

Dr. NURDAN APAYDIN
(TCK 17. Bölge Müdür Yardımcısı)-



İSTANBUL'DAKİ KÖPRÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1.GİRİŞ

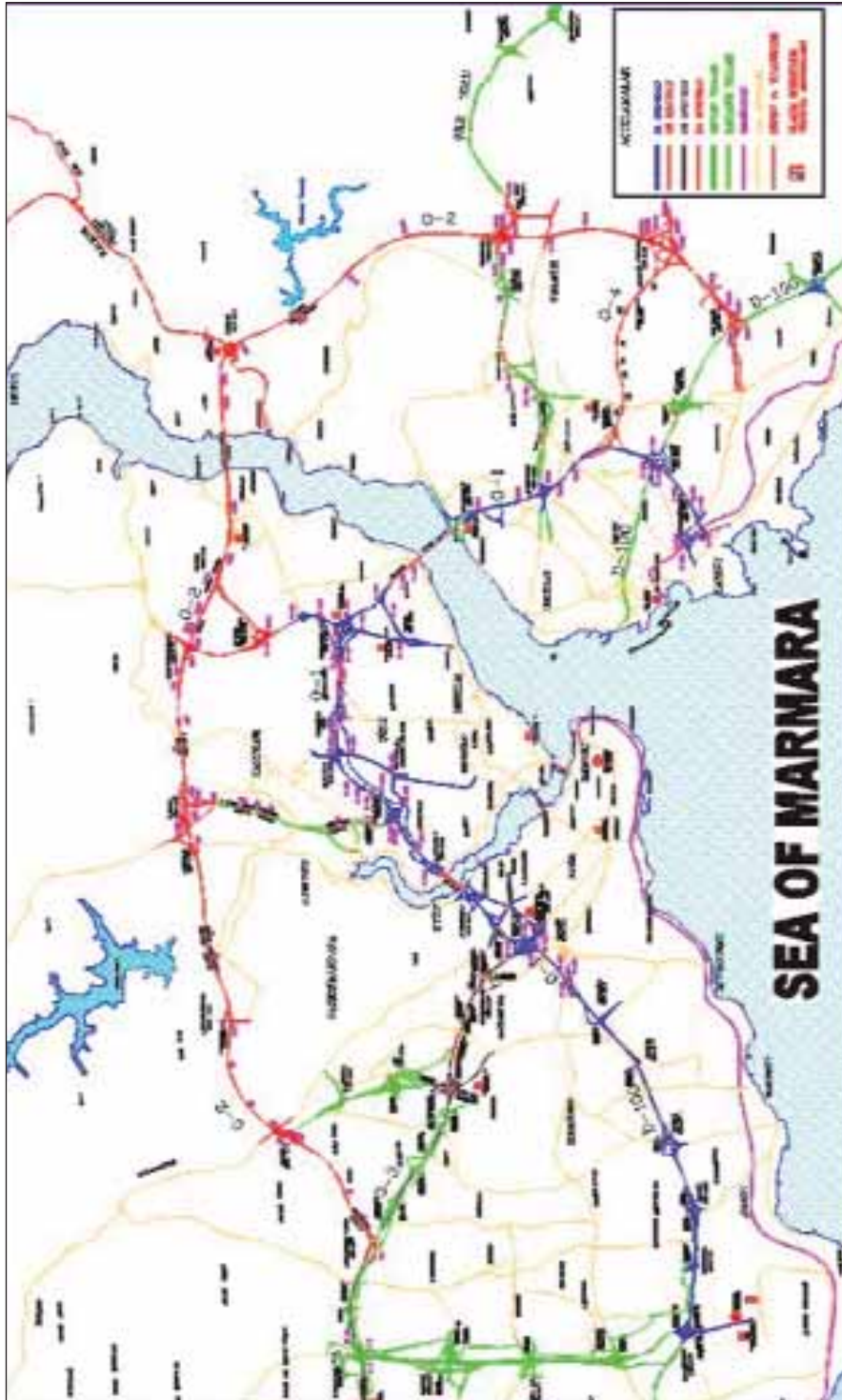
İstanbul, Asya ile Avrupa kıtalarının birleştiği Boğaziçi üzerine kurulmuş, Türkiye'nin ticari merkezi niteliğinde olan Marmara Bölgesi'nde yer alan bir şehirdir. Doğu-batı yönünde uzanan otoyollar iki kıtayı ve dolayısı ile İstanbul'u birbirine bağlamaktadır. Bu otoyollar Avrupa ile orta doğu ülkeleri arasındaki uluslararası ticarete, Marmara Bölgesi'nin iç ticareti ile ulusal ticarete hizmet verdiği gibi şehir içi trafiği de taşımaktadır.

