteristik periyotları :  $T_A = 0.15$  s ve  $T_B = 0.60$  s

Etkin yer ivmesi katsayısı :  $A_0 = 0.40$

Taşıyıcı sistem dav. katsayısı : 3

### **5.3.2 Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1 Analizi**

#### **5.3.2.1 Sehim hesabı**

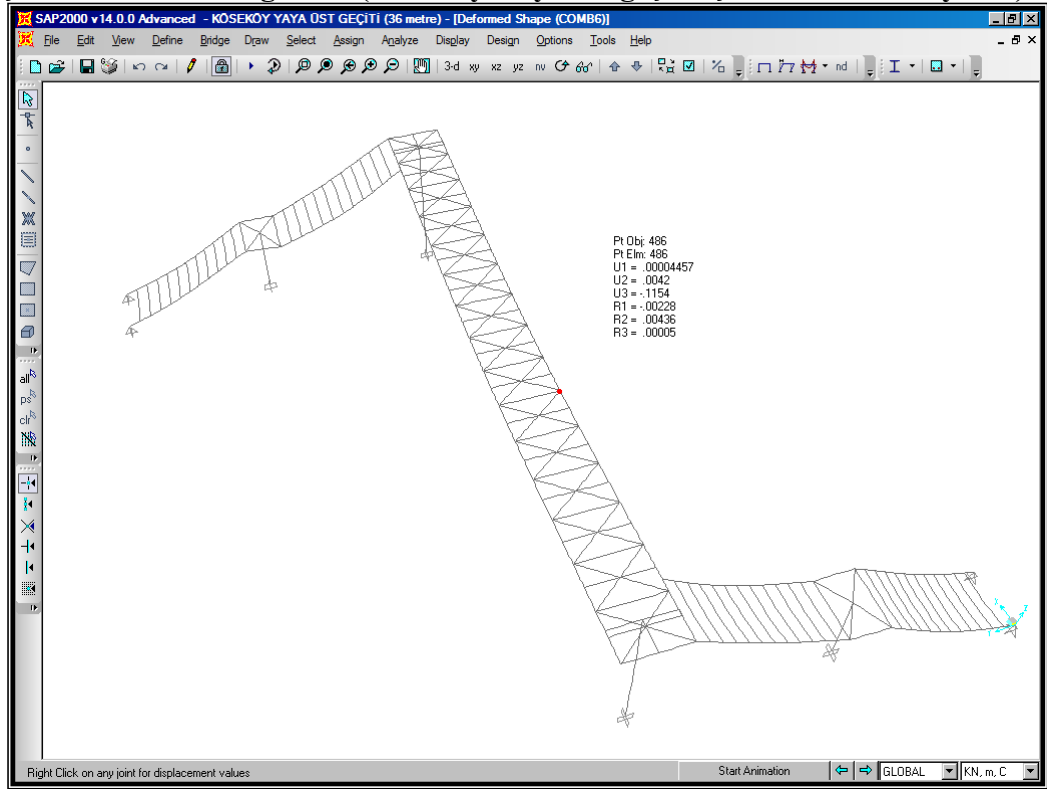
Yapılan analiz sonucunda oluşan max. Sehim değeri şekil 5.6 de verilmiştir. Sehim kontrolü (TS 648 2.4.2.4.) :  $L/300 = 36000\text{mm}/300 = 120\text{mm} > \text{Max sehim olmalıdır.}$

Max sehım değeri 115mm < 120mm olduğundan dolayı sehım değeri kabul edilebilir değerdedir.

### 5.3.2.2 Dinamik mod kontrolü

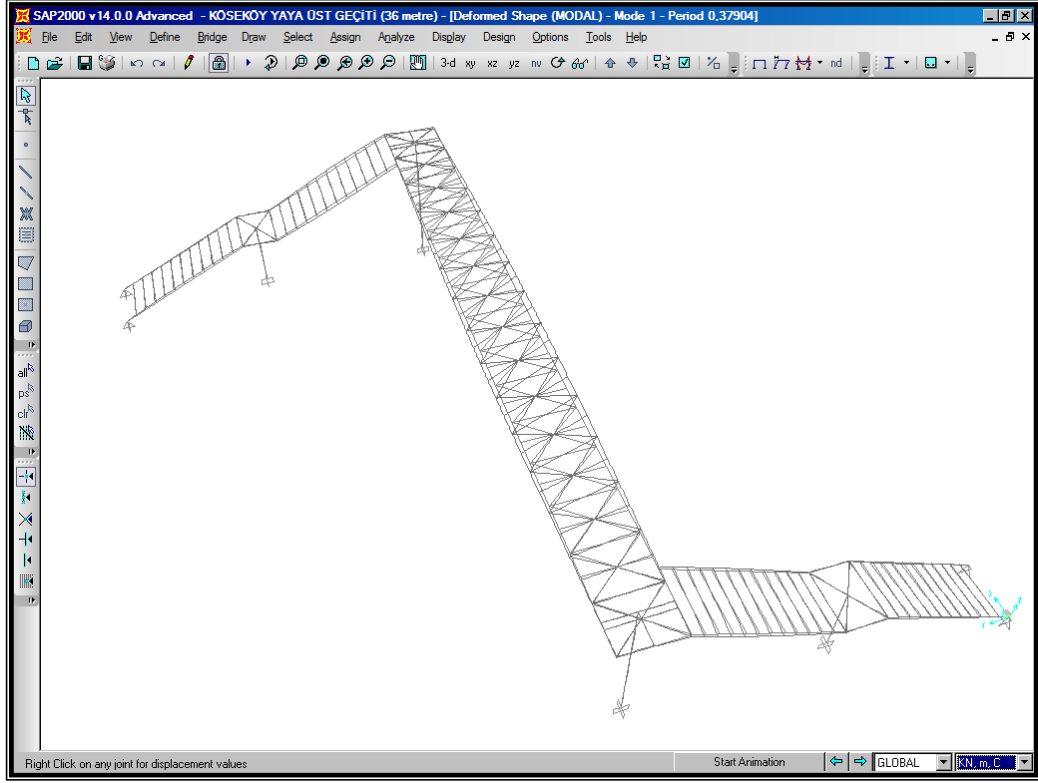
Dinamik model analiz sonuğlarının ilk üçü şekil 5.7- 5.8- 5.9 de verilmiştir.

**Şekil 5.6: Sehım değerleri (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1)**

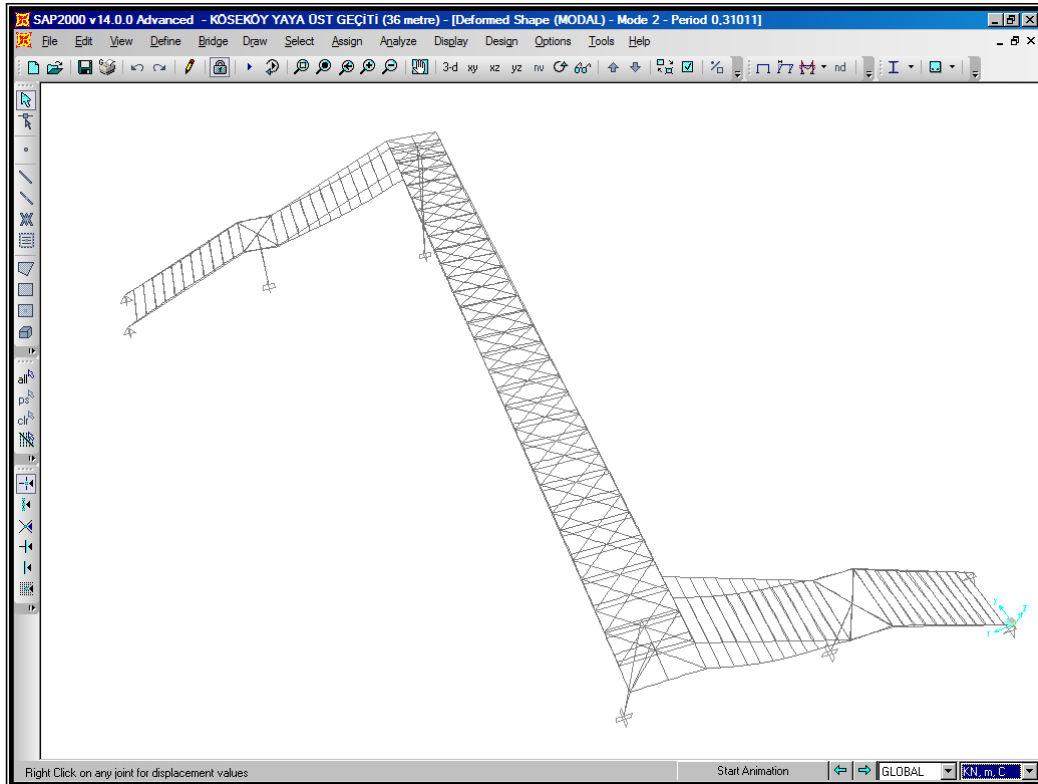




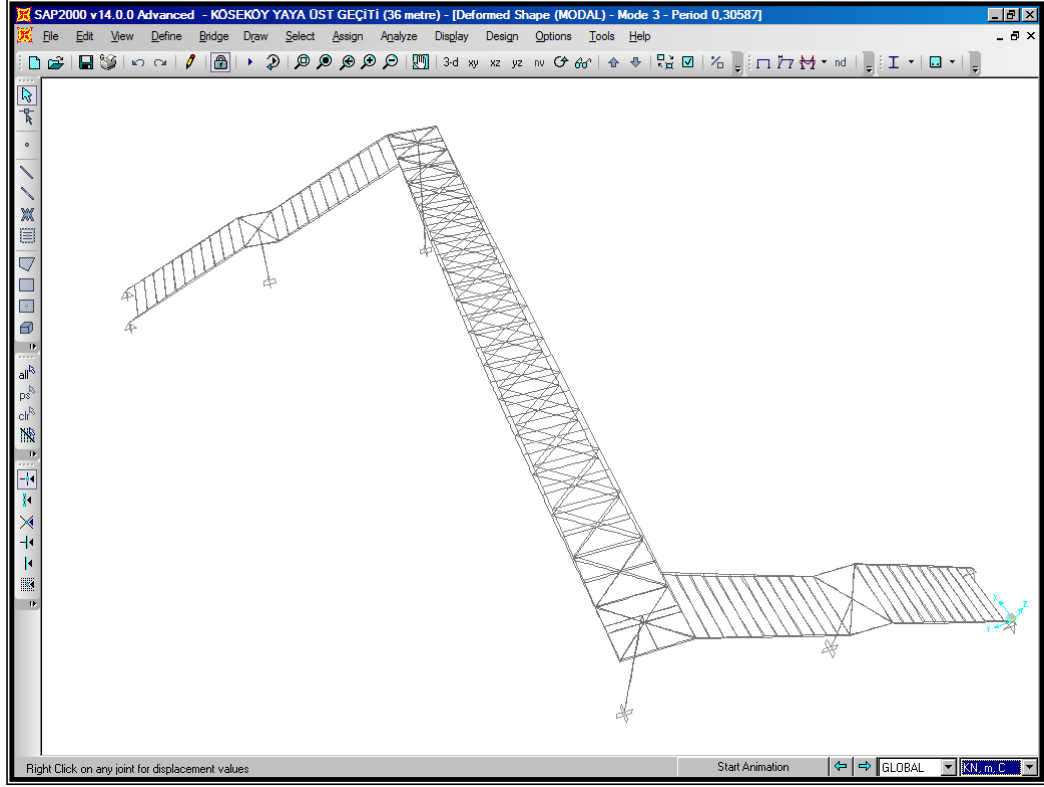
**Şekil 5.7: Dinamik mod periyodu 1 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**



**Şekil 5.8: Dinamik mod periyodu 2 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**



**Şekil 5.9: Dinamik mod periyodu 3 (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**



Dinamik model analizinde model kütle katılım oranı yüzde 90 değerinin üzerinde olmalıdır. Her iki yöndede modal kütle katılım oranı yüzde 90 değerini sağlamıştır (Tablo 5.7).

