

3. OTURUM

Oturum Başkanı:
Prof. Dr. Metin AYDOĞAN
(İTÜ İnşaat Fakültesi)

“BİNALARIN DEPREME GÖRE DEĞERLENDİRME İLKELERİ”
Prof. Dr. Zekai CELEP
(İTÜ İnşaat Fakültesi)

“KENTSEL YAPI PERFORMANSININ BELİRLENMESİ”
Prof. Zekeriya POLAT
(YTÜ İnşaat Fakültesi)

“İSTANBUL'DAKİ KÖPRÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ”
Dr. Nurdan APAYDIN
(TCK 17.Bölge Müdür Yardımcısı)

Prof. Dr. ZEKAİ CELEP**(İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı Ana Bilim Dalı Öğretim Üyesi)-**

Sayın Konuklar, Sayın Meslektaşlarım; öğleden sonra da değil, artık akşama yakın olduğundan dolayı, zannedirim sabrınız ve dikkatiniz son durumda. Ben bu ikisini de fazla zorlamadan, kısa bir konuşma yaparak sunumu bitireceğimi ümit ediyorum.

Konuşmamın ismi **“Binaların Depreme Göre Değerlendirme İlkeleri”**. Binaların deprem etkileri altında güvenliklerinin değerlendirmesinde kullanılan veya kullanılabileceğini tahmin ettiğim ilkelerle ilgili bir dizi özet bilgiler vermeğe çalışacağım. Sizinle paylaşacağım bilgileri, İstanbul Master Planı’nın hazırlanmasında ve Zeytinburnu Pilot Projesi’nin uygulanmasında, Deprem Şûrası’nda yapılan çalışmalarda ve son olarak meslektaşlarım da bildiği gibi, Deprem Yönetmeliği Taslağı’nın hazırlanmasında ve diğer üniversitelerdeki öğretim üyeleriyle yaptığım görüşmeler ve tartışmalar sonucunda edindiğimi bildirmek istiyorum. Ancak, bazı ayrıntılarda küçük farklılıklar olması doğaldır.

Konu ile ilgili olarak önce, neden böyle bir değerlendirmeye ihtiyacımız olduğunu düşünelim. Gerçekten de geri dönüp bakarsak, son depremlerde binalarımızın önemli bir bölümünde beklemediğimiz oranda, orta ve ağır hasar oluştuğunu hatırlayacağız. Bunun sonucu olarak binalarımızın deprem güvenliği konusunda bir zaafının bulunduğu ortaya çıktı. Bu güvensizlik durumunun sayısal belirlenmesi burada konu edilen değerlendirmenin esasını teşkil etmektedir.

Gerçekte toplum olarak bir takım kusurları biz genellikle başkasında bulmaya alışmışız. Bunun gibi, bazı işlerin yapılması söz konusu olduğunda da yine toplum olarak kendimizden daha çok, bir başkasının yapması gerektiğini bildirmeye daha çok yatkınız. Depremlerde neden bu derecede hasar oluştu ve mevcut binalarla ilgili değerlendirmeyi kim yapacak ve bundan sonraki adımları kim atacak sorusuna cevabımız kolaycı bir yaklaşım olabilir. Bu işlemlerin - binalar değerlendirilmesi, depreme dayanıksız binaların tespit edilmesi, dayanıksız olanların güçlendirilmesi, güçlendirilmeyenlerin yıkılması - devlet veya belediye tarafından yapılmasını isteyebiliriz. Bu arada inşa ettiğimiz ve içinde yaşadığımız kusurlu binaların da dayanıklı duruma getirilmesi diğer bir dileğimiz olabilir. Bütün faturanın devlet veya belediye tarafından ödenmesi kolay kabul edilebilecek yol olarak görülebilir. Ama hepimiz biliyoruz ki, devlet ve belediye diye zengin bir şahıs maalesef yok. Bu kurumların başındakiler bizim paramızı harcamak için yetki verdiğimiz kimselerden başkası değil.

Konu ile ilgili görüş bildirmeden önce, kendimize dönerek soru sormamız daha yapıcı olacaktır. “Benim veya bulunduğum kurumun yapabileceği bir katkı vardı da, yapılmadı mı... Bu adımdan sonra olaya katkımız neler olabilir...” İnşaat mühendisi olarak benim ve bu salonda dinleyen pek çok meslektaşımın konu hakkında yapabileceği bir dizi işlerin mevcut olduğunu, ancak bunlara gerektiği kadar önem vermediğimizi tahmin ediyorum. Bu tür bir davranışın da deprem hasarlarının meydana gelmesinde kısmen de etkili olduğuna inanıyorum. Yapmamız gerekli bazı işleri yeterli düzeyde yapmamamızın da bulunduğunu kabul et-

menin de önemli bir adım olduğuna inanıyorum. Bunların neler olabileceğini düşünelim. Hepimizin bildiği genel hasar nedenleri altında bunları toplayabiliriz: Malzeme kalitesindeki yetersizliğin başta gelen bir kusur olduğunu biliyoruz. Bu yetersizliği tek meslek grubuna yüklemek haksızlık olacaktır. Hasar gören binaların bir kısmının mühendislik hizmeti görmüş olduğunu biliyoruz. Mühendislik hizmeti görmüş ifadesi yerine, mühendise proje ve inşaat bakımından emanet edilmiş binalar olduğunu ifade etmemiz daha doğru olabilir. Bu olaylardaki bütün kusurun hepsini herhalde kendi dışımızdaki kimselerde aramaya ihtiyaç yok diye düşünüyorum. Örnek olarak, başta kendimi de kusurlu sayıyorum. Öğretim üyesi olarak İstanbul Teknik Üniversitesi'nde inşaat mühendislerine yapı ve depremle ilgili bilgileri öğretmekle yükümlüyüz. Bu öğretme işleminde bir dizi kusurlarımız oldu ve bu sebepten binalarda gördüğümüz hasarlar ortaya çıktı diye düşünebilirim. Deprem sonucu binalarda oluşan hasar sebeplerini araştırmaya devam ettiğimiz zaman, betonarme elemanların donatı düzeninde de bir takım hatalarımız olduğunu tespit ediyoruz. Genel olarak ilgili yönetmelik ve kurallara uymakta ve onları uygulamakta zorluk çekiyoruz. Günümüzde betonarme projelerinin önemli kısmı yönetmeliklere uygun oluşturulmaktadır. Ancak, mevcut alışkanlıklarımız sonucu bunları uygulamakta zorluklar yaşıyoruz.