Olası bir depremde özellikle asma köprülerde ve yaklaşım viyadüklerinde hasar olması durumunda ulaşım ağının devre dışı kalmasının yarattığı karışıklık ve temel fiziki ihtiyaçların karşılanamaması nedeniyle deprem kayıpları artabilecektir. Bu nedenle ülkemiz ekonomisinin Kocaeli Depremi'nden sonra önemli kayıplara uğradığı gerçeği ile olası depreme karşı İstanbul'un ulaşımında hayati öneme sahip asma köprüler ve yaklaşım viyadükleri ile diğer köprü ve viyadüklerin korunması zorunluluğu büyük önem arz etmektedir.

Otoyolların İstanbul şehir merkezinde kalan O-1 ve O-2 olarak adlandırılan kısımları üzerinde iki adet uzun açıklıklı asma köprü ile 16 adeti viyadük olmak üzere toplam 165 adet köprü mevcuttur. Otoyolların şehir merkezindeki dağılımları **Şekil 1'** de verilmiştir. Yaklaşık 3 milyar araç inşa yılı olan 1973 yılından beri Birinci Boğaziçi Köprüsü ile O-1 otoyolu üzerindeki viyadük ve köprülerden geçmiştir. Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ile O-2 otoyolu üzerindeki viyadük ve köprüler ise hizmete açıldığı 1998 yılından beri özellikle ağır vasıtalarla hizmet vermekte olup bu süre zarfında 1.2 milyar araç taşımışlardır.

Otoyolların Marmara Bölgesi'nin kuzeyinde yer alan ve O-3 ve O-4 olarak adlandırılan İstanbul, Tekirdağ, Kırklareli, Edirne, Çanakkale, Kocaeli, Yalova, Sakarya illerinden geçen kısmında ise 738 adedi köprü ve viyadük geri kalanı tünel olmak üzere 750 adet büyük sanat yapısı yer almaktadır.

1999 Kocaeli ve Düzce depremleri sonrasında O-4 otoyolu üzerinde kalan Kocaeli, Yalova, Sakarya il sınırları içinde kalan köprülerde çeşitli düzeylerde hasarlar meydana gelmiş olup depremden sonra onarılmışlardır. İstanbul şehir merkezinde yer alan köprülerde ise herhangi bir hasar olmadığı belirlenmiştir. Ancak dünyada olan her yeni deprem, şartnamelere yenilikler eklenmesine ve daha güvenli yapıların oluşmasına neden olmaktadır. Aynı durum ülkemizde de söz konusudur ve son depremlerle birlikte İstanbul'un Deprem Risk sınıflandırılması 2. dereceden 1. dereceye yükseltilmiştir. Köprülerin inşa edildikleri dönemlerdeki şartnameler ve deprem kriterleri ile Marmara Bölgesi ile özellikle İstanbul'un sahip olduğu deprem tehlikesi göz önüne alındığında tüm bu köprülerin yeni şartname ve deprem kriterlerine uygun hale getirilmesi zorunluluk arz etmektedir. Yapılan risk sıralama çalışmalarında olası İstanbul depreminde bu yapıların bir kısmının hasara uğrayabileceği o nedenle gerekli tedbirlerin alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır.



Şekil 1: İstanbul şehir merkezi otoyol haritası

Marmara Bölgesi ve özellikle İstanbul'daki otoyollar üzerindeki köprü ve viyadüklerin bir kısmının yeni şartnamelerde öngörülen kriterleri sağlayacak şekilde ve inşaat teknolojilerinin oluşturduğu risk faktörleri de göz önüne alınarak olası depreme göre güçlendirilmeleri çalışmaları 1999 depreminden hemen sonra başlamıştır. Deprem riskinin yanı sıra köprülerin trafik altındaki ve hava koşulları gibi dış etkilere dolayı yıpranmışlıklarını giderecek yapısal onarımı da içeren güçlendirme çalışmaları otoyolların çeşitli kesimlerinde sürdürülmektedir.

2. KÖPRÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1. Deprem güçlendirilme dizayn kriterleri:

Köprülerin deprem açısından değerlendirilmesi, önceliklerin belirlenmesi ve takviye yöntemleri konusu yeni gelişme ve önerilerle gittikçe zenginleşmekte ve dünyada hızlı gelişen konuların arasında yer almaktadır.

Köprülerin deprem öncesi değerlendirilerek deprem davranışlarının belirlenmesi:

1. Ön değerlendirme ve sıralama
2. Deprem güçlendirilme kriter ve stratejilerinin oluşturulması
3. Güçlendirme yönteminin belirlenerek projelerin oluşturulması

gibi üç aşamalı bir çalışmayı kapsamaktadır. Bu çalışmaların başlangıcında uygulamaya konulmuş “Köprülerin deprem davranışlarının belirlenmesi”ne cevap verebilecek ülkemiz köprü şartnamesinin olmaması nedeni ile bu konuda deprem tehlikesi yüksek ve tecrübesi fazla olan ülkelerdeki şartname ve metodların izlenmesi tercih edilmiştir.

Bu amaçla izlenecek şartnameler seçilirken ülkemiz koşullarına yakınlığı ve adapte edilebilir olma özellikleri dikkate alınmıştır. Bu seçimlerde, kullanılacak kriterlerin oluşturulmasında, hesap metodları ve uygulama detaylarının belirlenmesi aşamalarında Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Bölümü ile birlikte çalışılmıştır.

Köprülerin deprem davranışlarının belirlenmesi için: AASHTO ve CALTRANS

Deprem güçlendirme tasarım detayları için CALTRANS ve FHWA

Deprem davranışlarının belirlenmesi ve güçlendirme tasarımlarında kullanılacak deprem yer hareketi kriterlerinin belirlenmesi için AASHTO, ATC32 ve CALTRANS

Şartnameleri kullanılmıştır.

Deprem Seviyesi	Performans Seviyeleri			
	Normal köprü		Önemli köprü	
	Servis	Hasar	Servis	Hasar
S1	Devamlı	Tamir edilebilir	Devamlı	Minimum
S2	Sınırlı	Önemli	Devamlı	Tamir edilebilir

Tablo 1: Köprülerin hedeflenen performans seviyeleri

	Fonksiyonel Değerlendirme Depremi	Emniyetli Değerlendirme Depremi
Ana Kablo	Durum: Hasarsız Değerlendirme: Elastik sınırlar içinde	Durum: Hasarsız
Askı Halatı		
Tabliye		
Ana Kule (Dikdörtgensel)	Durum: Hasarsız Değerlendirme: Elastik sınırlar içinde	Durum: Küçük hasar [burkulma olmaksızın] Değerlendirme: Basınç tarafından şekil değişimi
Ankraj	Durum: Hasarsız Değerlendirme: Elastik sınırları içinde	Durum: Kararlı koşul Değerlendirme: Yerin kesme kırılma gerilmesini aşmayacak
Genleşme Derzi	Durum: Hasarsız Değerlendirme: Müsaade edilebilir deplasmanları aşmayan	Durum: Bozulabilir Değerlendirme: Müsaade edilebilir deplasmanları aşabilir

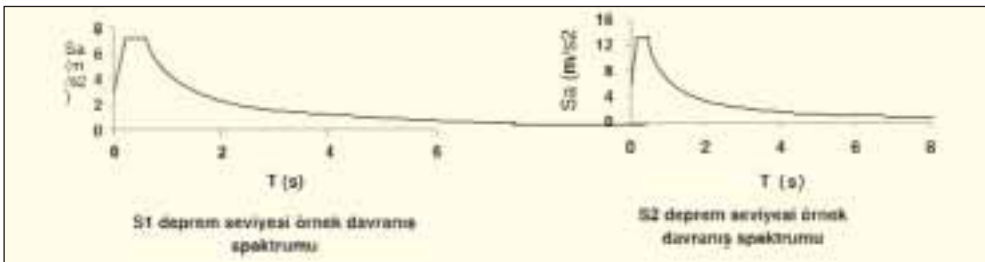
Tablo 2: Asma Köprülerin hedeflenen performans seviyeleri