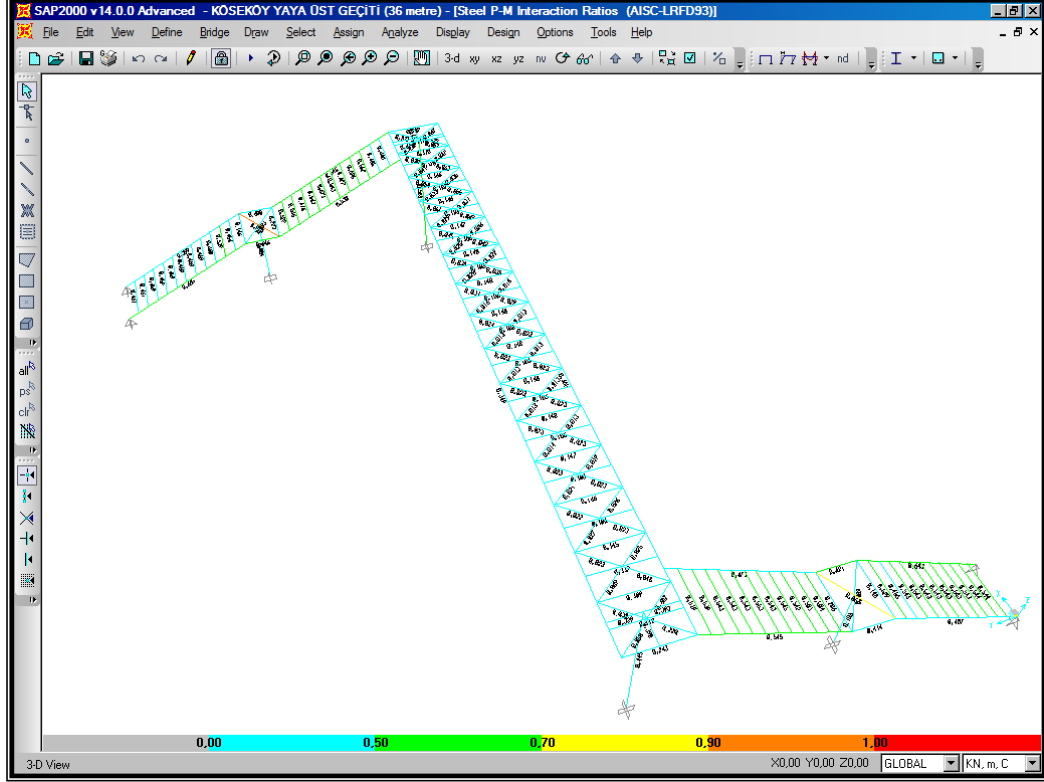
**Tablo 5.7: Dinamik mod periyotları (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**

TABLE: Modal Participating Mass Ratios						
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,379036	0,00006765	0,00003192	7,112E-20
MODAL	Mode	2	0,310108	0,80862	0,00021	7,189E-20
MODAL	Mode	3	0,305866	0,80862	0,00021	0,41025
MODAL	Mode	41	0,035945	0,9952	0,8808	0,59166
MODAL	Mode	42	0,034127	0,99538	0,88661	0,59166
MODAL	Mode	43	0,03345	0,99538	0,88661	0,593
MODAL	Mode	44	0,032513	0,99606	0,9127	0,593
MODAL	Mode	45	0,029131	0,99606	0,9127	0,59433

### 5.3.2.3 Dizayn kontrolü

Yapılan analiz sonucunda kesitlerin dizayn kontrolü şekil 5.10 da verilmiştir.

**Şekil 5.10: Dizayn kontrolü (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 1)**



Dizayn kontrolünün talep/kapasite oranları depremsiz kombinasyonlar için 1 değerinden, depremlı kombinasyonlar için 1.3 değerinden küçük olmalıdır. Talep/kapasite oranlarının sayısal değerleri tablo 5.8 de verilmiştir.

**Tablo 5.8: Dizayn kontrol değerleri (Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konst. 1)**

TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC-LRFD93						
Frame	DesignSect	DesignType	Ratio	RatioType	Combo	Location
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m
59	boru 600/15	Column	0,444736	PMM	COMB6	7,5
60	IPE1000x200x15x10	Beam	0,39874	Major Shear	COMB6	0
61	IPE1000x200x15x10	Beam	0,328608	PMM	COMB6	0
62	IPE1000x200x15x10	Beam	0,429377	Major Shear	COMB4	1,5
63	IPE1000x200x15x10	Beam	0,348681	PMM	COMB5	16,8
64	IPE1000x200x15x10	Beam	0,364907	PMM	COMB6	18
65	IPE1000x200x15x10	Beam	0,242647	PMM	COMB6	1,5
66	IPE1000x200x15x10	Beam	0,281684	PMM	COMB5	1,5
67	boru 600/15	Column	0,508114	PMM	COMB5	7,5
68	I1000X200	Beam	0,428699	PMM	COMB5	0
69	IPE1000x200x15x10	Beam	0,497011	Major Shear	COMB5	0
70	IPE1000x200x15x10	Beam	0,372224	PMM	COMB5	0
249	IPE160	Beam	0,106066	PMM	COMB6	1,5
250	IPE160	Beam	0,148069	PMM	COMB5	1,5
251	IPE160	Beam	0,106064	PMM	COMB6	1,5
252	IPE160	Beam	0,147914	PMM	COMB5	1,5
253	IPE160	Beam	0,106064	PMM	COMB6	1,5
254	IPE160	Beam	0,147598	PMM	COMB5	1,5
255	IPE160	Beam	0,106064	PMM	COMB6	1,5
256	IPE160	Beam	0,147126	PMM	COMB5	1,5
257	IPE160	Beam	0,106068	PMM	COMB6	1,5
258	IPE160	Beam	0,146493	PMM	COMB6	1,5
259	IPE160	Beam	0,105978	PMM	COMB4	1,5
260	IPE160	Beam	0,145351	PMM	COMB5	1,5
261	IPE160	Beam	0,118989	PMM	COMB5	1,5
262	IPE160	Beam	0,109011	PMM	COMB6	1,5
263	IPE160	Beam	0,111789	PMM	COMB6	1,5
265	UPN200	Beam	0,413807	PMM	COMB5	0
267	boru 600/15	Column	0,104593	PMM	COMB6	0
269	UPN200	Beam	0,621487	PMM	COMB5	2
272	UPN200	Beam	0,862875	PMM	COMB5	1,80278
273	UPN200	Beam	0,147736	PMM	COMB6	3
274	UPN200	Beam	0,409354	PMM	COMB6	1,80278
287	UPN200	Brace	0,406666	PMM	COMB6	4,8914
299	UPN200	Brace	0,471204	PMM	COMB2	8,38525
323	L80X8	Beam	0,529097	PMM	COMB6	1,5
324	L80X8	Beam	0,455993	PMM	COMB2	1,5
325	L80X8	Beam	0,542949	PMM	COMB6	1,5
326	L80X8	Beam	0,542619	PMM	COMB2	1,5
327	L80X8	Beam	0,54267	PMM	COMB6	1,5
328	L80X8	Beam	0,542659	PMM	COMB2	1,5
329	L80X8	Beam	0,54266	PMM	COMB2	1,5
330	L80X8	Beam	0,542701	PMM	COMB4	1,5
331	L80X8	Beam	0,542689	PMM	COMB2	1,5

332	L80X8	Beam	0,544481	PMM	COMB4	1,5
542	UPN200	Beam	0,645584	PMM	COMB6	2
543	boru 600/15	Column	0,083748	PMM	COMB5	0
544	UPN200	Beam	0,399829	PMM	COMB5	2
545	UPN200	Beam	0,222618	PMM	COMB5	3
546	UPN200	Beam	0,392791	PMM	COMB6	1,80278
548	UPN200	Beam	0,925566	PMM	COMB6	1,80278
549	UPN200	Brace	0,529847	PMM	COMB5	8,38525
585	UPN200	Brace	0,399039	PMM	COMB6	4,8914
684	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,013322	PMM	COMB6	0,96047
685	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,028575	PMM	COMB6	0,96047
686	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,030695	PMM	COMB6	0,96047
687	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,016297	PMM	COMB6	0,96047
688	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,017624	PMM	COMB6	0,96047
698	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,051481	PMM	COMB6	0,96047
699	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,028842	PMM	COMB6	0,96047
700	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,030606	PMM	COMB6	0,96047
701	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,05482	PMM	COMB6	0,96047
702	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,058276	PMM	COMB6	0,96047
703	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,033263	PMM	COMB6	0,96047
704	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,035441	PMM	COMB6	0,96047
705	TUBO-D76.1X3.2	Beam	0,062918	PMM	COMB6	0,96047

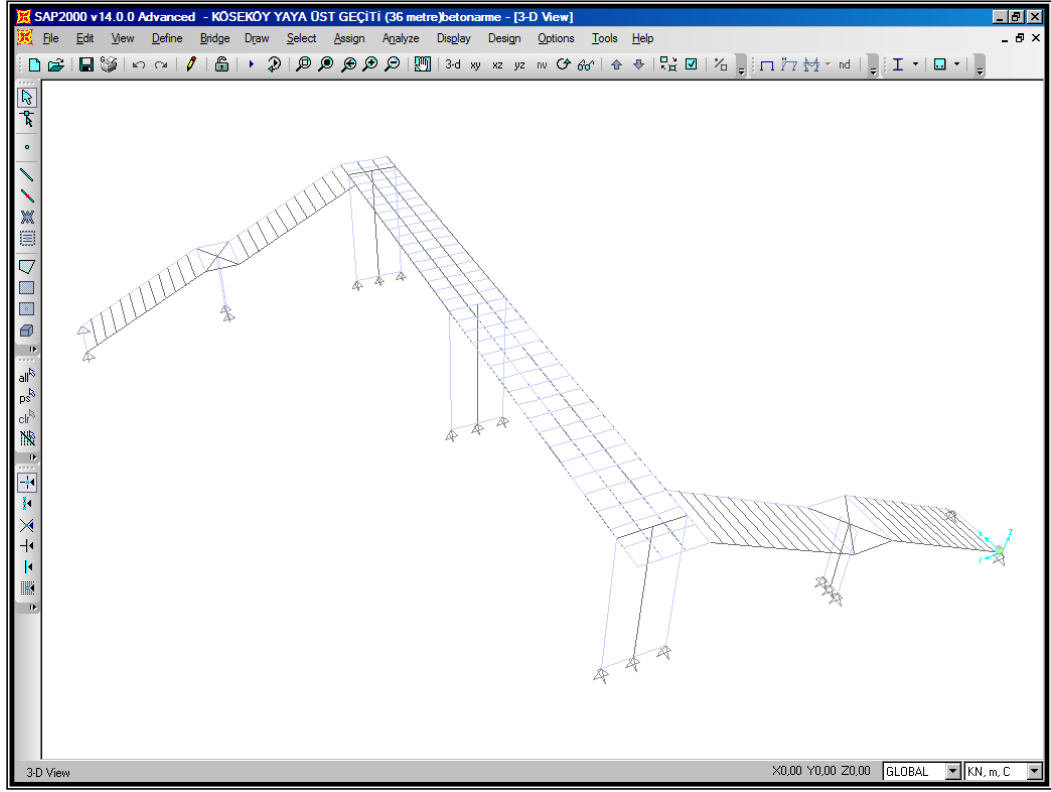
Zati durumda (Comb1, 2, 3 ve 4 kombinasyonlarında) talep/kapasite oranları 1 değerinden küçüktür. Depremlı durumda (Comb 5 ve 6 kombinasyonlarında) talep/kapasite oranları 1.3 değerinden küçüktür. Gerekli Şart Sağlanmıştır.

#### 5.3.2.4 Temel çizimleri

Betonarme temel için gerekli analizler yapılmış olup, temel çizim detayları şekil 5.11 de verilmiştir.