Bu arada, sağ olsunlar başta gazetelerdeki köşe yazarları olmak üzere, her zaman memleketi kurtardıkları gibi, bu depremden sonra da sorunlara çok kısa cevaplar bularak, memleketi kurtarmaya çalıştılar. Belki o sırada yazacak başka bir şeyleri yoktu, *“bugün de depremi yazalım”* diye başladılar. Deprem konusunda yazı yazan ve yorum yapanlardan, yazı ve yorumlarını oluşturmadan önce konu ile ilgili olanlarla konuşmaları ve daha sonra okuyucularına özet ve anlaşılır bilgi vermeleri beklenirdi. Ancak, gazetelerimizin köşe yazarları, memleketi sürekli kurtardıkları ve her konuda kendilerini bilgili zannettikleri için, deprem konusunda da ahkam kesmekten geri kalmadılar. Ne dediler; *“İstanbul'daki binalar güçlendirilsin, ne duruyorsunuz; geç kalıyoruz. Depreme dayanıksız binalar hemen tespit edilsin, dayanıksız binalar güçlendirilsin, güçlendirilmeyenler yıkılsın.”* Bunlar yazıldı, bir kısmını siz de okudunuz zannediyorum; sonuç hüküm *“problem çabuk çözülsün”* şeklindeydi. Ancak, bunun yapılabilirliği, maliyeti ve gerekli teknik personel sayısı konusunda herhangi bir bilgi verilmemekteydi. Bu arada unutmamamız gereken bir husus da, kusurlu binayı inşa edenleri dışarıdan gelen kimseler olmadığıdır. Onlarda bizlerdik veya bizlerin bir bölümüydü. Bu sırada onlar da şöyle düşündüler herhalde: *“Benim kusurlu binam da bu sırada güçlendirilir, ben de depreme dayanıklı bir binada otururum. Bunun faturasını da, benim dışımda, birisi karşılar.”*

İşin doğrusunu biraz arayalım. Biz yıllardır kusurlu olarak yaptığımız binaları güçlendirmek ve bu büyük problemi hemen bir-iki senede çözüp ortaya problemsiz yeni bir İstanbul ortaya çıkarmak istiyoruz. Maalesef, mevcut şartlar çerçevesinde gerçekçi olmayan bir istek. Bu toplantıda dikkat çekici pek çok konuşmalar yapıldı ve sonuçlar çıkarıldı. Ben bunlardan bir tanesini tekrarlamak istiyorum; bu da bizim Üniversitemizin Rektörü tarafından bir-iki cümleyle özetlenmişti, hatırlayan arkadaşlarımız, meslektaşlarımız olacaktır; *“hedeflerimizi yüksek koymamalıyız, bazı düşük hedeflerle tatmin olmalıyız”* şeklindeydi. Zannedirim bizim de bu konuda böyle yapmamız lazım geliyor. Maddi imkânımızın ne olduğunu toplum olarak biliyoruz ve hepimiz bunun farkındayız, birtakım iç ve dış borçlardan bahsediliyor. Yani maddi imkanlarımız oldukça sınırlı, çok da iç açıcı değil. Deprem konusunda tekrar geri dönersek, kusurlarımızı biliyoruz; bu kusurlar da bir tane değil, seneler boyunca tekrarla-

nan kusurlar. Ancak, biz bunları hemen çözüp depreme güvenli bir İstanbul'da yaşamak istiyoruz. Bu hedef yüksek bir hedef gibi geliyor bana, ama bu demek değil ki, ümidimizi kıralım. Hayır, konu hakkında yapılan pek çok şeyi biz burada hep beraber öğrendik. Hiç bir şey yapılmadı diyenlere katılmıyorum. Ancak, yapılanları da yeterli bularak rehavete de kapılmayalım. Yapılanları ve yapanları takdir ettikten sonra, daha iyilerini ve daha kapsamlılarını yapmak için çalışmalarda bulunalım. Eminim ki, hepimiz bu konuda şevkle gayret göstereceğiz.

Bu tür toplantılarda benim sık sık dile getirmek istediğim bir husus var. Biz mevcut binaların deprem güvenliğini önemli bir problem olarak görüyor, onun üzerinde tartışıyor ve problem çözümü arıyoruz. Muhakkak ki doğru bir yaklaşım. Ancak şu hususu da dikkatlerinize sunmak istiyorum. Sürekli olarak İstanbul da dahil olmak üzere, yurdumuzda çok sayıda yeni bina yapılmaktadır. Eğer onları düzgün, kuralına ve yönetmeliğine uygun yapmıyorsa, mevcut depreme güvenliliği yetersiz binalara yenilerini eklediğimiz bilincinde olmamız lazım. Başka bir deyişle, bir taraftan problemi çözmek isterken, başka bir taraftan problemin büyümesine engel olmuyoruz. Meslektaşlarımız inşaat mühendislerine ve burada bulunan yöneticilere bu konuda gayret göstermenin çok önemli olduğunu hatırlatmak istiyorum. Deprem güvenliği yetersiz olan bir binanın güçlendirilmesinin ne kadar zor ve pahalı bir işlem olduğunu hepimiz biliyoruz. Buna karşılık yeni yapılan binada bu konuda alınacak tedbirlerin ve gösterilecek gayretin önemli bir mali faturası da yok. Bu konuda alınacak tedbir ve gösterilecek gayret sadece yeni binanın projesinin ilgili kural ve yönetmeliklere uygun olarak hazırlanması ve binanın yapılan projesine uygun olarak inşa edilmesinden ibaret olacaktır. Böylece mevcut olan problemimizin hiç olmazsa çoğalmasını önleyeceğiz. Hatta binaların da eskidiğini, yıkılıp birtakım yerine yenilerinin yapıldığını düşünürsek, çok uzun vadede *-hiçbirimizin bunu beklemeye sabrı yok, ama-* problemimizin bu yolla da azalacağını da düşünebiliriz.