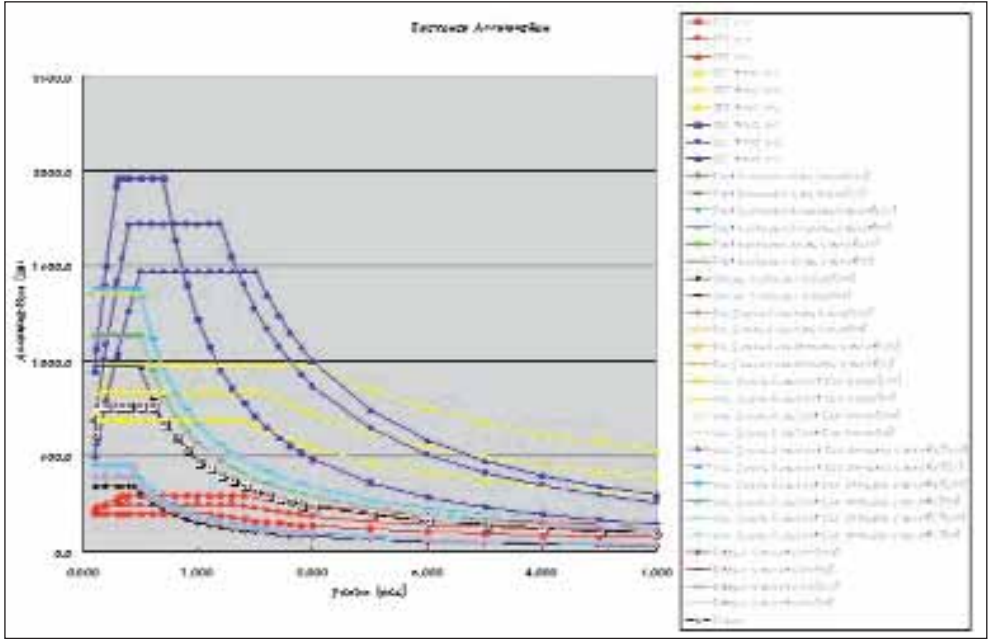
Deprem güçlendirme tasarımlarında kullanılacak deprem yer hareketi dizayn kriterlerinde iki deprem seviyesi (iki kademeli deprem) esas alınmıştır (**Şekil 2,3**). Birinci kademede deprem olarak köprünün kullanım ömründe olma olasılığı yüksek olan deprem ikinci kademede deprem olarak büyük magnitudlü ve köprünün ömrü süresince olma olasılığı düşük deprem kullanılmıştır. Köprülerin performans kriterleri bu iki deprem seviyesine göre belirlenmiştir. (**Tablo 1, 2**)

Bu amaçla California bölgesine benzer sismotektonik özellikler gösteren Marmara Bölgesi için ATC-32 deprem tasarım kriteri kullanılmıştır.

İşletme veya fonksiyon değerlendirmesi deprem yer hareketi olarak S1 depremi alınmıştır: 50 yılda %50 aşılma olasılığı olan deterministik deprem yer hareketi (7.5 moment büyüklüğünde senaryo depremi baz alınmıştır)

Emniyet değerlendirmesi deprem yer hareketi olarak S2 depremi alınmıştır: 50 yılda %2 olasılıkla oluşacak probabilistik deprem yer hareketi (2500 yılda bir kez) Asma köprülerde yer hareketine göre yapı elemanlarının hedef performansları **Tablo 2'**de verilmiştir.

**Şekil 2:** S1 ve S2 seviyeleri örnek davranış spektrumu



Şekil 3: Asma Köprüler, Haliç Köprüsü ve Ortaköy Viyadükleri için Davranış Spektrumu

Bu depremlerden dolayı oluşacak deformasyon seviyeleri ise **Tablo 3'**de verilmiştir.

2.2. Deprem güçlendirilme çalışmalarında izlenen yöntem:

Bölge Müdürlüğümüz sorumluluğunda bulunan otoyollarda çalışmalar İstanbul il merkezinde (1.Çevre yolu O-1 ve 2.Çevre yolu O-2) ve şehirlerarası otoyollarda eşzamanlı olarak sürdürülmektedir.