**Şekil 5.12: Statik 3d model (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



### 5.3.3.2 Uygulanacak üstyapı tipinin tanıtılması

Boyuna Kiriş Adedi = 4 Adet  
Kiriş Gövde Yüksekliği = 750 mm  
Kiriş Gövde Kalınlığı = 200 mm  
Kiriş Başlık Genişliği = 770 mm  
Kiriş Başlık Kalınlığı = 120 mm  
Öngerme halatlar = 7 adet (0,6'')

### 5.3.3.3 Kullanılacak malzemeler

Kiriş betonu : C40  
Beton : C25  
Donatı demiri : S420  
Öngerme çeliği : tip 270 K (0,6'')

Birleşim Elemanları: Elastomer mesnet

### 5.3.3.4 Tasarım yükleri

#### 5.3.3.4.1 Zati yükler

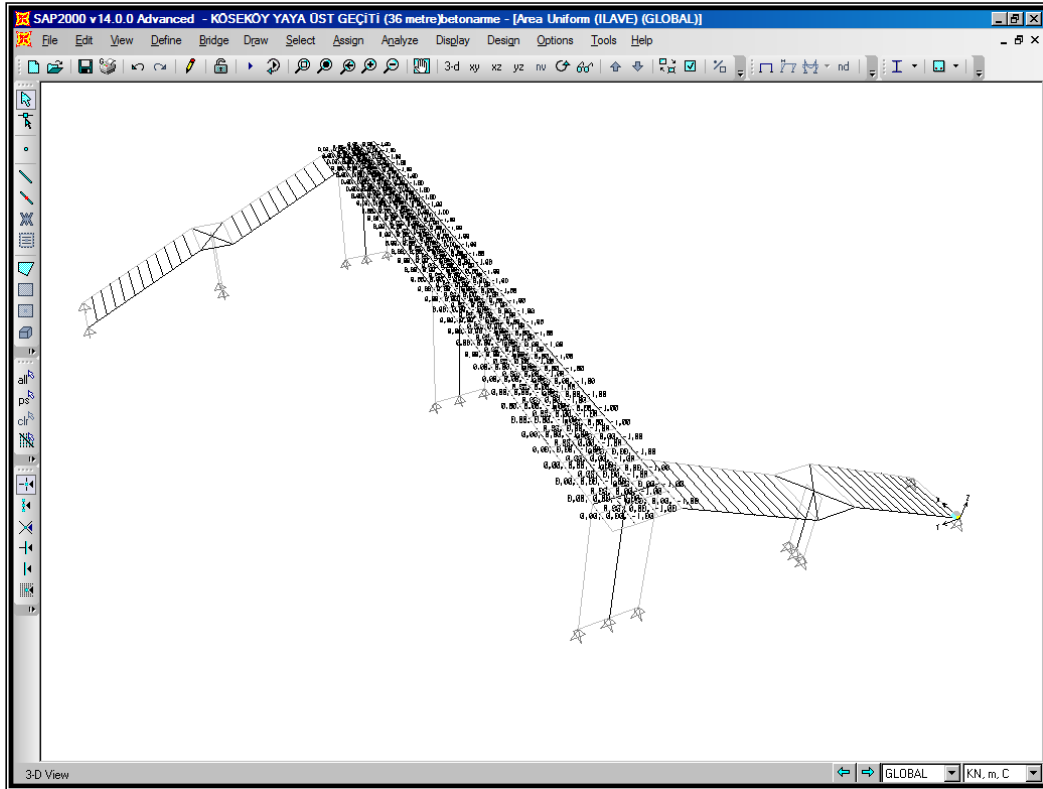
Kaplama yükü: 1.0 kN/m (Şekil 5.13 - 5.14)

Korkuluk yükü: 1.0 kN/m (Şekil 5.15)

#### 5.3.3.4.2 Hareketli yükler

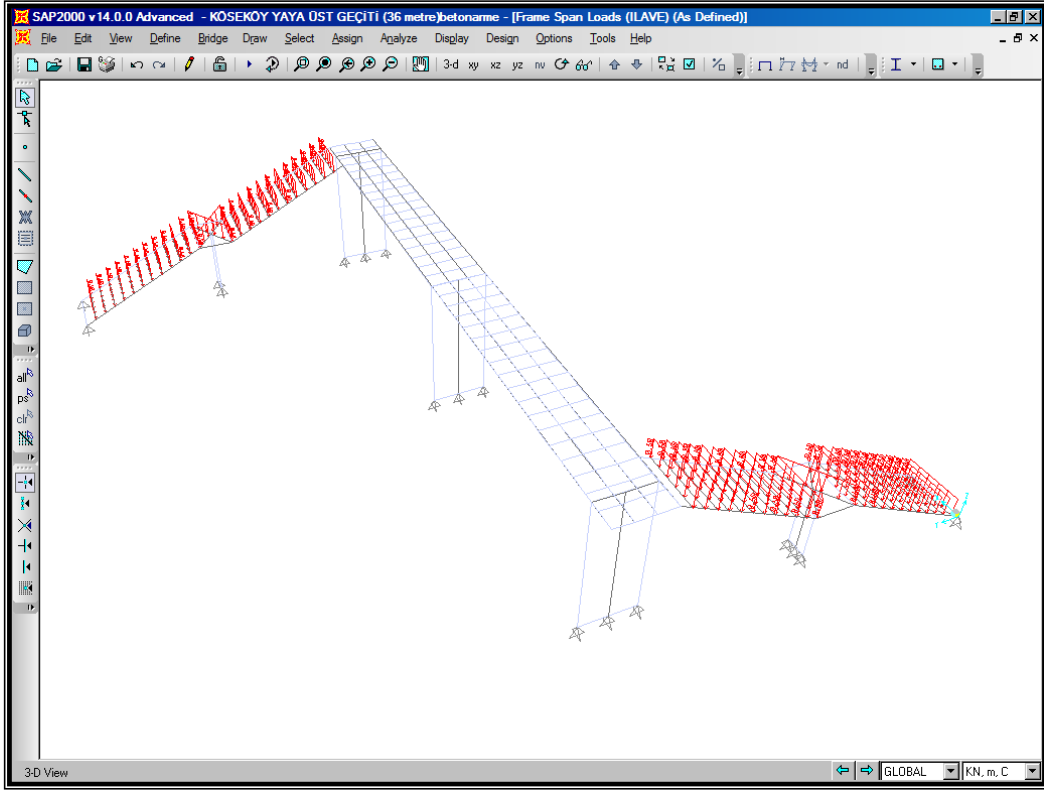
Yaya Yükü : 4 kN/m<sup>2</sup> (Şekil 5.16 - 5.17)

**Şekil 5.13: Statik ilave yüklemesi döşeme (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**

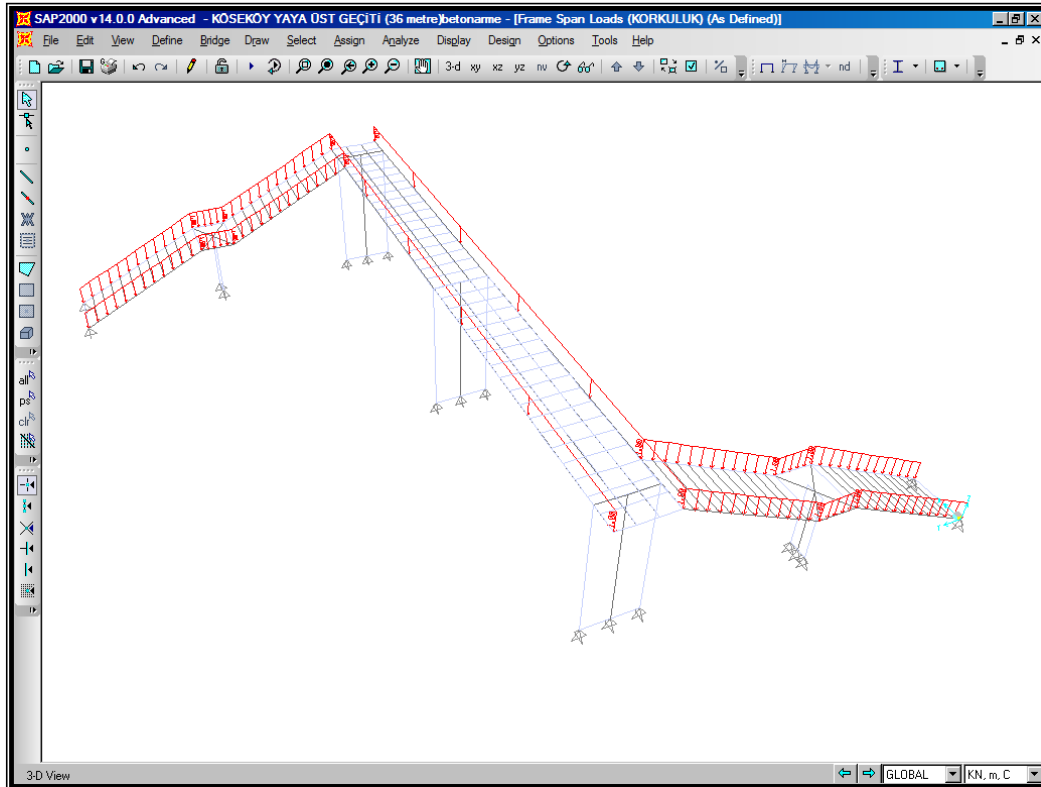




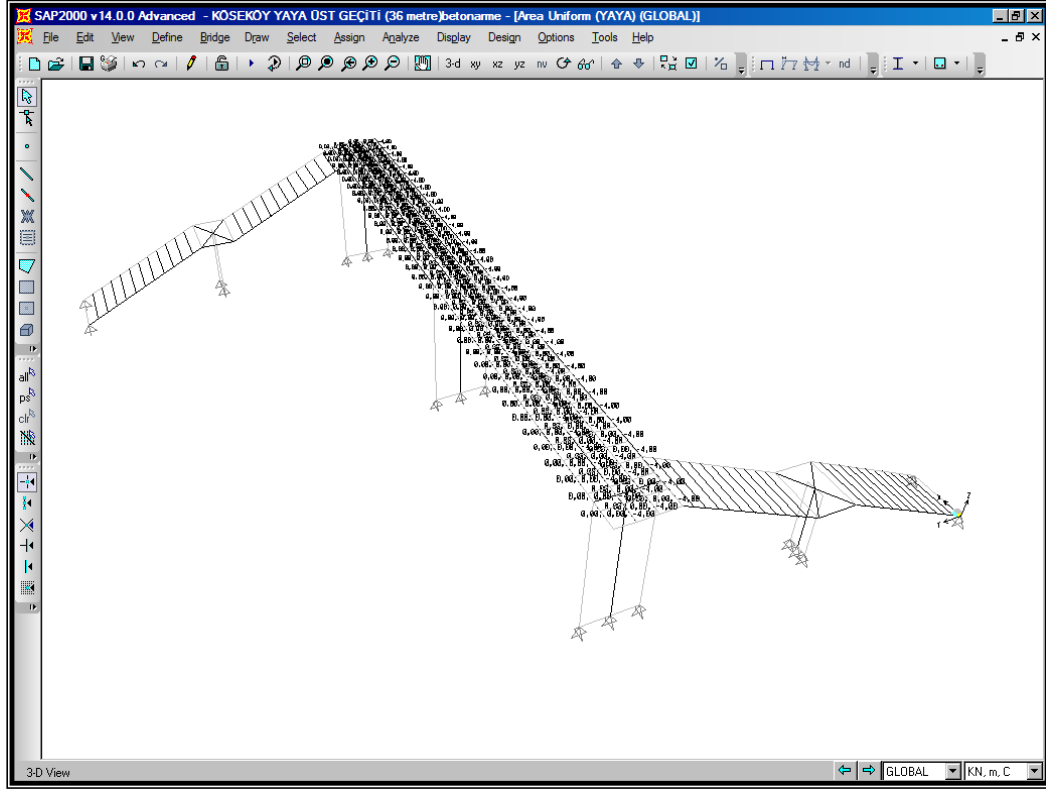
**Şekil 5.14: Statik ilave yüklemesi merdiven (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



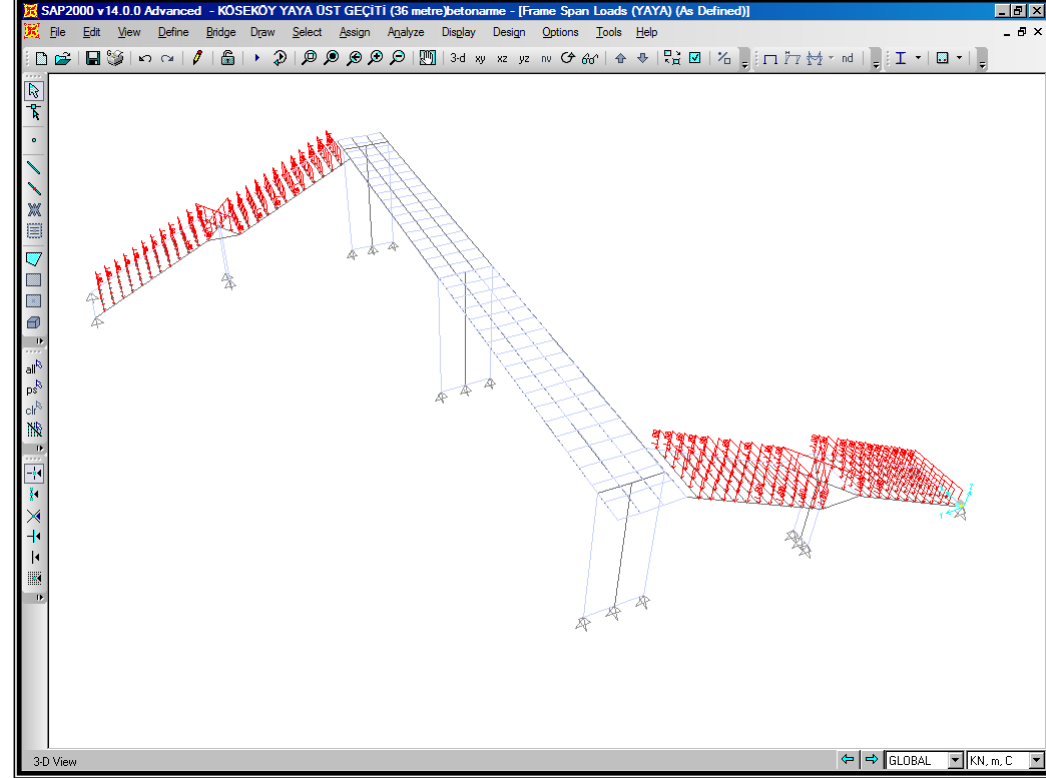
**Şekil 5.15: Statik korkuluk yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