Biz asıl konumuza, yani binaların deprem güvenlikleri bakımından değerlendirilmesine dönelim. Sağlıklı bir değerlendirmenin yapılabilmesi için, karşımıza üç soru çıkmaktadır. Birincisi, değerlendirmenin hangi deprem etkisine karşı yapılacağıdır. Çeşitli büyüklükte depremler olduğunu biliyoruz. İnşaat mühendisi olarak biz depremlerin yönetmelikte verilen spektrum eğrilerini kullanıyoruz. Çeşitli spektrum eğrileri tanımlamak ve değerlendirmeyi ona göre yapmak mümkün. Belirli bir deprem etkisi tanımlanmasından veya seçilmesinden ve karşı gelen spektrum eğrisinin belirlenmesinden sonra, ikinci olarak cevap arayacağımız soru, binanın öngörülen depremi hangi hasar seviyesi ile atlatmasının beklendiğidir. Başka bir ifade ile depremde binadan beklediğimiz performans düzeyinin belirlenmesi gerekir. Depremde binada çok az hasar olması mı, yoksa belirli seviyede bir hasar olması mı beklenmektedir. Yoksa can güvenliğinin sağlanması yeterli olacaktır. İnşaat mühendisi ile mal sahibinin beraberce bu sorulara cevap vermesi gerekir. İnşaat mühendisi olarak cevap vermemiz gereken üçüncü soru da, depremi yatay bir yük etkisi olarak düşünürsek, binanın yatay yük kapasitesini nasıl ve hangi incelikte hesap edileceğidir. Sonuç olarak uygun bir değerlendirme için bu üç soruya cevap vermek gerekir. Bu üç soruya sözel olarak birtakım cevaplar söyleyebiliriz. Bunlardan bir kısmı yukarıda sözkonusu edildi. Ancak biz mühendis olarak sayısal cevap beklemekteyiz. Tanımlarımızın ve koyacağımız sınırların sayısal olması gerekir ki, sağlanıp sağlanmadığını kontrol edebilelim.



Başlangıçta da söylediğim gibi, yukarda sözünü ettiğimiz kavramları bu konu ile ilgili uzman raporlarda mevcuttur. Pek çok meslektaşımın bildiği gibi, şimdi artık yeni hazırlanan ve sizlerin önüne sunulan Deprem Yönetmeliği Taslağı'nda da bu tür kavramlar var. Tekrar sorularımıza geri dönerek verilebilecek cevapları biraz daha ayrıntılı inceleyelim. İlk soru binanın deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde göz önüne alınacak deprem konusundaydı.

Değerlendirmede göz önüne alınabilecek depremlere ait parametreler tablodaki gibi verilebilir. Tabloda alt satırlara inildikçe daha kuvvetli deprem söz konusu olmaktadır. Deprem yönetmeliğinde bulunan ve 50 yılda aşılma olasılığı %10 olarak bilinen deprem orta satıra karşı gelmektedir. Depremlerin bu şekilde tanımlanması yanında ilgili etkilerin belirlenmesi için spektrum eğrilerine ihtiyaç vardır. Tasarım depremi için spektrum eğrisi Deprem Yönetmeliği'nde deprem bölgesine ve zemin parametrelerine bağlı olarak verilmiştir. Diğer depremlerin de spektrum eğrileri benzer incelemelerle elde edilebilir. Bunların da deprem

Deprem	Aşılma olasılığı	Esas alınan zaman periyodu	Ortalama dönüş periyodu	Deprem etkisi
Kullanım	% 50	50 yıl	72 yıl	~ 0.5 E
Tasarım	%10	50 yıl	474 yıl	1.0 E
Maksimum	%2	50 yıl	2475 yıl	~ 1.5 E

Gözönüne alınabilecek deprem için parametreler

Performans Seviyesi	Tanım
HK	Hemen kullanımın sağlanması performans seviyesi
CG	Can güvenliği sağlanması performans seviyesi
GÖ	Toptan göçmenin önlenmesi performans seviyesi

Yapısal performans seviyeleri

bölgesi ve zemin parametrelerine bağlı olacağı açıktır. Ancak yaklaşık olarak kullanma depremi spektrumu, tasarım depreminin yarısı ve maksimum depreminin de 1.5 katı kabul edilebilir.

Konu ile ilgili ikinci sorumuz da, depremde sonra binada beklediğimiz hasar seviyesi ve ya performans seviyesiyle ilgiliydi. Söz konusu edilecek performans seviyeleri tabloda özetlenmiştir. Binamızın depremde sonra kullanımına devam etmek isteyebiliriz. Başka ifade ile deprem oldu, binamızda önemli bir hasar yok, belki ufak tefek çatlaklar var. Binada üretim yapıyorsa, şirketin sahibi, mühendisine “deprem oldu, ama bir şey yok, üretime devam edelim” diyebilir. Bu durum “hemen kullanım” performans seviyesi olarak isimlendirilebilir. Depremde “can güvenliği”nin sağlanması daha düşük bir performans seviyesi olarak tanımlanabilir. Tabii bu durumda birtakım yapısal hasarların kabul edilmesi gerekebilir. Ama binanın taşıyıcı sistemi güçlendirilebilir seviyede kalabilecektir. “*Toptan göçmenin önlenmesi*” veya “*yapısal stabilitenin sağlanması*” performans seviyesi daha gevşek bir seviye olarak tanımlanabilir. Binada artık taşıyıcı kapasitesinin son durumuna gelmiştir. Biraz daha kuvvetli deprem binanın tamamen, katların üst üste yığılarak toptan göçme durumuna getirebilecektir. Bina bu performans seviyesinde güçlendirilemeyecek kadar hasar görmüştür.

Son iki sorunun cevabının verilen tabloda birleştirildiğini görüyoruz. Bu birleştirmeden dokuz tane seçenek çıktığı görülmektedir. Bunlara biraz dikkat edilirse, köşegende bulunan A, F ve J’nin daha çok anlam taşıdığı anlaşılır. Buna karşılık D ve H durumlarının ender olarak söz konusu olacağı söylenebilir. Deprem Yönetmeliği’nde yeni yapılacak binalar için söz konusu olan güvenlik seviyesi de yaklaşık olarak F’ye karşı gelmektedir. Tabloda D-H köşegen doğrultusunda aşağı doğru hareket edildiğinde binadan beklenen performans artışı ve buna karşılık maliyetin yükseldiği açıktır. Başka ifade ile, bu doğrultuda hareket güvenliğinin daha yüksek seviyede oluşmasını amaçlamaya karşı gelir. Ancak, bu tür seçimde

	Bina performans seviyesi		
Deprem etki seviyesi	Hemen kullanım performans seviyesi	Can güvenliğinin sağlanması performans seviyesi	Toptan göçmenin önlenmesi performans seviyesi
% 50 / 50 yıl Kullanma depremi	A	C	D
% 10 / 50 yıl Tasarım depremi	E	F	G
% 2 / 50 yıl Maksimum deprem	H	I	J

Bina performans amaçları

binanın ne amaçla kullanıldığı yanında, güçlendirilmesi durumunda ne kadar maddi harcama yapılmasına hazır olunması etkili olacaktır.