Karayolları Genel Müdürlüğü olarak amacımız;

İstanbul'daki acil yardım hizmetlerini aksatmayacak (Arama-kurtarma haberleşme sağlık yangın vs.) şekilde trafiği açık tutabilmek için riskli köprüleri depreme karşı güçlendirilerek deprem sonrası kayıpları azaltmaktır.

Deprem Seviyesi	Sargısız beton için birim deformasyon sınırları		Sargılı beton için birim deformasyon sınırları	
	Beton	Çelik	Beton	Çelik
S1	0.002 (Basınç)	0.008 (Çekme)	0.004 (basınç)	0.015 (çekme)
S2	0.005 (Basınç)	0.012 (Çekme)	0.018 (basınç)	0.060 (çekme)

Tablo 3: Köprülerin hedeflenen deformasyon seviyeleri

Bu amaçla köprüler

- Olası deprem kaynağına olan yakınlıkları
- Bulundukları güzergah ve taşıdıkları trafik
- Önemli merkez, havaalanı-hastane vs.ye olan yakınlıkları
- Statik sistemleri, malzeme tipleri, inşaat sistemleri
- Hizmet süreleri ve yıpranmışlıkları

göz önüne alınarak bir ön değerlendirme yapılarak bulundukları otoyollara göre gruplandırılmıştır.

Bu değerlendirme sonucunda

- 1. ve 2. Boğaz Köprüleri ile Haliç geçişi gibi otoyol üzerinde alternatifi bulunmayan geniş açıklıklı stratejik önemi olan köprüler
- Yukarıda sayılan köprüler dışında kalmakla birlikte İstanbul şehir merkezinde yoğun trafik altında hizmet veren köprüler
- Deprem tehlikesi olan bölgelerde yer alan otoyol üzerindeki köprüler

olmak üzere çalışmalar üç bölüm halinde planlanmıştır. Bu amaçla milli bütçeden ve dış kredili olarak çalışmalar sürdürülmektedir.

İstanbul'daki Büyük Köprülerin Sismik Takviye Projesi başlığı Japon uluslararası ilişkiler Bankası (JBIC) ile sürdürülen çalışmalar sonucunda 12.022 milyar Japon Yeni tutarındaki Proje Kredisi (yaklaşık 100 milyar Dolar) kullanılmak üzere anlaşma yapılmıştır.

Bu Proje kapsamında;

- 1. Boğaz Köprüsü
- Fatih Sultan Mehmet Köprüsü
- Eski Haliç Köprüsü
- Yeni Haliç Köprüsü (Batı Yakası)
- Yeni Haliç Köprüsü (Doğu Yakası)
- 1. Boğaz Köprüsü Asya Yakası Yaklaşım Viyadüğü
- 1. Boğaz Köprüsü Avrupa Yakası Yaklaşım Viyadüğü
- Eski Haliç Köprüleri Yaklaşım Viyadüğü
- Yeni Haliç Köprüleri Yaklaşım Viyadükleri (A,B,C Viyadükleri)
- Ortaköy Viyadüğü (V408)
- Ortaköy Viyadüğü (V409) olmak üzere;

13 adet köprü ve viyadük yer almaktadır. Proje dizayn ve tasarımı çalışmalarında asma köprüler, Ortaköy viyadükleri ve Haliç köprüleri için yer hareketine göre her bir yapı elemanının hedef performans kriterleri ayrı ayrı belirlenmiş ve hazırlanan deprem spektrumları kullanılarak projeler hazırlanmıştır. Bu çalışmalar esnasında köprülerin mevcut durumları incelenmiş her köprüye ait zemin değerlendirmesi yapılmıştır.

Milli bütçeden sağlanan kaynakla 1. ve 2. Çevreyolları ve bağlantıları üzerindeki öncelikli üst geçit ve alt geçit köprüleri ile bazı viyadüklerin (Sağmalcılar, Mahmutbey, Okmeydanı gibi) onarımı ve deprem davranışlarının belirlenmesi ve olası depreme karşı güçlendirilmesi proje ve yapım hizmetleri 12.09.2002 tarihinde ihale edilmiş ve 30.12.2002 tarihinde işe başlanılmıştır. İhale kapsamındaki yapıların olası İstanbul depremine karşı güçlendirilmele-ri için deprem güçlendirme tasarım ve proje çalışmaları tamamlanmıştır.