**Şekil 5.16: Statik yaya yüklemesi döşeme (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



**Şekil 5.17: Statik yaya yüklemesi merdiven (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



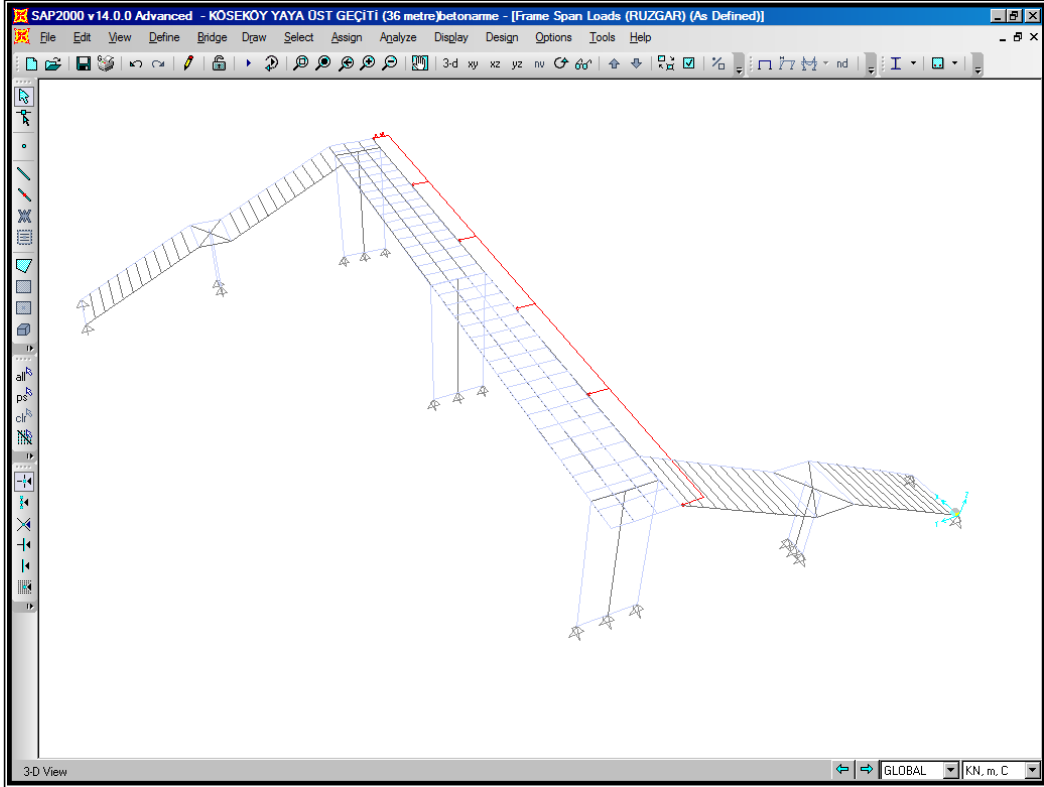
#### 5.3.3.4.3 Rüzgar yükü

Üst Yapıdaki (Kirişlerdeki) Rüzgar : 2.4 kN/m<sup>2</sup> (AASHTO 2002 3.15.1.1.1)

Köprü Toplam Yüksekliği = 1.0 m

Köprüye etkiyen rüzgar yükü = 1.0m x 2.4kN/m<sup>2</sup> = 2.4 kN/m (Şekil 5.18)

**Şekil 5.18: Statik rüzgar yüklemesi (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



#### 5.3.3.4.4 Deprem yükleri

Zemin sınıfı : Z4

Deprem bölgesi : 1. derece

Spektrum karakteristik periyotları : TA = 0.15 s ve TB = 0.60 s

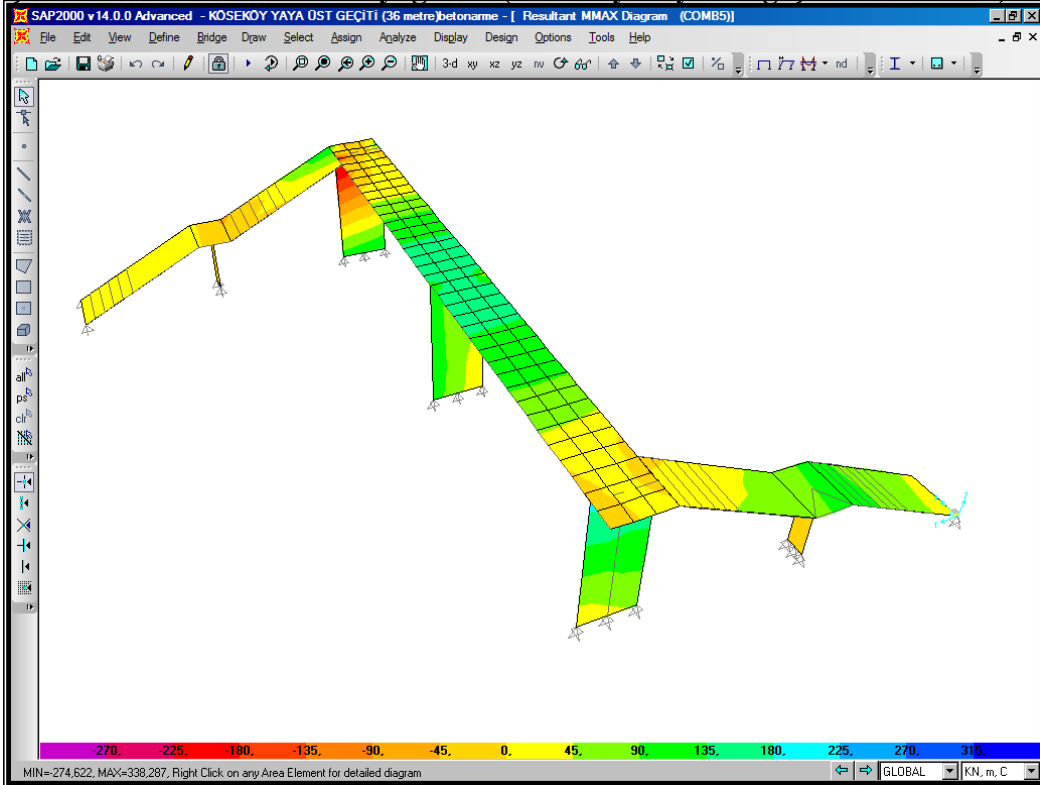
Etkin yer ivmesi katsayısı : Ao = 0.40

Taşıyıcı sistem dav. katsayısı : 3

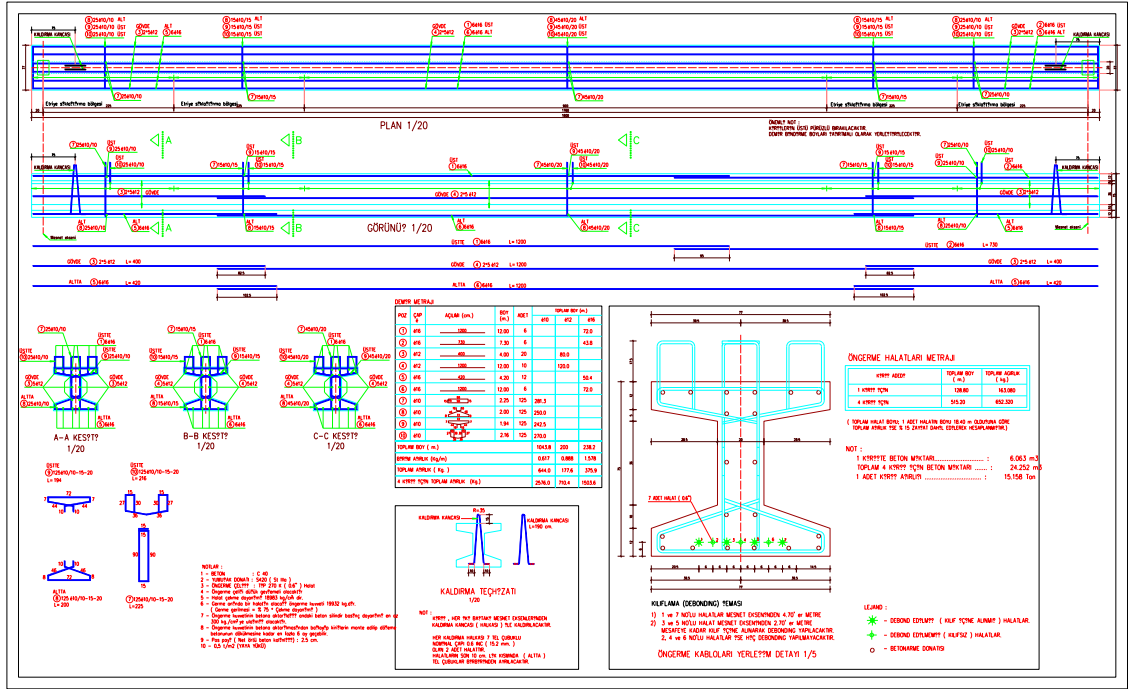
### 5.3.4 Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme Analizi

Yapılan betonarme analiz sonuçlarından elde edilen max. moment (Şekil 5.19) , kesme ve normal kuvvetler kullanılarak tüm sistemin betonarme boyutları, donatı alanları ve öngermeli çeliğinin adetleri belirlenmiştir. Öngermeli betonarme kirişin geometrik boyutları, donatı ve öngermeli çeliğinin miktarları şekil 5.20 de verilmiştir. Merdiven altı kolon ve temel geometrik boyutları ve donatı miktarları şekil 5.21 de verilmiştir. Merdiven rıht ve basamak geometrik boyutları ve donatı miktarları şekil 5.22 de verilmiştir.

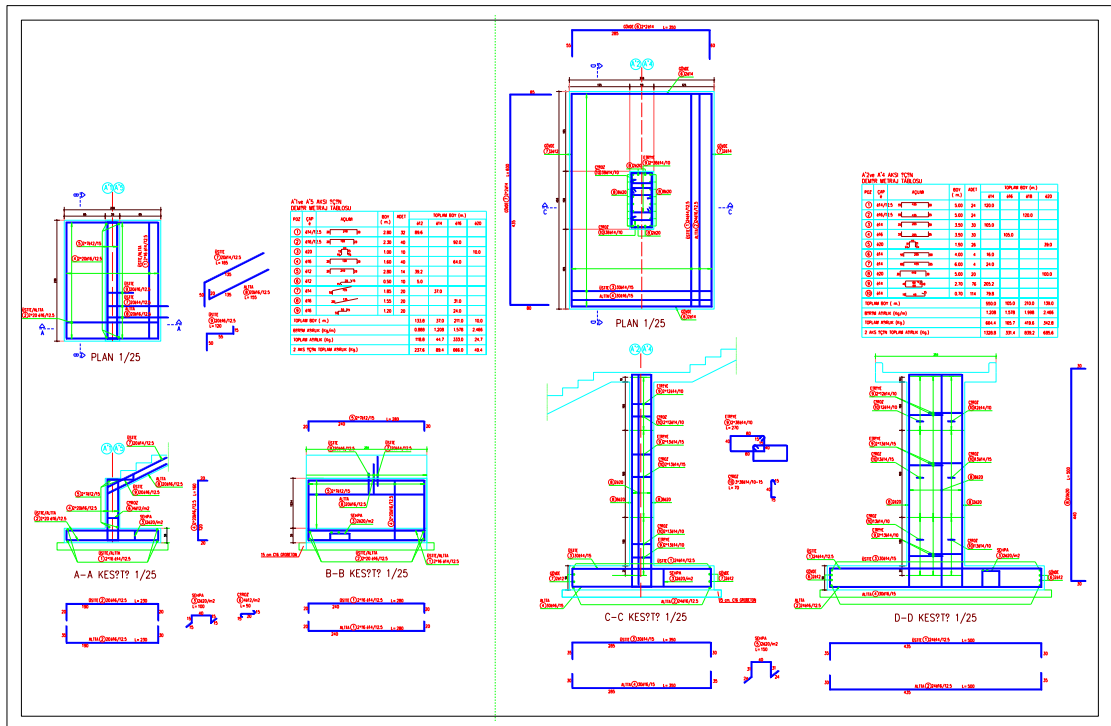
**Şekil 5.19: Analiz Mmax diyagramı (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