Sıra üçüncü soruya ve bununla ilgili açıklamalara geldi. Soru, binanın yatay yük kapasitesinin hangi kabullerle ve hangi yaklaşıklıkta yapılacağıdır. Hepimiz biliyoruz ki, bilgisayar programımız ne kadar kapsamlı olursa olsun veya biz ne kadar taşıyıcı sistem ve kesit hesaplarına aşına olursak olalım, yapacağımız hesaplarda kabullerimiz sayısı ne kadar çoksa, sonuçlar o derece şüpheli olacaktır. Bunun gibi, binamızın taşıyıcı sistemindeki belirsizlik ne kadar çoksa, elde edeceğimiz sonuçlar da, ne kadar dikkat edersek edelim, o kadar şüpheli olacaktır. Binanın deprem güvenliğinin belirlenmesinin sadece bir matematiksel işlem olmadığının farkında olmalıyız. Başka ifade ile, bir binayı iki mühendise inceletsek, öyle durumla karşılaşabiliriz ki, belirli bir depreme göre birisi binanın güvenli ve diğeri güvensiz olduğunu söyleyebilir. Her ikisi de kendi kabulleri çerçevesinde doğru olabilir. Bu durumun bizi çok şaşırtmaması gerekir. Çünkü yapılacak kabuller sebebiyle çözüm tek olmayacaktır. Bir tek çözümden değil, bir çözüm kümesinden bahsedebiliriz. Çözümün yapılabilmesi için, başta konu edilen iki sorunun cevabının sayısallaştırılması gerekir. Bunlardan deprem etkisinin sayısallaştırılmasının nispeten kolay olduğu söylenebilir. Buna karşılık iki sorunun cevabını teşkil eden, yapının performans seviyesinin sayısallaştırılmasının oldukça zor olduğu söylenebilir. Deprem Yönetmeliği Taslağı'nda da bu konuda bazı kabuller yapılmıştır. Bunlar kolon ve kirişlerin kritik kesitlerinin zorlanma seviyelerinin sayısal olarak tanımlanması şeklinde yorumlanabilir.

Biraz da binanın deprem davranışının belirlenmesinde gerekli kabullere göz atalım. Bunlar taşıyıcı sistemin deprem etkisindeki çözümü için yapılan kabuller olarak karşımıza çıkar. Beton kalitesi başta belirlenmesi gereken parametre olarak görülebilir. Eğer binamızda beton kalitesi çok düşükse ve özellikle bir elemandan diğer elemana çok önemli değişiklik gösteriyorsa, güvenlik incelemesinden çok da hassas bir sonuç beklemememiz gerekir. İstanbul'da ve genelleştirmekle bir sakınca olduğunu zannetmiyorum, Türkiye'de genellikle binalarımızda beton kalitesinin hemen hemen benzer düşük seviyede ve büyük değişkenlik gösterdiğini hepimiz biliyoruz. Bunun yanında betonarme elemanlarda sık sık rastlanan yerel beton yerleşim hatalarının bu tür değerlendirmelerde göz önüne alınması hemen hemen mümkün değildir.

Donatı miktarı; elimizde projesi olmayan bir binanın donatı miktarını veya donatı düzenini nasıl tespit edebiliriz? Hatırınıza birtakım değerler veya laboratuvar imkânları gelebilir, doğru, ama bunların yerel birtakım sonuç vereceğini, bizim bütün binayı soyup bütün kolon ve kirişlerine bakamayacağımızın hepimiz farkındayız. Donatıların eklerinin nasıl yapıldığı, etrilyelerin aralıkları, düzenleri, kanca durumları, bütün bu belirsizlikler göz önüne alınırsa, kapsamlı bilgiye sahip olmadığımız bina için çok ayrıntılı bir hesap yapma konusunda karşımıza büyük zorluklar çıkmaktadır. Bilgi düzeyimizin sınırlı olduğu binalarda ayrıntıya inmeden basit değerlendirme ve güçlendirme yöntemlerinin kullanılmasının uygun olacağı anlaşılmaktadır. Bu adıma gelinceye kadar elde ettiğimiz sonuçları aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

- a. Değişik kapsamda değerlendirme türleri sözkonusu olmalı,
- b. Bulunan sonuçların pek çok kabul içerdiği unutulmamalı,

- c. Kullanılan parametrelerin belirliliği oranında, ayrıntılı değerlendirmenin anlamlı olacağı bilinmeli,
- d. Pek çok belirsizliği olan binada ayrıntılı inceleme sonucunun beklendiği kadar anlamlı olmayacağı bilinmeli,
- e. Mühendislik hizmeti görmemiş binalarda basit değerlendirme yöntemleri tercih edilmeli.

Burada değerlendirmeden bahsetmemize rağmen bu ilkeleri güçlendirmeye de genişleyebiliriz. Değerlendirme yapılacak bir binanın bulunduğunu, bu binada değerlendirme yapıldığını ve değerlendirmenin yetersiz çıktığını kabul edelim. Bu binaya bir dizi güçlendirme müdahalelerinin yapılması öngörülebilecektir. Ancak, bu güçlendirme müdahalelerinin yeterli olup olmadığını veya öngörülenin gereksiz fazla olup olmadığına yine değerlendirme yaparak karar verilecektir. Değerlendirme kabul edilebilir seviyede çıktığı zaman öngörülen güçlendirmenin uygun olduğuna karar verilecektir. Binaların değerlendirmesi aşağıdaki seviyelerde yapılabilir:

- a. Yerleşim birimleri düzeyinde değerlendirme,
- b. Can kaybına sebep olacak binaların belirlenmesi amacıyla değerlendirme,
- c. Binalarda hasarın sınırlı kalması amacıyla değerlendirme,
- d. Binalarda kullanımı engelleyecek hasarın önlenmesi amacıyla değerlendirme.

Yerleşim birimleri düzeyinde değerlendirme esas olarak kentsel dönüşüm projelerinin geliştirilmesine faydalı olmak ve öncelik belirlemek için yapılan bir değerlendirmedir. Buna örnek olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin hazırlanan Deprem Mastır Planı'nı esas alarak gerçekleştirdiği Zeytinburnu Projesi'nde uygulanan ikinci kademe değerlendirme yöntemi gösterilebilir. Böyle bir değerlendirmenin önemli üç özelliği aşağıdaki gibi verilebilir:

- a. Binaların sayısı çok olmasına rağmen öngörülen değerlendirme zamanı kısadır,
- b. Bina düzeyinde bir sonuç alınması beklenmez,
- c. Değerlendirme yeterli güvenlikle sonuç verecek kadar ayrıntılı, uygun zamanda sonuç alacak kadar yüzeyseldir.