İşin bünyesindeki köprülerin mevcut hasar ve arızalarının çeşitli metotlarla belirlenmesi ve gerekli kontrollerin (malzeme dayanımı, karbonasyon ve pas payı derinliği) yapılmasının ardından her köprünün zemin parametreleri güncelleştirilmiştir. Deprem risk sıralamaları yapılan köprülerin deprem hasar görebilirlik derecelerine göre değerlendirmeleri yapılarak güçlendirme öncelik sıralaması tespit edilmiştir. Bu sıralama sonucunda belirlenen ve aşağıda isimleri verilen köprülerin onarım ve depreme karşı güçlendirme çalışmaları tamamlanmıştır.

1. Çevreyolu (O-1):
 1. Osmaniye Üstgeçit Köprüsü
 2. Yenibosna Üstgeçit Köprüsü
2. Çevreyolu (O-2)
 3. Mahmutbey Viyadüğü
 4. Gaziosmanpaşa Viyadüğü
 5. K3 Altgeçit Köprüsü
 6. RM 01 Üstgeçit Köprüsü
 7. NM 01 Üstgeçit Köprüsü
 - 8.M5 U1 Altgeçit Köprüsü
 9. K4A ÜstgeçitKöprüsü
 10. B 3B Altgeçit Köprüsü

O-3 Otoyolunun Vatan Caddesi Köprülü Kavşağı-Mahmutbey Doğu Köprülü Kavşağı bağlantısı üzerinde kalan Sağmalcılar Viyadüğü'nde ise güçlendirme çalışmaları sürdürülmektedir.

2.3. Köprülerin deprem performansları ve güçlendirme yöntemleri :

1. Çevre yolunun üzerinde yer alan Osmaniye ve Yenibosna Köprüsü gibi betonarme I ve T kirişler, dairesel kolonlar ve başlık kirişi tipi kenar ayaklar ile perde tipi orta ayaklardan oluşan köprülerde genelde temel ebat ve donatılarında, ortaayak ve kenarayak donatılarında, kiriş oturma payları ile deprem takozlarında deprem yönünden yapısal yetersizlikler ortaya çıkmıştır.

Orta ayaklarda mevcut yetersiz perdeler betonarme manto yapılarak güçlendirilmiştir. Güçlendirme sırasında betonarme mantoya ait düşey ilave yeni demirler temel betonuna ve yatay enine U demirleri de eski perde betonuna ekilmiştir. Bu şekilde perdelerde yapılan güçlendirme ile yetersiz olan kiriş oturma payları da artırılmış ve yeni deprem takozlarının yapılmasına imkân verecek üst genişlik temin edilmiştir. Orta ayak temel boyutları da artırılmıştır. Ayrıca bu köprülerde deforme olmuş elastomer mesnetler yenileri ile değiştirilmiştir.



Şekil 4: Sağmalcılar Viyadüğü ve Osmaniye Köprüsü deprem güçlendirme çalışmaları

Çap ve donatı yönünden yatay yüklere karşı yetersiz durumdaki kenar ayak kolon ve temelleri yatay yükleri alabilecek şekilde ilave kenar ayak başlık kirişleri ile fore kazıklara bağlanmıştır (**Şekil 4**).

2. Çevre yolu ile O-3 ve O-4 otoyolları üzerindeki öңçekim-öңgerilmeli beton trapez kirişlerden ve yerinde döküm tabliye ile perde tipi orta ayaklardan oluşın köprülerde ise kiriş oturma payı yetersizlikleri ile orta ayak deprem takozu eksiklikleri ortaya çıkmıştır. Bu tip köprülerde, örneğın Mahmutbey Viyadüğü, enine ve boyuna yönde elastomer mesnetlerin deformasyonlarının çok fazla olması sebebiyle her aksta enine ve boyuna yönde deprem takozları yapılarak deforme mesnetler yenilenmiştir.