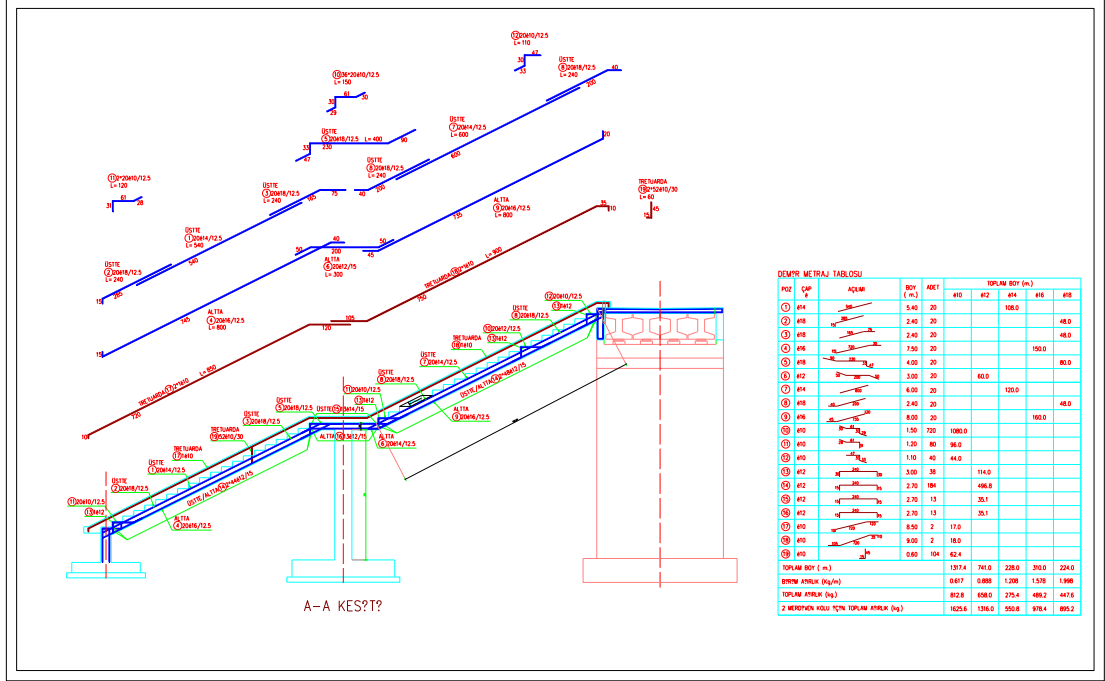
Şekil 5.20: Öngermeli betonarme kiriş detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)



Şekil 5.21: Merdiven altı kolon ve temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)

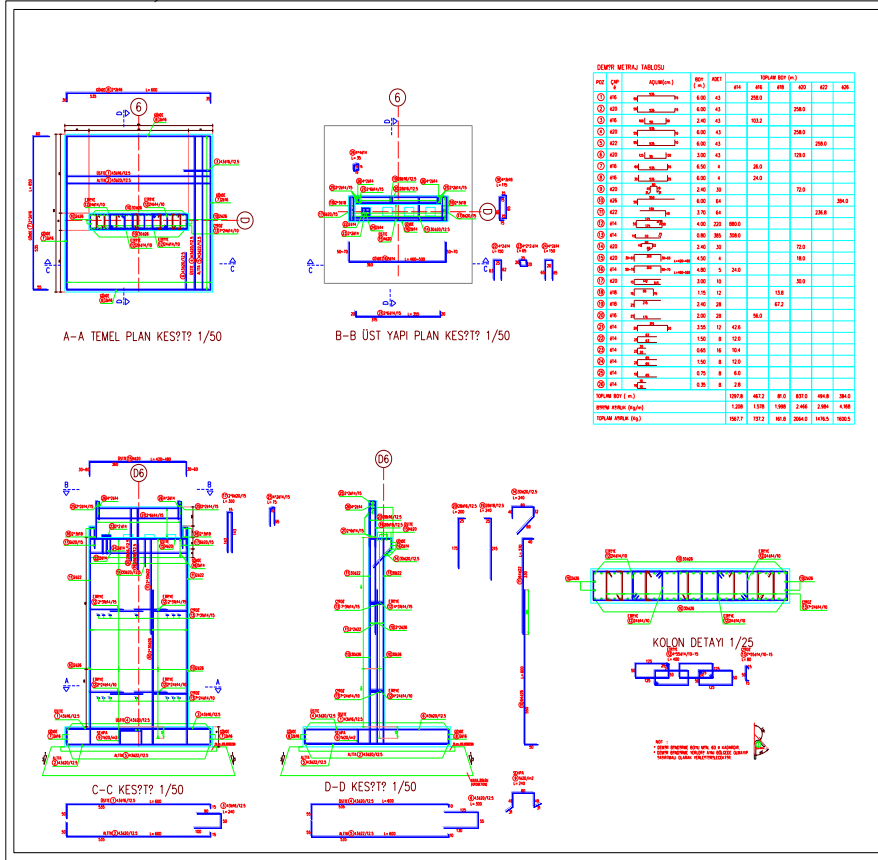


**Şekil 5.22: Merdiven rıht ve basamak detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**



Kenar ayak kolon ve temel geometrik boyutları ve donatı miktarları şekil 5.23 de verilmiştir.

**Şekil 5.23: Kenar ayak kolon ve temel detayları (Köseköy Yaya Üstgeçidi betonarme)**

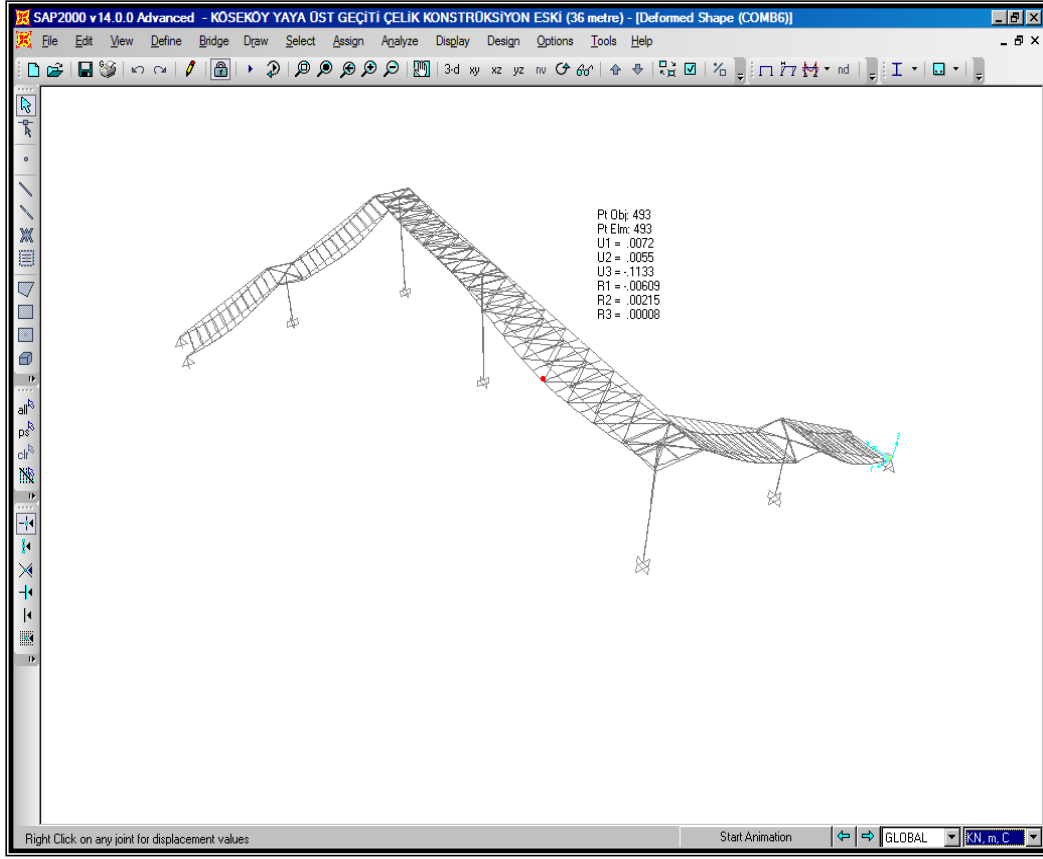


Orta ayak kolon ve temel geometrik boyutları ve donatı miktarları şekil 5.24 de verilmiştir.





**Şekil 5.25: Sehim değerleri (Mevcut Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon)**



Mevcut yapıdaki korozyonlanmadan dolayı yapı elemanlarının et kalınlığında incelmeler görülmektedir( resim ). Bu durum yapı statüğünü olumsuz etkilemektedir.

#### **5.4 MALİYET KARŞILAŞTIRMASI**

İki farklı yaya üstgeçidinin yapısal olarak betonarme ve çelik, yükseklik olarak 6,0 metre ve 7,5 metre, yükleme durumu bakımından ulusal ve uluslar arası standartlarla, uzunluk olarak 36 metre ve 46 metre'ye ilaveten 15 metre, 20 metre, 25 metre ve 30 metre boyunda olan köprülerin analizleri yapılmış olup maliyetleri hazırlanmıştır. Hazırlanan maliyetlerden yedi farklı köprüünün detaylı maliyet hesapları Tablo 5.9 - 5.15 de verilmiştir.

**Tablo 5.9: Köseköy yaya üstgeçidi çelik konst. 1 yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	85	31,24 TL	2.655,40 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	8,6	105,06 TL	903,52 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	82	125,06 TL	10.254,92 TL
4	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	35	53,28 TL	1.864,80 TL
5	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	73	24,54 TL	1.791,42 TL
6	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG\M2	TON	1,05	1.773,75 TL	1.862,44 TL
7	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	9,825	1.964,38 TL	19.300,03 TL
8	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	33,5	4.153,75 TL	139.150,63 TL
9	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	33,5	911,26 TL	30.527,21 TL
10	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	875	17,68 TL	15.470,00 TL
11	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	35	37,71 TL	1.319,85 TL
12	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	44,55	101,86 TL	4.537,86 TL
13	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	85	13,39 TL	1.138,15 TL
Toplam						230.776,23 TL

**Tablo 5.10: Köseköy yaya üstgeçidi çelik konst. 2 yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	85	31,24 TL	2.655,40 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	8,6	105,06 TL	903,52 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	82	125,06 TL	10.254,92 TL
4	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	35	53,28 TL	1.864,80 TL
5	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	73	24,54 TL	1.791,42 TL
6	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG\M2	TON	1,05	1.773,75 TL	1.862,44 TL
7	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	9,825	1.964,38 TL	19.300,03 TL
8	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	40,5	4.153,75 TL	168.226,88 TL
9	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	40,5	911,26 TL	36.906,03 TL
10	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	1060	17,68 TL	18.740,80 TL
11	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	35	37,71 TL	1.319,85 TL
12	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	51,55	101,86 TL	5.250,88 TL
13	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	85	13,39 TL	1.138,15 TL
Toplam						270.215,12 TL

**Tablo 5.11: Köseköy yaya üstgeçidi betonarme yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	160	31,24 TL	4.998,40 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	15	105,06 TL	1.575,90 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	158	125,06 TL	19.759,48 TL
4	16.132/D	KÖPRÜLERDE (ÖNGERMELİ KİRİŞLİ) KURUDA VE SUDA DEMİRLİ BETON	M3	50	257,15 TL	12.857,50 TL
5	16.136/K-1	PREFABRİK KİRİŞLERİN YERLERİNE KONULMASI	TON	120	81,69 TL	9.802,80 TL
6	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	80	53,28 TL	4.262,40 TL
7	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	475	24,54 TL	11.656,50 TL
8	23.002/K-6	BOYUNA VE ENİNE ÖNÇEKİM,ÖNGERME ÇELİĞİNİN İŞÇİLİĞİ	TON	1,5	8.186,89 TL	12.280,34 TL
9	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG/M2	TON	1,05	1.773,75 TL	1.862,44 TL
10	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	45,5	1.964,38 TL	89.379,29 TL
11	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	9,5	4.153,75 TL	39.460,63 TL
12	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	9,5	911,26 TL	8.656,97 TL
13	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	275	17,68 TL	4.862,00 TL
14	3792/1	ÖNGERME HALATI TEMİNİ (0.5 İNÇ HALAT) (TİP 270 K)	TON	1,5	3.375,00 TL	5.062,50 TL
15	3793	KILIF BORUSU TEMİNİ	MT	144	1,88 TL	270,72 TL
16	3805	NEOPREN (LASTİK) MESNET TERTİBATI (İÇİ ÇELİK FRETİLİ)	DM3	75	25,66 TL	1.924,50 TL
17	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	80	37,71 TL	3.016,80 TL
18	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	57,55	101,86 TL	5.862,04 TL
19	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	160	13,39 TL	2.142,40 TL
20	SNBF.29	PREKAST KİRİŞ NAKLİYESİ	M3	51	97,20 TL	4.957,20 TL
<b>Toplam</b>						244.650,80 TL