Yerleşim birimleri düzeyinde yapılan değerlendirmede parametrelerinin belirlenmesi değerlendirmenin en önemli adımını teşkil eder. Binalarda meydana gelen hasarın ana sebepleri bulunarak, bu parametreler oluşturulabilir. Bunların başlıcaları aşağıdaki gibi verilebilir: a) Bina alanı, b) Kat adedi, c) Kritik kat seçimi, d) Kolon sayısı ve alanları, e) Taşıyıcı sistem düzensizliği, f) Zemin durumu, g) Malzeme kalitesi ve işçilik, h) Bölgede deprem etkisi.

Değerlendirmede gözönüne alınacak parametreler belirlendikten sonra, bunların nasıl değerlendirileceğine karar vermek gerekir. Örneğin malzeme kalitesi için uzun uzun tanımların yazılması uygun olmayacaktır. Bunun yerine “*iyi, orta ve kötü*” gibi bir cevap beklenmesi yerinde olur. Cevap sayısı gerekirse daha da arttırılabilir. Sonucunda bu cevapların bilgisayar ortamında, yani bir çarpma, bölme, toplamayla olabilecek bir işlemle birleştirilmesi ve tek bir indekse veya puana indirilmesi gerekir. Bu suretle binaların sıralanması ve birbirine göre kıyaslanması mümkün olabilir. Puanı düşük veya büyük binaların toplandığı yerleşim alanları tespit edilebilir. Bu sonuçlar kentsel dönüşüm plan kararlarının alınmasında

kullanılabilir. Bu işlemde gözönüne alınan değerlendirme parametrelerinin etki ağırlıklarının ve puanların kritik sınırlarının belirlenmesi en önemli adımı teşkil eder. Bu amaçla sınırlı sayıda seçilecek binalarda daha ayrıntılı bir inceleme yaparak, kabul edilen parametrelerin binanın güvenliğini temsil ettiğini konusunda bir çalışma yapılması gerekir. Başka ifade ile değerlendirme yönteminin kalibrasyonunun yapılması söz konusudur. Bu tür bir yöntemde % 5~10 gibi sapmaların, hataların rahatlıkla kabul edilebileceği unutulmamalıdır.

Gerçekte biraz ayrıntıya inerek iki puan değerinden de bahsetmek mümkün olabilir. Birincisi binanın özelliklerinden veya ilgili parametrelerinden çıkarılacak “*bina kapasite puanı*”dır. İkincisi ise, binanın bulunduğu bölgedeki deprem etkisi ile ilgili “*deprem talep puanı*”dır. Bu iki puanın kıyaslanması ile binanın deprem güvenliği konusunda bir sonuca erişmek mümkün olur. Yöntemin değişik uygulamaları yapılabilir. Ancak, kabul edilen yöntemin binalarda yapılacak daha ayrıntılı değerlendirme ile kalibrasyonunun sağlanması en önemlidir.

Yerleşim birimleri düzeyinde değerlendirmede deprem etkisi altında kritik kabul edilecek katın kalıp planı ve kolon kesitleri de hesaba katılarak daha hassas sonuçlar elde edilebilir. Değerlendirme kirişleri de kapsayacak şekilde genişletilebilirse, genellikle bu düzeyde kiriş ayrıntısına girilmesine ihtiyaç duyulmayabilir. Bu tür değerlendirme yöntemi çok sayıdaki binaya kısa sürede uygulandığı için, beton ve donatı için ortalama kabuller yapıldığı ve bir katın bilgilerinden hareket edildiği için, kirişlerin etkisi alınmadığı için; yüzeysel kalması sebebiyle elde edilemeyen bazı bilgilerin de bulunması kaçınılmazdır. Bunlar aşağıdaki gibi verilebilir:

- a. Elde edilen sonuçlar sadece istatistiksel yaklaşıma sahiptir.
- b. Bölgesel olarak deprem etkisine karşı kritik bina gruplarının belirlenmesi amaçlanır.
- c. Tekil olarak binalar hakkında depreme dayanıklı veya dayanıksız gibi sonuçlar elde edilmez.

Benzer şekilde can kaybına sebep olacak binaların belirlenmesi için özellikle az katlı betonarme binalarda uygulanmak üzere biraz daha ayrıntılı bir yöntem geliştirilebilir.

İstanbul’da az katlı betonarme binaların ve özellikle mühendislik hizmeti görmeyenlerin; yığma yapı türünden yapılmış, düşey ve yatay hatlı binalar olarak ele alınması ve değerlendirilmesi daha uygundur. Can kaybına sebep olacak binaların belirlenmesi amacıyla yığma yapılarda uygulanan yöntemlere benzer bir değerlendirmenin uygulama alanı mühendislik hizmeti görmüş kusurlu ve az katlı (1-5 katlı) betonarme ve yığma yapılar olarak kabul edilebilir. Değerlendirme parametrelerinin en başında kalıp planı, binadaki yatay ve düşey düzensizliğin tespiti, kolon ve duvarın yerleşim düzenleri ve alanları gelecektir. Bu değerlendirme seviyesinde can güvenliği ve tekil binalar sözkonusu olduğu için, elde edilecek bilgileri daha ayrıntılı toplanmasına ihtiyaç duyulacaktır. Buna benzer bir değerlendirme de mevcut binalarda hasarın sınırlı kalması amacıyla yapılabilir.

Ayrıntılı inceleme yöntemi mevcut bir binada uygulanabilecek en kapsamlı değerlendirme yöntemidir. Deprem Yönetmeliği Taslağı’nda ayrıntılı inceleme tanımlanmıştır. Tüm binanın incelendiği bu değerlendirme yönteminde, binanın tüm taşıyıcı sistem rölevesinin çık-

rilması ve beton ve donatı konusunda ayrıntılı bilgi toplanılması öngörülmektedir. Bu konuda Deprem Yönetmelik Taslağı'nda iki yöntem tanımlanmıştır. Bunların biri kuvvet esasına dayanırken, diğeri yerdeğiştirme esasına dayanmaktadır. Bunlardan kuvvet esaslı olan yöntem depremde oluşması beklenen etkiye eşdeğer kabul edilen yüklerin kesitlerde oluşturduğu talebin bulunarak kesit kapasitesi ile karşılanması şeklindedir. Binanın özelliklerine bağlı olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi olarak uygulaması yapılabilir. Taşıyıcı sistemin elastik ötesi davranışını gözönüne alan deprem yükü azaltma katsayısı, tüm taşıyıcı sistem esas alınarak kullanılabilir gibi, eleman esas alınarak da kullanılabilir. Doğrusal olmayan davranış sadece deprem yükü azaltma katsayısı ile gözönüne alındığı için, genel olarak değerlendirmenin hesap adımları doğrusal olarak kabul edilebilir. Yerdeğiştirme esasına dayanan yöntemde ise, deprem etkisinin taşıyıcı sistemden beklediği yerdeğiştirmesi talebinin mevcut olup olmadığının kontrol edilmesi olarak verilebilir. Yöntemin uygulamasında taşıyıcı sistemin elastik ötesi davranışı tamamen hesaba yansdığı için, doğrusal olmayan bir hesap yöntemidir ve binanın özelliklerine bağlı olarak tek veya çok mod gözönüne alınarak kullanılabilir.