O-3 Otoyolunun bir bölümü (örneğin Sağmalcılar Viyadüğü) ile O-4 otoyolunun Çamlıca-Gümüşova kesimindeki bazı viyadükler ve Ortaköy viyadükleri gibi ardçekim – öңgerilmeli beton prekast T kirişler ve yerinde döküm tabliye ve kutu kesitli ayrıık kolonlu ortaayaklardan meydana gelen viyadüklerdeki yapısal yetersizlikler daha ciddi boyutlarda ortaya çıkmıştır. Bu tip köprülerde orta ayak kolonlarının alt ve üst uçlarında (plastik mafsallık bölgesi içinde) düşey donatılarda çok sayıda bindirmeli ek yapılmış olup yetersiz bindirme boy-ları tespit edilmiştir. Ayrıca sargı donatısında ve düşey donatılarda yetersizlik bulunmuştur. Bu tip köprülerin bir kısmında ortaayak başlık kirişleri ile kenar ayak ve ortaayak temelleri ebat ve donatı açısından yetersiz bulunmuştur. Elastomer mesnetlerde ise kalıcı deformasyonlar gözlenmiştir. Farklı güçlendirme alternatifleri üzerinde çalışılmış ve en uygun yöntem olarak orta ayaklar mevcut kutu kesitli kolonların tüm yüksekliği boyunca çepeçevre ikinci bir kutu kesitli kolon yapılarak güçlendirilmesi benimsenmiştir. Kolonları birbirine bağlayan başlık kirişi ile yatay yüklerin her iki kolona da aktarılması sağlanmıştır. Orta ayak başlık kirişleri yan ve alt taraflardan betonarme manto ile genişletilerek güçlendirilmiştir. Bunun yanında orta ayak temel boyutları ve kalınlığı artırılarak hem taşıma gücü hem de donatı açısından yeterli hale getirilmiştir. Deforme orta ayak mesnetlerinin yenilenmesi benimsenmiştir.

Ortaköy Viyadüklerinde (V408 ve V408) de ayakların betonarme takviyesi ve üst yapıyı düşmeyi önleyici kablolarla düşmeyi önleyici elemanlar öngörölmüştür. Sağmalcılar Viyadüğü'nde özel bir durumla karşılaşmış olup P14 ve P15 aksları arasında viyadüğün altından geçmekte olan metro hattı nedeniyle güney köprüünün P14 aksı orta ayağında ve kuzey köprüünün P15 aksı orta ayağında güçlendirme yapılamamaktadır. Bu durum, bu ayaklara kayıcı mesnetler yerleştirilerek yatay yük almaları önlenerek çözülmüştür. Kayıcı mesnetler kenar ayaklarda da uygulanmış, böylece kenar ayaklara gelecek yükler minimize edilmiş ve kenar ayaklara ilave imalat yapılmamıştır (**Şekil 4**).

O-4 otoyolunun Çamlıca-Gümüşova kesimindeki kalan köprü, viyadük ve tünellerin deprem davranışlarının incelenmesi neticesinde tüneller de bakım-onarım amaçlı çalışmalar ön plana çıkarken köprülerde genelde temellerde genişletmeler, kolonlarda güçlendirmeler ve plastik mafsallık bölgelerinin iyileştirilmesi söz konusu olmuştur (**Şekil 5**).

Asma köprüler deprem performansları yüksek yapılar olup özellikle deprem tehlikesi yüksek yerlerde diğer köprü tiplerine tercih edilirler. Yapılan çalışmalar 7.5 moment büyüklüğünde S1 senaryo depreminde ve 2500 yılda bir kez olabilecek S2 depreminde de asma köp-

rülerin elastik davranış sınırı içinde kaldığını ve büyük hasarlar yaşamayacağını göstermiştir. 2500 yılda bir kez olabilecek çok büyük S2 depreminde kule ve tabliye arasındaki çarpışmadan kulenin zarar görmesini önlemek amacıyla kulede tertibat yapılması öngörülmüştür. Bu işlem iki köprünün kulelerine de uygulanacaktır. 1.Boğaz Köprüsü yaklaşım viyadüklerinde ise tabliyede düşmeyi önleyici ekipmanlar ile mesnet değişiklikleri öngörülmüştür. Haliç Köprüsü'nde ise belli ayaklarda takviye ve temel genişletmesi ile tabliyenin ayaklardan düşmesini önleyici tertibatlar önemli önlemler arasında yer almaktadır.