**Tablo 5.12: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 1 yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	98,00	31,24 TL	3.061,52 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	11,00	105,06 TL	1.155,66 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	95,00	125,06 TL	11.880,70 TL
4	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	40,00	53,28 TL	2.131,20 TL
5	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	84,00	24,54 TL	2.061,36 TL
6	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG/M2	TON	1,20	1.773,75 TL	2.128,50 TL
7	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	11,30	1.964,38 TL	22.197,49 TL
8	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	51,00	4.153,75 TL	211.841,25 TL
9	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	51,00	911,26 TL	46.474,26 TL
10	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	1.326,00	17,68 TL	23.443,68 TL
11	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	40,00	37,71 TL	1.508,40 TL
12	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	63,50	101,86 TL	6.468,11 TL
13	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	98,00	13,39 TL	1.312,22 TL
					<b>Toplam</b>	335.664,35 TL

**Tablo 5.13: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 2 yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	98,00	31,24 TL	3.061,52 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	11,00	105,06 TL	1.155,66 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	95,00	125,06 TL	11.880,70 TL
4	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	40,00	53,28 TL	2.131,20 TL
5	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	84,00	24,54 TL	2.061,36 TL
6	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG\M2	TON	1,20	1.773,75 TL	2.128,50 TL
7	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	11,30	1.964,38 TL	22.197,49 TL
8	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	57,50	4.153,75 TL	238.840,63 TL
9	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	57,50	911,26 TL	52.397,45 TL
10	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	1.495,00	17,68 TL	26.431,60 TL
11	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	40,00	37,71 TL	1.508,40 TL
12	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	70,00	101,86 TL	7.130,20 TL
13	SNBF.27	ŞANTIYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	98,00	13,39 TL	1.312,22 TL
<b>Toplam</b>						<b>372.236,93 TL</b>

**Tablo 5.14: Derince yaya üstgeçidi çelik konst. 3 yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birim i	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	98,00	31,24 TL	3.061,52 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	11,00	105,06 TL	1.155,66 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	95,00	125,06 TL	11.880,70 TL
4	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	40,00	53,28 TL	2.131,20 TL
5	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	84,00	24,54 TL	2.061,36 TL
6	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG\M2	TON	1,20	1.773,75 TL	2.128,50 TL
7	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	11,30	1.964,38 TL	22.197,49 TL
8	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	39,70	4.153,75 TL	164.903,88 TL
9	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	39,70	911,26 TL	36.177,02 TL
10	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	1.032,00	17,68 TL	18.245,76 TL
11	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	40,00	37,71 TL	1.508,40 TL
12	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	52,20	101,86 TL	5.317,09 TL
13	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	98,00	13,39 TL	1.312,22 TL
<b>Toplam</b>						<b>272.080,80 TL</b>

**Tablo 5.15: Derince yaya üstgeçidi betonarme yaklaşık maliyet tablosu**

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı
1	15.014/6C	MAKİNA İLE HER DERİNLİKTE SERT KAYA KAZILMASI	M3	175	31,24 TL	5.467,00 TL
2	16.057/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C16/20 (BS 16) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	18	105,06 TL	1.891,08 TL
3	16.059/1A	BASINÇ DAYANIM SINIFI C30/37 (BS 30) OLAN HAZIR BETON DÖKÜLMESİ (BETON NAKLİ DAHİL)	M3	206	125,06 TL	25.762,36 TL
4	16.132/D	KÖPRÜLERDE (ÖNGERMELİ KİRİŞLİ) KURUDA VE SUDA DEMİRLİ BETON	M3	66	257,15 TL	16.971,90 TL
5	16.136/K-1	PREFABRİK KİRİŞLERİN YERLERİNE KONULMASI	TON	160	81,69 TL	13.070,40 TL
6	17.136	OCAK TAŞI İLE BLOKAJ	M3	85	53,28 TL	4.528,80 TL
7	21.017/1	PLWOOD (FİLM KAPLI) İLE YAPILAN DÜZ YÜZEYLİ ÇIPLAK BETON VE B.A KALIBI	M2	526	24,54 TL	12.908,04 TL
8	23.002/K-6	BOYUNA VE ENİNE ÖNÇEKİM,ÖNGERME ÇELİĞİNİN İŞÇİLİĞİ	TON	2,8	8.186,89 TL	22.923,29 TL
9	23.011	HAZIR NERVÜRLÜ HASIR ÇELİĞİN MONTAJI 3.001-10.0KG/M2	TON	1,3	1.773,75 TL	2.305,88 TL
10	23.015	ø 14-28 MM KALIN NERVÜRLÜ ÇELİĞİN BÜKÜLÜP DÖŞENMESİ	TON	52,2	1.964,38 TL	102.540,64 TL
11	23.101	DEMİR KARKAS (ÇERÇEVE) İNŞAAT YAPILIP YERİNE TESBİTİ	TON	11	4.153,75 TL	45.691,25 TL
12	25.014/MK	DEMİR İMALATIN KUMLANARAK BOYAYA HAZIR HALE GETİR.	TON	11	911,26 TL	10.023,86 TL
13	25.016	DEMİR İMALATI 2KAT SÜLYEN 2KAT YAĞLI BOYA YAPMA	M2	320	17,68 TL	5.657,60 TL
14	3792/1	ÖNGERME HALATI TEMİNİ (0.5 İNÇ HALAT) (TİP 270 K)	TON	2,8	3.375,00 TL	9.450,00 TL
15	3793	KILIF BORUSU TEMİNİ	MT	276	1,88 TL	518,88 TL
16	3805	NEOPREN (LASTİK) MESNET TERTİBATI (İÇİ ÇELİK FRETİLİ)	DM3	100	25,66 TL	2.566,00 TL
17	SNBF.10	MOLOZ TAŞ NAKLİ	M3	85	37,71 TL	3.205,35 TL
18	SNBF.20/A	HERÇEŞİT B.A DÜZ VE NERVÜRLÜ VE PROFİL DEMİR NAKLİ(KARABÜK.ANADOLU)	TON	67,3	101,86 TL	6.855,18 TL
19	SNBF.27	ŞANTİYE DIŞINA KAMYONLA KAZI MALZ. VE MOLOZ NAKLİ	TON	175	13,39 TL	2.343,25 TL
20	SNBF.29	PREKAST KİRİŞ NAKLİYESİ	M3	68	97,20 TL	6.609,60 TL
<b>Toplam</b>						<b>301.290,35 TL</b>



Maliyetlerin karşılaştırılması iki şekilde yapılacaktır.

#### 5.4.1 Yapısal Sistem Maliyet Değerlendirmesi

Tablo da görüldüğü üzere Köseköy çelik konstrüksiyon yaya üstgeçidinin maliyeti betonarme yaya üstgeçidinin maliyetinden yüzde 10 daha yüksektir. Fakat çelik konstrüksiyon yaya köprüsü tek açıklıklı, betonarme yaya üstgeçidi çift açıklıklıdır.

Tablo 5.16 de görüldüğü üzere Derince çelik konstrüksiyon yaya üstgeçidinin maliyeti betonarme yaya üstgeçidinin maliyetinden yüzde 11 daha düşüktür. Bu maliyet değişikliğinin sebebi çelik konstrüksiyon yaya geçidinin de betonarme yaya üstgeçidinin de çift açıklıklı olmasıdır. Sonuç olarak aynı geometrik özelliğe sahip yaya üstgeçitlerinde çelik konstrüksiyon daha az maliyetlidir.

**Tablo 5.16: Yapısal sistem maliyet tablosu**

Köseköy Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 2	270.215,12 TL
Köseköy Yaya Üstgeçidi Betonarme	244.650,80 TL
Derince Yaya Üstgeçidi Çelik Konstrüksiyon 3	272.080,80 TL
Derince Yaya Üstgeçidi Betonarme	301.290,35 TL

#### 5.4.2 Yüklemelere Göre Maliyet Değerlendirmesi

Çelik konstrüksiyon yaya üstgeçitlerinin yüklemelerinde yaya ve rüzgar yükleri (Tablo 5.6) farklı ele alınmıştır. Yerli ve yabancı şartnamelere göre yapılan yüklemeler neticesinde yapıda oluşan maliyet farklılıkları Tablo da verilmektedir. Köseköy yaya üstgeçitlerinde yüzde 17 maliyet farkı olurken, Derince yaya üstgeçitlerinde yüzde 10 maliyet farkı olmaktadır.

### 5.4.3 Farklı Uzunluktaki Üstgeçitlerin Maliyet Değerlendirmesi

Farklı uzunluklardaki yaya üstgeçitlerinin maliyetleri bakımından değerlendirilmesi; boy ile maliyet arasındaki oran incelenecektir. Geometrik özellikleri Tablo 5.17 de verilen yaya üstgeçitlerinin yaklaşık maliyetleri Tablo 5.18 de verilmektedir. Tabloda görüldüğü üzere köprü boyu arttıkça maliyet oranı lineer olmayan bir şekilde artmaktadır. Bunun sebebi ana taşıyıcı kirişin boyu uzadıkça kirişte oluşan gerilmelerin daha hızlı artmasındandır.

**Tablo 5.17: Yaya üstgeçitlerinin geometrik özellikler tablosu**

Farklı Uzunluktaki Yaya Üstgeçitleri						
Köprü Toplam Boyu	46 metre	36 metre	30 metre	25 metre	20 metre	15 metre
Köprü Genişliği	3 metre	3 metre	3 metre	3 metre	3 metre	3 metre
Merdiven Genişliği	2,5 metre	2,5 metre	2,5 metre	2,5 metre	2,5 metre	2,5 metre
Köprü Yüksekliği	7,5 metre	7,5 metre	7,5 metre	7,5 metre	7,5 metre	7,5 metre

**Tablo 5.18: yükseklik maliyet tablosu**

		YÜKSEKLİK	MALİYE T ORANI
		h = 7,5 metre	
UZUNLUK	46 metre	372.236,93 YTL	258%
	36 metre	270.215,12 YTL	187%
	30 metre	224.224,33 YTL	155%
	25 metre	190.908,26 YTL	132%
	20 metre	163.674,97 YTL	113%
	15 metre	144.547,83 YTL	100%

### 5.4.4 Farklı Yükseklikteki Üstgeçitlerin Maliyet Değerlendirmesi

Karayolları standartlarına göre köprü gabarisi 5,8 metredir. İlerleyen yıllarda tasarım yüksekliği yetersiz kalabileceğinden çalışmamızda iki farklı yükseklik incelenmiştir. 7,5 metre ve 6,5 metre (döşeme üstü) yüksekliklerine göre 6 farklı uzunluktaki yaya üstgeçitlerinin yaklaşık maliyetleri Tablo 5.19 de verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere

köprü yüksekliğindeki değişiklikten dolayı meydana gelen maliyet oranı köprü boyu uzadıkça azalmaktadır.

**Tablo 5.19: yükseklik maliyet oran tablosu**

		YÜKSEKLİK		MALİYET ORANI
		h = 7,5 metre	h = 6,5 metre	
UZUNLUK	46 metre	372.236,93 YTL	350.248,51 YTL	6,30%
	36 metre	270.215,12 YTL	255.469,92 YTL	5,80%
	30 metre	224.224,33 YTL	210.318,71 YTL	6,60%
	25 metre	190.908,26 YTL	177.220,29 YTL	7,70%
	20 metre	163.674,97 YTL	149.883,24 YTL	9,20%
	15 metre	144.547,83 YTL	130.789,15 YTL	10,50%

## 6. YAYA ÜSTGEÇİTLERİNDE GÖRSELLİK

Yaya köprüleri günümüzde fonksiyonları kadar kent içerisine kazandırdıkları anıtsal değerler ile de önem kazanmaktadırlar. Modern şehirlerde hızla gelişen yüksek teknoloji ve malzeme özellikleri sayesinde yaya köprüleri, şehrin simgeleri haline gelmektedirler. Bu bakımdan önemi gittikçe artan ve strüktürü, malzemesi ve estetiği ile bir sosyal yapı olan yaya köprülerin kent insanlarına konforlu ve rahat bir geçişi sağlamaları gerekmektedir (Şekil 6.1).