Daha önce sözü edilen belirsizlikler (taşıyıcı sistem rölevesindeki, beton ve donatı konusundaki ve taşıyıcı sistemin analitik çözüm ve kabullerdeki yaklaşıklık veya belirsizlik gibi) ayrıntılı inceleme yönteminde de azalarak ortaya çıkacaktır. Tekil bina esaslı inceleme yapıldığı için, sonuçların yaklaşımı diğer yöntemlere göre çok daha iyi olacaktır. Buna karşılık uzun zaman ve daha fazla emek gerekli olacaktır. Bu yöntemi kullanma alanı ikinci kademe yönteminin yaklaşımının iyileştirilmesi yanında, toplumsal önemli binaların değerlendirilmesi olarak verilebilir.

Değişik kapsamdaki değerlendirme yöntemlerinin kullanılmasında ve yaygınlaştırılmasında özen gösterilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibi verilebilir:

- a. Her değerlendirme grubunun bitirilmesinden sonra bulunan sonuçlar elde geçirilerek, kullanılan yöntem gözden geçirilmeli ve yaklaşımı iyileştirecek değişiklikler yapılmalıdır.
- b. Değerlendirmenin bir amaç olmadığı ve araç olduğu hatırlanmalı ve pratik faydası alınmayan değerlendirme faaliyetinin boşuna emek, zaman ve kaynak israfı olduğu unutulmalıdır.
- c. Değerlendirme yöntemlerinin yaygınlaştırılması, örneğin bütün İstanbul'a uygulanması, hiç bir zaman tek bir adımda yapılmamalı, ilçe esasına dayanan değerlendirmeler yapılmalı ve her ilçe değerlendirmesinden sonra, kullanılan yöntemi yaklaşıklığı ve pratik sonuçları tartışıldıktan sonra diğer bir ilçeye uygulamasına geçilmelidir.

Sözlerimi, yeni yapılara gösterilecek özenin çok kıymetli olduğunu tekrarlayarak bitiriyorum.

Sabrınız ve dikkatiniz için teşekkür ediyorum.



Prof. Dr. ZEKERİYA POLAT

(Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Öğretim Üyesi)-

Değerli Misafirler, Hocalarım, Değerli Meslektaşlarım; sözlerime başlarken ben de hepinizi saygıyla selamlarım.

Benim işim biraz kolaylaştı, son konuşmacılardan biri olmanın faydalarından biri bu herhalde, tabii zor tarafları da vardır. Benden önce konuşan meslektaşlarımdan Sayın Küçük dahil, benim bahsetmek istediğim konulara kısmen değindiler. Son olarak da Zekai Hocamız, neredeyse bana hiçbir şey bırakmadı. Yalnız, bazı noktaları belki vurgulayabileceğim, onun için için mümkün olduğu kadar kısa tutmaya çalışacağım.

Kentsel yapı performansının belirlenmesi ihtiyacı konusunda bir ilavem olsun müsaade ederseniz. Problemin büyüklüğünü Sayın Celep vurguladı, çok büyük bir problemle karşı karşıyayız. Bildiğimiz, alıştığımız klasik yöntemlerle, ayrıntılı yöntemlerle, şimdiye kadar uyguladığımız, bina güçlendirmesinde de kullandığımız yöntemlerle bu binaların hepsini tek tek inceleyip, tabii deprem düzeyini de dikkate alarak “bu bina güvensizdir, bu bina güvenlidir” demek için ne vaktimiz var, ne paramız var, ne gücümüz var. Öyleyse önemli olan, deprem de geliyor, fazla da vaktimiz yok, sıkışık durumdayız, alabileceğimiz birtakım stratejik kararlar var. Bunların başında, her şeyden önce muhtemel can kaybını en aza indirmek ihtiyacımız var.

Can kayıplarının başlıca nedenlerinden birisi, hatta belki de başlıca nedeni, bina yıkılmaları. İstatistikler gösteriyor ki, Türkiye ortamında can kayıplarının yüzde 90’ı bina yıkılmaları nedeniyle meydana geliyor; başka nedenlerle de ölüm oluyor, ama bina yıkılmaları nedeniyle oluyor. Tabii bazı istisnai hallerde, mesela yangın hali vesaire öne çıkabiliyor, ama ortalamalar böyle. Ayrıca bina yıkılmalarını da klasifiye edecek olursak, sınıflayacak olursak, bunların da en az yüzde 70’e yakını, yüzde 67 civarındaki kısmı, toplam bina yıkılmalarında, meşhur deyimimle yassı kadayıf türü bina yıkılmalarında meydana geliyor. Öyleyse biz, muhtemelen toplam olarak göçmesi söz konusu olabilecek binaları bir şekilde eleyebilesek, onları bir şekilde ya yenileyerek ya güçlendirerek bu riski taşır halden kurtarabilesek, büyük ölçüde can kaybını önleyebileceğiz. Burada çok büyük bir potansiyel var, bu potansiyel kullanılmaya çalışılıyor, bu yaklaşımların temel nedeni de bu.

Bir konuyu daha vurgulamak istiyorum: Çarpık yapılaşmanın birçok nedeni var; bunun bir nedeni de, deprem tehlikesi yeterince ciddiye alınmıyor maalesef. Bunun görünür kanıtlarını görüyoruz, her gün yaşıyoruz. Gerek yerel yönetimler, gerek merkezi idare, İstanbul’un karşı karşıya bulunduğu deprem tehlikesiyle kabili kıyas olmayan sıradan yapılara, sıradan altyapılara çok daha fazla kaynak ayırabiliyor. Örnek olsun diye söylüyorum; İstanbul Mastır Planı’na ayrılan kaynak, sıradan bir üstgeçit köprüsüne veya üstgeçit yapısına ayrılan kaynağın çok çok altındadır. Halbuki İstanbul Mastır Planı çalışmasının yapılması veya bu anlamda bilimsel ve uygulamaya yönelik bilimsel altlıklı çalışmalara ağırlık verilmesi, sonuçları itibariyle, etkisi itibariyle belki hiçbir şekilde kıyaslanamayacak kadar önemli bir iş. Yani mesele, sadece kaynak bulunmaması meselesi değil demek istiyorum.