3. SONUÇ

İstanbul il merkezi ve Marmara Bölgesi'nde kalan otoyollarda bulunan köprülerin depreme karşı güçlendirilmesi ve deprem sonrası kayıpların azaltılması için proje ve saha çalışmaları sürdürülmektedir.

O-1 ve O-2 otoyolları üzerinde yer alan tüm köprülerin deprem davranışlarını belirleme çalışmaları devam etmektedir. Bu köprüler içinde önemli köprüler ile risk faktörü büyük olan köprülere öncelik verilmiştir. Risk faktörü yüksek 10 köprüde proje ve güçlendirme çalışmaları tamamlanmış olup 11. köprüde saha çalışmaları devam etmektedir. Önemli arterlerin üzerinde yer alan Levent Viyadüğü, Mecidiyeköy Viyadüğü, Sadabad 2 Viyadüğü, Nurtepe Viyadüğü, gibi yapıların yer aldığı 58 adet köprüde proje çalışmaları 2006 yılının 1.yarısında güçlendirilme çalışmalarına başlanacak şekilde sürdürülmektedir. Asma köprüler, Ortaköy Viyadükleri ve Haliç köprülerinde(toplam 13 adet büyük açıklıklı köprü) ise projeler tamamlanmış olup güçlendirilme çalışmalarında başlama noktasına gelinmiştir.

O-4 otoyolunun Çamlıca-Gümüşova kesiminde yer alan 152 adet köprü-viyadük ile 5 adet tünelin proje çalışmaları tamamlanmış olup, güçlendirilme için ihale işlemleri sürdürülmektedir. O-3 otoyolunun Mahmutbey-Kınalı arasındaki Karasu Viyadüğü, Beylikçayır Viyadüğü, İspartakule Viyadüğü, Yarımburgaz Viyadüğünün aralarında bulunduğu 86 adet köprüde ise güçlendirme proje çalışmaları devam etmektedir.

Marmara Bölgesi ve İstanbul il merkezinde köprülerin güçlendirilme proje ve saha çalışmaları en gelişmiş şartnameler ve teknolojiler kullanılarak hızlı bir şekilde sürdürülmektedir. Tüm bu çalışmalar neticesinde İstanbul şehir merkezi ve Marmara Bölgesi otoyollarındaki köprülerin deprem davranışları belirlenecek ve gerekli güçlendirme çalışmaları yapılmış olacaktır.

Karayolları Genel Müdürlüğü olarak amacımız olası depremlerden önce köprüleri deprem sonrası acil yardım hizmetlerini ve ulaşımı kesintisiz sürdürecektir şekilde ayakta tutabilmek ve ülkemizin deprem sonrası yaşayacağı maddi ve manevi kayıpları en aza indirmektir.

KAYNAKLAR :

- AASHTO (1996), Amerikan Association of State Highway and Transportation Officials, "Standarts Specification for Highways Bridges"
- Apaydın N., (2002) Seismic Analysis of Fatih Sultan Mehmet Suspension Bridge, Ph.D. Thesis, Department of Civil Engineering, Boğaziçi University Istanbul, Turkey

- ATC 32, Applied Technology Council, “Improved Seismic Design Criteria for California Bridges:Provisional Recommendations”, San Fransisco, CA
- CALTRANS(1999), California Department of Transportation, Memo to Designers 20-1,California, USA
- Erdik, M., Siyahi,B., Şesetyan, K., Demircioğlu, M., Akman, H.(2003) Otoyollar Üzerindeki Viyadük ve Köprülerin Onarımı ve Depreme Karşı Güçlendirilmesi İşİ kapsamında kullanılacak Deprem Yer Hareketi Raporları (Rapor 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)
- FHWA-RD-94-052 (1995) Seismic Reteofitting Manuel for Highways Bridges, Virginia, USA
- Erdik, M., Demircioğlu, Şesetyan, K., Durukal, E., Siyahi,B. (2004) “Earthquake Hazard in Marmara Region, Turkey”, Soil Dynamicand Earthquake Engineering 24;pp:606-631
- Basic Design Reports (2004), Seismic Reinforcement Project for Large Scale Bridges in İstanbul, KGM