Herhangi bir yerde, gerçekten bir köprü yapılması gerekli görülüyor ise, sorun sadece belirli sayıdaki insanı ve taşıtı bir noktadan diğerine ulaştıracak bir köprünün yapılması ve bu köprünün nasıl ayakta duracağını hesap edilmesi sorunu değildir. Sorun, özellikle kent içi bir köprü söz konusu olduğunda, zaman içinde ve damla damla oluşan kent kültürüne katkıda bulunacak, bugünü gelecek nesillere bağlayacak, bireylerin sahip olmaktan gurur duyacakları kentlerini, diğerlerinden ayrıcalıklı kılacak köprülerin oluşturulması sorunudur. Estetik, doğru tasarımın bir parçasıdır (Şekil 6.2).

**Şekil 6.1: Kocaeli Mimar Sinan Yaya Üstgeçidi**



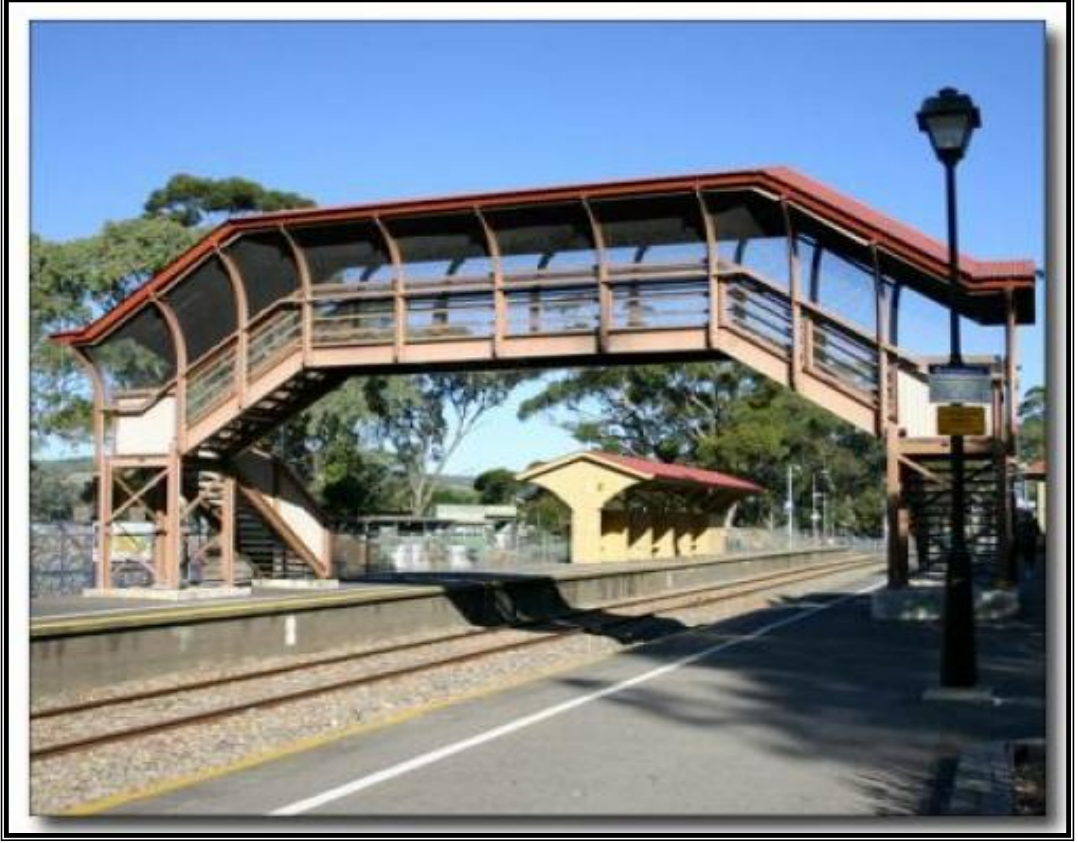
**Şekil 6.2: Kocaeli Mimar Sinan Yaya Üstgeçidi**



Başarılı bulunan köprü tasarımlarının önemli paylarından biri olan, formun estetiğini strüktürün kuruluşundan ayırmak mümkün değildir.

Köprü estetiği, tüm mimari elemanlar için olduğu gibi ilk bakışta görsel özellikleriyle tanımlanır. Şekil, boyut, renk ve doku, strüktürlerin sahip olduğu temel değerlerdir. Ardından peyzaj içindeki yerleşimi, çevreyle ilişkisinin kuruluşu gelir (Şekil 6.3).

**Şekil 6.3: Ahşap Yaya Üstgeçidi**



Çizgisel bir form olan köprünün, yönelimi ve dinamik etkisi konumuyla ilgili diğer niteliklerdir.

Mimari elemanların tasarımında kullanılan, aks, simetri, hiyerarşi, ritim gibi düzenleme ilkeleri, köprü tasarımında da geçerlidir ve formun sadeliğinin verdiği imkânla çok belirgin bir şekilde ifade edilirler (Şekil 6.4).

**Şekil 6.4: Kocaeli Yeni Mah. Yaya Üstgeçidi**



Köprünün estetik başarısında ki en büyük pay, çevreye uygunluğuna verilmiştir. Bu önemli ilke, tüm köprü tasarımcılarının ortak yargısı olmuştur. Bunun yanında güzellik, strüktürün temel tasarımından, taşıyıcı sistemin kendini dürüstlikle ifade edişinden kaynaklanmaktadır. Ancak bunun başarılı sayılabilmesi için taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların doğru oranlarda düzenlenişi büyük önem taşır (Şekil 6.5).

**Şekil 6.5: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği**



Modern mimarlığın iki temel prensibi olan, işlevsel gerekçelerle tutarlılık ve teknolojik verilerle bağlantılılık köprü tasarımını belirler. Sorun son derece nettir. Köprü strüktürü, istenilenleri ve nasıl çözümlendiğini tüm açıklığıyla yansıtır (Şekil 6.6).

**Şekil 6.6: Kocaeli D100 Yaya Üstgeçidi**





Günümüze kadar gelen tüm köprülerin formlarına baktığımızda, kütleyi biçimlendiren temel faktörün boşluğun aşılması için seçilen taşıyıcı sistemin olduğunu görürüz. Köprü, formuna bağlı olarak bazen temel işlevi dışında çeşitli fonksiyonlara da cevap verebilir. Bunlar biçimlenmeyi etkilemekle beraber, hiçbir zaman tasarımın çıkış noktasını oluşturmazlar (Şekil 6.7).

**Şekil 6.7: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği**



Başlangıçta, tüm köprü örnekleri strüktürün yalın ifadesi olmuştur. Çünkü geçilebilen açıklık teknoloji ile sınırlıdır. Son yıllarda yapılan köprü tasarımlarına baktığımızda, eskiden tüm formuyla tekrar edilen, strüktürlerin tip çözüm haline gelen uygulamalarının yerini, taşıyıcı sistemin yorumlanması hatta bulunduğu yere ait yeni sistemlerin oluşturulması almıştır.

**Şekil 6.8: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği**



Tasarımcı, görmek istediği köprü formunu tasarlamakta ve sistemi çözmektedir. Kuşkusuz böylesine cesaretli bir davranışı, teknolojik gelişim düzeyindeki gelişmeler hazırlamıştır. Aksi halde gerçekleştirilmeleri mümkün olamazdı. Kaldı ki önerilen projelerin ekonomik nedenlerle uygulanamadığı durumlarda çoktur. Buna rağmen, sınır tanımayan hayal gücü eldeki tüm imkânları ve teknolojik gelişmeleri zorlamaktadır (Şekil 6.8 – 6.9).

**Şekil 6.9: Görsel bir yaya üstgeçidi örneği**



Kentsel mekan, yapıların oluşturduğu, kentte yaşayanların algıladığı, tüm kentsel olayların gerçekleştiği bir bütündür. Bir başka deyişle bu mekânlar, kentlilerin barınma çalışma, eğlence ve ulaşım gibi temel yaşam faaliyetlerinin üretildiği yerlerdir.

Kentsel mekanları oluşturan vazgeçilmez öğelerden şehir ikonları ait oldukları kentlerin sembolleridir. Eğer kent, bir araya geldiklerinde bütünü oluşturan farklı parçalara sahip bir yapı ise; bu tür anıt yapılar da şehrin en önemli parçalarıdır ve kentler genellikle o ikonlar olmadan düşünülemezler.

Şehir ikonları aynı zamanda buldukları yerin ve zamanın, teknolojisi kültürü hatta yaşam tarzı ile, olanakları ya da olanaksızlıkları karşısında inşa edilmelerinin ardındaki mimari yaratıcılığın da birer simgesidirler. Günümüzde rekabetçi piyasa taleplerini karşılayabilmek için olsa gerek, ileri teknoloji imkânlarıyla oluşturulan tasarımlar ve mimari beklentiler, hep birer “şehir ikonu” yaratabilmek yönündedir. Bu talep kişilerin yada kuruluşların adına olduğu kadar şehirler için de zenginliğin, gücün ve prestijin sembolüdür.

Şehre gelen yabancı konuklara ilk bu binalar gezdirilir, çünkü bu bir anlamda şehrin görünen çağdaş yüzüdür. Bu yaklaşımla başka bir örnek olarak havaalanları gösterilebilir. Günümüzde havaalanları da bu mantıkla inşa edilmektedir; daha güçlü formlar, en yeni malzemeler ve kimi zaman meydan okuyucu taşıyıcı sistemleriyle bu devasa yapılar, şehre ilk kez adımını atan misafirin yada transit geçen yolcunun belleğinde o şehir için bir prestij imgesi olarak kalır, bir başka deyişle, havaalanları da günümüzün şehir ikonları arasındadır.

Kentler kendilerine özgü özelliklerinden kaynaklanan bir kimliğe sahiptir.

Köprünün somut ulaşım işlevinin ötesinde simgesel, anlamsal ve kültürel içeriği de var. Öte yandan, “yerin ruhu”nu belirlemede tayin edici rol oynadığı da yadsınamaz.

En bilinen tanımıyla, köprülerin yapım amacı insanların iki uzak nokta (dere, nehir, vadi veya yol) arasındaki geçişin sağlamaktır. Ancak, günümüzde köprülere ulaşım işlevlerinin ötesinde kültürel ve simgesel anlamlar yüklenmektedir. Değişen bu yeni görevle, köprüler tasarımcısının ve toplumun bir ürünü olarak buldukları kentin simgesi olamaya başlamışlardır.

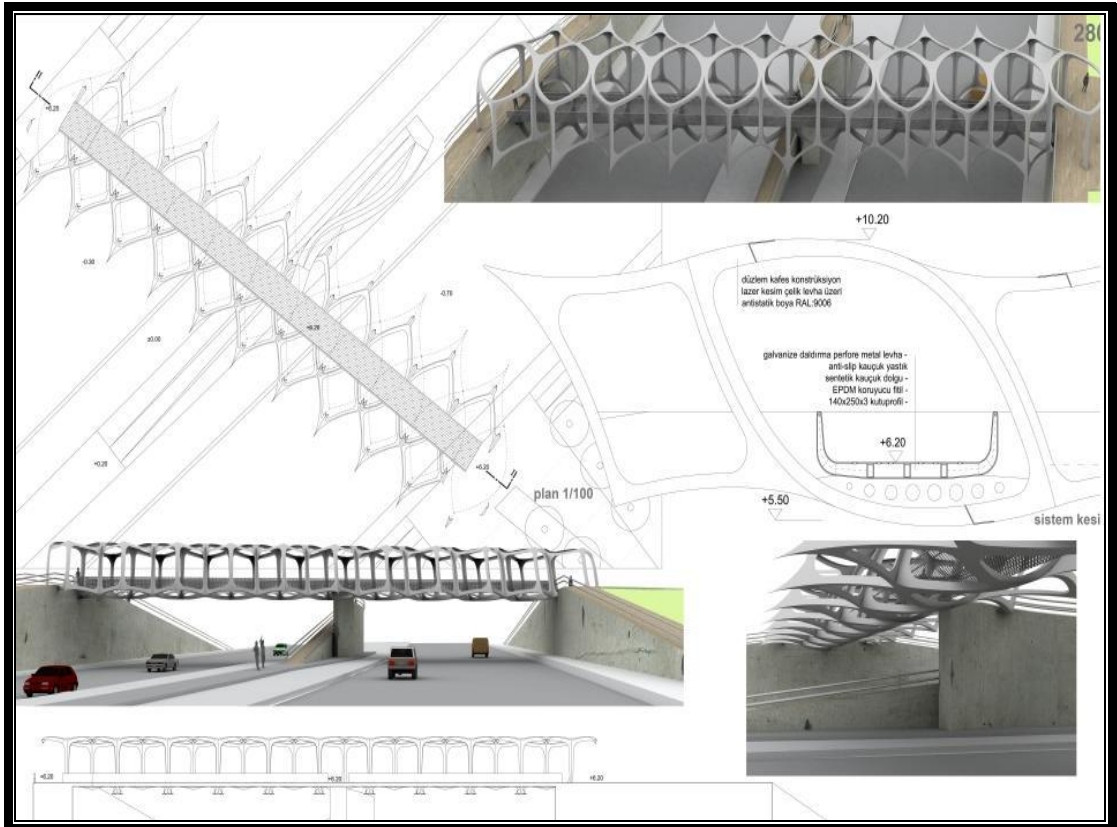
Dünyada birçok kent köprüleriyle tanınmaktadır; en bilinen örneklerden Mostar kenti Mostar Köprüsü, San Francisco Golden Gate Köprüsü, Londra Tower Bridge, Budapete Zincirli Köprü, Sidney Harbour Bridge sayılabilir. Özellikle Asya'yı Avrupa'ya bağlayan Boğaz Köprüsünü ve İstanbul silüetine katkısını söylemeden geçmek mümkün değildir. Kentleri için sembol haline gelmiş bütün bu köprüler ve daha pek çoğu buldukları kent kültürüne katkıda bulunan ve bugünü geleceğe bağlayan köprülerdir. Bütün bu nedenlerden dolayı köprülere hesaplanması gereken bir strüktür sistemi olmalarından çok, kente kazandıracağı prestiji düşünerek başka açılardan bakmak gerekir. Her biri buldukları ortamda tek olma özelliğine sahip olan köprüler sadece, mimari estetiği değil, tekniği, malzemesi, biçimi ve aydınlatmasıyla da çevreye uyum göstermeleridir.