Bir diğer durum, -gerçi bu biraz tekrar olacak, ama- yapısal dokümanlara güvenemiyoruz. Elimizde her yapıyla tapusundan tutun, projesine varıncaya kadar birtakım yazılı dokümanlar var, kayıtlar var, ama bu kayıtlara güvenemiyoruz. Niye güvenemiyoruz? Bir defa her yapının projesi bulunmuyor. İkincisi, projesinin bulunduğu iddia edilen yapıların çok önemli bir kısmı, ibraz edilen projeye göre inşa edilmemiştir. Bu, birçok vakayla, özellikle de bizim bu uygulama projesi, Zeytinburnu Projesi'yle de çok acı bir şekilde gözler önüne serilmiştir. Zeytinburnu'nun uygulama alanı seçilmesinin temel nedeni, işin başından beri içinde olduğum için söylüyorum, açıkça itiraf edeyim, Zeytinburnu Belediyesi, "benim bütün yapılarımın projesi var, arşivim hazır, burada uygulama yapmak çok daha basit olacak" dediği için, bize cazip görüldüğü için yahut tercih yapmak durumunda olan yönetimdekilere cazip görüldüğü için yapılmış bir tercihtir. Riskin büyük olması ayrı bir şey, tabii o da bir tercih nedeni, ama o ayrı bir şey.

Sonra sıra uygulamaya geldiğinde, yine uygulamada zaman sıkışıklığı dolayısıyla "mümkün olduğu kadar bütün yapıları temsil eden örnekler seçelim, ama bunlar da tesadüfen projeli yapılar olursa işimize gelir" diye açıkçası, çok da geçerli olmayan bir şey, ama belki ürettiğimiz bilgilere daha çok güvenmek istediğimiz için, böyle bir yaklaşım yaptık. Projeli denilen yapılardan örnekler seçtik, "hadi gidelim, kontrol edelim" dedik; sahaya çıkıldı, 60 küsur bina kontrol edildi. Bir tanesi iyi kötü benziyor, bütün bunların projesi var, anlı şanlı mühendisler tarafından da yapılmış, mimarlar tarafından imzalanmış projeler. Bir tanesi şöyle böyle benziyor, onun da mesela kolon numaralarına kadar tutuyor da, kolonlar değişik yönlerde kullanılmış, kesitleri farklı vesaire... Böyle olunca, ister istemez yapı dokümanlarına olan güveniniz tamamen ortadan kalkıyor. Böyle olunca da her şeyden önce bu yapıları mas olarak değerlendirebilmek için güvenilebileceğiniz birtakım bilgilere ihtiyaç var. Zaman da sıkışık, problem de büyük, ne yapacaksınız? Mecburen birtakım eliminasyon yöntemlerine başvuracaksınız. İşte kademeli değerlendirme dediğimiz şey de tam da budur.

Bu konu, İstanbul Mastır Planı çalışmaları esnasında birçok çalışma toplantısında uzun uzun konuşuldu. Dünyada mevcut bu tür değerlendirme sistemleri gözden geçirildi, Hazus Programı dahi. O da birtakım hasar olasılık eğrilerinin bölgelere belirlenmesi ihtiyacı içeriyordu. Diğer, Japon indeks yöntemi olsun, bizim arkadaşlarımız tarafından vaktiyle lokal olarak da olsa, az sayıda da olsa, kullanılmış şeyler olsun, ATC tarafından verilmiş yöntemler olsun, hiçbirinin doğrudan doğruya İstanbul'a uygulanamayacağı, mutlaka bunların yerel ölçekte birtakım çalışmalarla o bölgeye adapte edilmesi gerektiği, birtakım parametrelerin belirlenmesi gerektiği, yerel parametrelerin belirlenmesi gerektiği sonucunu doğurmuştur. Bu yüzden zaten İstanbul Mastır Planı'nda öngörülen çok sayıda değerlendirme yöntemi, hemen hepsi de şu kayıtlar yer almıştır: *"Bu değerlendirme yöntemi, bunun teorik yapısı bu yahut pratik yapısı bu, ama mutlaka bunun bir lokal değerlendirmeye korele edilmesi lazım, birtakım katsayılarının belirlenmesi lazım"* denilmişti. Bu yüzden Zeytinburnu Uygulama Projesi ortaya çıkmıştır.

Kademeli değerlendirmede başlangıçta 3 aşama öngörüldü, halihazırda da çoğu yaklaşımlar bu şekilde. Bunlardan bir tanesini bütün ayrıntısıyla Zekai Hoca, aşağı yukarı sözle de olsa, anlattı. Bu Japon sismik indeks yönteminin Türkiye'ye adaptasyonu, İstanbul'a adaptasyonu denilebilir, bu bağlamda bir hayli çalışma var, bir hayli de ilerlenmiş oluyor, güvenilir bir yöntem olarak gözüküyor, kendi cinsleri arasında tabii. Bu kademeli yöntemin birinci adı-

mi, öncelikleri belirlemek için yapılan, sadece yapıları dışarıdan gözleyerek belirleyebileceğimiz birtakım yapısal parametrelere dayanarak, “bu yapı daha risklidir, bu yapı daha az risklidir” diyebileceğimiz bir değerlendirmeye altlık oluşturacak bilgileri toplamaya dayanan bir değerlendirme biçimi. Burada çok yanlışla olabilir, ama isabet şansı ortalamanın üzerinde de olabilir. Burada bu değerlendirmede kasıt, bu kademede kasıt, bu incelemeyi yaparken falanca ilçeye mi, filanca ilçeye mi veya falanca mahalleye mi yahut B mahallesine mi, A mahallesine mi öncelik verelim, buna karar verebilmektedir. Bu anlamda, aslında İstanbul’da JICA, İstanbul Büyükşehir Belediyesi çalışması yapılmıştır. Bu, birinci kademe değerlendirme olarak alınabilir. Birinci kademede belki biraz daha ayrıntı söz konusu olabilir, ama İstanbul’un öncelikle ele alınması gereken ilçeleri, en azından ilçe bazında bellidir. Zaten bu da her zaman sözü edildiği gibi, her birimizin neredeyse ezberlediği 10 ilçe, Zeytinburnu sadece bunlardan biridir.