Öte yandan bu çalışmanın konusunu oluşturan “yaya üstgeçitleri” benzer şekilde yayaların ulaşımını rahat ve kolay bir biçimde gerçekleştirmelerini sağlayan yapılardır. Bu nedenle bazıları araç trafiği yollarında, bazıları park ve bahçelerde, bazı örnekler ise akarsuların üzerlerinde inşa edilirler. Genellikle mühendislik yapısı gibi düşünülen bu yapıların projeleri; son yıllarda sadece işlev öncelikli iken, estetik bir çevre için gösterdikleri tepkiler sonucu, açılan mimari yarışmalarla elde edilmeye başlanmıştır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi 2009 yılında Yaya Üstgeçitleri Fikir Projesi Yarışması düzenlemiştir. Dereceye giren yaya üs geçitleri şekil 6.10 – 6.15 de verilmektedir.

Şekil 6.10: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım



Şekil 6.11: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım



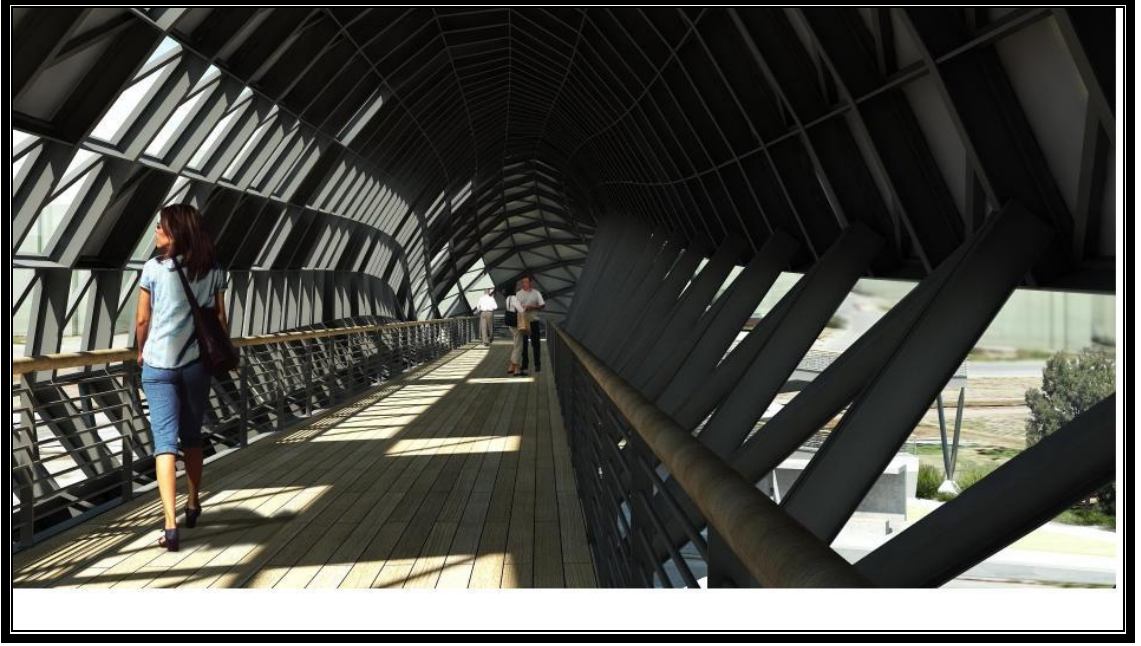
**Şekil 6.12: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım**



**Şekil 6.13: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım**



**Şekil 6.14: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım**



Yapılar zamanlarının teknolojilerini ve mimarlık anlayışlarını yansıtmaktadır. Bu anlayışla bakıldığında, son yıllarda birçok şehirlerde, yaya köprüleri de kent peyzajının ve daha da ötesinde kent silüetinin en çok göze çarpan elemanlarından biri haline geldiğini görmek mümkündür. Bu yapıların elde edilebilmesi için yapılan çalışmalar kente özgü, kenti simgeleyen, o yerin kültürünü teknolojisini ve prestijini simgeleyen bir şehir ikonu elde etme yönündedir. Şüphesiz ki köprüler ve yaya üstgeçitleri konusunda önemli bir isim, İspanyol mimar Santiago Calatrava, tasarımlarıyla göze çapmaktadır. Adeta Avrupa şehirlerinde Calatrava bir imzalı köprü o kentin prestij simgelerinden biri olarak düşünülmektedir.

Köprüleriyle özdeşleşmiş bu tasarımcı, yapılarını çözerken rasyonelliğin yanı sıra estetiğe önem vermektedir. Çimen'e göre onun köprüleri buldukları bölgede belirli bir özelliğe sahiptirler ve mimariye örnek olurlar. Mekân ve konstrüksiyonun getirdiği sorunlar Calatrava tarafından bir mühendislik anlayışı gibi değil de, kendisini mekansal koşullardan bağımsız kılan, çevre sakinlerinin hiç unutamayacağı bir anıt gibi çözümlenir. Böylece kullanıcı köprüyü kendi öz çevresinin bir parçası gibi kabul eder. Son yıllarda çeşitli kentlerde ve inşa edilen geçitlerin benzer ilkelerle tasarlandığını görmek mümkündür.

Şekil 6.15: Görsel bir yaya üstgeçidi örnek tasarım





## 7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Önceki yıllarda yapılan taşıt ve yayanın genellikle birlikte kullandığı taş ve betonarme köprülerinin yerini günümüzde yapım kolaylığı ve daha uzun açıklıkların geçilebilmesi sebebiyle çelik köprüler almıştır. Beton köprülerde; yapısal çatlaklar, yapısal olmayan çatlaklar, tabakalaşma, dökülme, oyulma, petekleşme, donatıda korozyon gibi sorunlar olmakla beraber, donma ve temellerde oturma gibi problemlerle karşılaşmaktadır.

Çelik köprülerde; korozyon, metal yorgunluğu, aşırı yüklerden kaynaklanan deformasyon, aşırı sıcaktan ileri gelen hatalar, boya problemleri karşılaşılan sorunlardır. İşçilik ve projelendirme aşamasında yapılan detay hataları yaya üstgeçitlerinde görülen sorunlardandır. Bu detay hatalarının yanı sıra yapım sürecinde de ortaya çıkan işçilik hataları görülmektedir. Kullanım aşamasında, kullanıcılar tarafından da yaya köprülerine zararlar verilmektedir. Boyamalar, darbeler, parçaların sökülmesi köprülerin kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Asılan afişler, broşürler köprülerin estetiğini bozmakta ve taşıt kullanıcıların dikkatini dağıtmaktadır.

İhtiyaç içerisinde ortaya çıkan karayolu yaya köprüleri ülkemize has bir yapı gurubu haline gelmiştir. Bu nedenle ülkemizdeki yaya üstgeçitleri projelendirme aşamasından başlayarak yapım ve kullanıma kadar oluşan süreç içerisinde incelenmiş ve karşılaşılan sorunlar ortaya konmuştur.

Yaya köprüleri yapıldıkları şehirler için kalıcı bir yapı olmakta kentin saygınlığını belirlemektedir. Yerel idareler tarafından yapımlarına karar verilmekte ve finansmanı yapılmaktadır. Yayaların konforlu bir biçimde bir taraftan diğer tarafa en kısa sürede ve sağlıklı geçişlerini sağlamaktadır. Bu nedenlerle karşılaşılan bu sorunların çözümlenmesi ve yapı fiziği kurallarına uygun kente ve kentliye kazanç sağlayacak yaya köprülerinin yapılması ülkemiz açısından önem arz etmektedir.

Tez çalışması kaplamında yaya üstgeçitlerinin çeşitlerini, konumlarını, malzemelerini ve teknik sorunlarını değerlendirilerek malzeme, statik yükler, uzunluk ve yükseklik karşılaştırılarak maliyet analizleri ele alınmıştır.

Yapılan çalışmalar neticesinde çelik yapılar betonarme yapılara göre aynı geometrik özelliklere sahip karayollarında bulunan standart boy ve yükseklikteki de iki yaya üstgeçidinden çelik konstrüksiyon yapı öngermeli betonarme yapıya oranla ortalama yüzde 11 daha az maliyetli olduğu sonucuna yapılan analizlerle varılmıştır.

Çelik yapılar olası bir kaza anında daha hafif olduğundan betonarme yapıya nazaran daha az hasar verir. Çelik yapılara hasar anında betonarme yapılara nazaran daha hızlı ve daha sağlıklı müdahale edilebilir. Betonarme yapıların işletme maliyeti çelik yapılara göre daha azdır.

Çelik konstrüksiyon yapıların yükleme durumlarında yabancı şartnameler yerine yerli şartnameleri uyguladığımızda yaya üstgeçit maliyetimiz 46 metre uzunluğunda bir köprüde yüzde 10, 36 metre bir köprüde ise yüzde 17 oranında azalmaktadır. Köprünün uzunluğu azaldıkça bu oran artacaktır.

Köprü uzunlukları bakımından maliyeleri incelerken köprü boyu arttıkça maliyet oranı lineer olmayan bir şekilde artmaktadır. Bunun sebebi ana taşıyıcı kirişin boyu uzadıkça kirişte oluşan gerilmelerin daha hızlı artmasındandır. Bu artış değerlendirdiğimiz 6 farklı uzunluk için yüzde 13,2'den yüzde 37,7'ye oranındadır.

Köprü yüksekliğinin maliyet üzerindeki etkisi köprü boyu ile ters orantılı olarak artmaktadır. En kısa köprü uzunluğu olan 15 metrede maliyet oranı yüzde 10,5 iken, en uzun köprüde yüzde 6.3 dür. Bunun sebebi kısa köprüde taşıyıcı kiriş fazla zorlanmadığından küçük kesitlerle geçilmiştir. Bu sebeple yapıdaki kolon ağırlık oranı fazladır. Kolon ağırlık oranı fazla olan köprünün yüksekliğin maliyete oranını yüksek olacaktır.

## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

Hasol, D., 1998. *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. İstanbul: Yem Yayın.

### ***Sürelî Yayınlar***

Toker, S. ve Ünay, A.İ., 2004. Kemerli Taş Köprülerin Matematiksel Modellenmesi Ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi. *G.Ü.Fen Bilimleri Dergisi*, **19** (2), ss. 129-139.

Atak, E., 2007. Yaya Üstgeçitlerini Nasıl Bilirsiniz. *Köprü Ve Viyadükler Sempozyumu*, Ankara.

Kaplan, H. ve Kaya, Ö., 2000. Askı-Geçit Sistemi: Kent Merkezinde Güvenlikli Ulaşım Mekânlarının Düzenlenmesindeki Yeri. *Uluslararası 1. Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi*, Ankara.

### ***Diğer Yayınlar***

TS 648 (Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları)

TS 500 (Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları)

TS 498 (Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri )

DBYBHY 2007 ( Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar)

ASSHTO 2002 ( Amerikan Köprü Tasarım Şartnamesi)

Erdal, H.İ., (2005). Köprülerde Kontrol ve Bakım Yönetimi. *Yüksek Lisans Tezi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi FBE.

Çetin, T., (2001). Köprülerin Malzeme, Strüktür ve Form Açısından Sistemik İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi FBE.

Sokullu, E., 1999. Beton Demir ve Donatının Korozyonu. <http://www.teknointel.com> [erişim tarihi 10 Eylül 2011].