Aslında İstanbul Deprem Master Planı’nda öngörülen amaç, yıkılma ihtimali olan binaları belirleyebilmek. Daha doğrusu “*şu bina yıkılır, bu binayı dikkatle incelemek lazım*” diyebileceğimiz binaları bir tarafa ayıralım; bunun için her şeyden önce birtakım güvenebildiğimiz, daha güvenebildiğimiz yapısal parametrelere ihtiyacımız var. Nedir onlar? Bina içerisine girelim, en azından bir yapısal ve mimari rölevesini alalım, bu mümkün olduğu kadar çok katta olsun; kritik katta olsun, bu da zaman alıyor. Ne olsun; kritik katta olsun. Kritik kat diye bir şey tanımlanmış. Çoğu kere kritik kat, yapının en zayıf katı anlamındadır ve zemin katlarla üst üste düşer. Bu toplanan bilgilerle, basitleştirilmiş statik hesaplarla ve ister dayanım yaklaşımı olsun, ister öteleme yaklaşımı, deplasman yaklaşımı olsun, birtakım analitik yöntemlerle puanlandırılması ve bir sıralama yapılması ve bu sıralamada zayıf gözüken diyelim ki, yüzde 30’un, yüzde 20’nin ayrıntılı olarak incelemeye alınması, yıkılma ihtimali yüksek olan binaların ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu ikinci kademe incelemenin bir diğer önemi de, yıkılma ihtimali olan binaların arazide dağılımının yoğunlaştığı bölgeleri tespit etmek. Mesela burada bir örneğini gördüğümüz herhangi bir şey diye düşünelim; şu mahallede kırmızılar yoğunlukta, yani düşük puanlı binalar yoğunlaşıyor. Bu mahalle başka saiklerle, başka nedenlerle, gerekçelerle kentsel rehabilitasyona tabi tutulacaksa, karar da veremiyorsak bunun için, mühendislik parametrelerine de bir bakalım demişsek, onun için bir veri teşkil edecek şekilde, “*Tamam, mühendis incelemeleri de gösteriyor ki, buradaki binaların birçoğunun yenilenmesi ihtiyacı var veya ayrıntılı incelenmesi ihtiyacı var. Burayı da başka sebeplerle kentsel rehabilitasyona tabi tutmak istiyoruz, öyleyse tereddüt etmeyelim, burayı kentsel rehabilitasyona tabi tutalım*” diyebilmek için kullanılabilir.

Bir diğeri de, diyelim ki çok az kırmızı binaların olduğu bölgeler var, diyelim ki burası bir sanayi bölgesi; çok iyi binaların yanında çok kötü gözüken binalar var. O zaman burada mesela “*bu binaları ya yenileyelim ya da bunları güçlendirelim*” diyebileceğimiz bir yaklaşım yapılabilir. Bunu da gösterir bu dağılım ve bu kırmızılardığımız binaları ayrıntılı incelemeye tabi tutarız ki, bu da üçüncü kademesini teşkil ediyor. Yani bir bakıma ikinci kademe inceleme, yıkılma ihtimali olan binaların dağılımını belirlemekten ibaret. Hata olmaz mı; hocamız da belirti, elbette olur. Ancak isabet şansı da oldukça yüksek bir değerlendirme biçimidir, çünkü oldukça güvenilir, oldukça yerinde tespit edilmiş birtakım parametrelere dayanmaktadır.



Bu konular oldukça ayrıntılı olarak arkadaşlar tarafından verildi, bunları geçeyim. Belki ağır çıkmayla kastedilen nedir, onu görmek bakımından, puanlandırma tekniklerini görmek bakımından bazı şeyler üzerinde durulabilir. Asıl bu yaptığımız İstanbul Deprem Master Planı, yani Zeytinburnu Pilot Projesi'yle elde edilen sonuçlardan çıkarabileceğimiz daha iyi, daha zaman kazandırıcı, daha güvenilir birtakım çıkarsamalar var mıdır, onlar üzerinde durmak istiyorum. Yaptığımız çalışmalarda, arazide data toplamak bakımından, sahadan data toplamak bakımından en zaman alıcı şey, yapısal ve mimari rölevelerin yapılması problemi, sonra da o rölevelerin yapısal değerlendirme şeylerine bilgi olarak aktarılmasıydı. Bu çalışmalar gösterdi ki, her şeyden önce gelişen teknoloji ve teknikler, rölevelerin eskiden olduğu gibi çok zor olmadığını, çok daha kısa zamanda, çok daha kolaylıkla yapılabilir hale geldiğini gösteriyor. Yani vaktiyle bir günde yaptığımız şeyleri teknolojiyi kullanarak, tekniği kullanarak birkaç saate indirme imkânı var, bu mümkün. Bu bize birtakım yeni yaklaşımlar ilham ediyor yahut yeni yaklaşımlar yapmayı ilham ediyor. İkincisi, bir kere röleveyi dijital ortamda çizdiğiniz zaman yahut bu röleve bilgilerini belli bir sistematiğe dijital ortamda topladığınız zaman, bunları analitik hesaplarınıza aktarmak için özel bir zaman harcamaya ihtiyacınız kalmıyor. Her şeyi neticede bilgisayar ortamında saniyelerle yahut dakikalarla sınırlı süreye sığdırma yahut saatlerle neyse, bir zamana sığdırma imkânınız oluyor.

Öbür tarafta, ikinci kademe çalışmaların sonuçlarına da çok fazla da güvenemiyorsunuz, yani neticede birtakım hatalarınız olabileceği aşikâr; çünkü sadece kalıp bilgilerine, duvar bilgilerine vesaire yahut görünür kalitesine bağlı olarak belirlediğiniz zaman, elbette belirli bir risk de taşıyorsunuz, güvenilirliğiniz biraz daha az. Öyleyse acaba ikinci kademe çalışma yapılırken, yani bina içerisinde bilgi toplanırken, bir kritik kat yerine, madem ki bu işler bi-

raz daha kolaylaştı, teknik ve teknoloji kullanabiliyoruz, iki katın, mesela kötü katla birlikte bir normal katın -çünkü normal kat genellikle tekrar ediliyor- hiç değilse normal katın rölevesi yapılırsa ve onun verdiği taşıyıcı sistem bilgileri ve bunun yanı sıra da olabildiğince güvenilir malzeme bilgileri, yani ne bileyim, mesela birer karot alınarak da olsa, yapıyı temsil edebilecek, ne düşündüğünü, malzeme dayanım bilgilerini oraya aktarabildiğimizde yapabileceğimiz analitik yaklaşımlar biraz daha hassasiyet kazanıyor. O zaman acaba ikinci kademeye üçüncü kademenin, hatta birinci kademede JICA Projesiyle öncelikler belli olduğuna göre, yapılması ihtiyacı da olmayabilir. Bu her yöntem için geçerli değil tabii, genelde konuşuyorum. Tek bir kademeye, ama doğru dürüst bilgi toplanarak, epeyce bilgi toplama; bir tek kademeye yapılarımız hakkında, en azından yıkılacak yapılarımız hakkında, yıkılması söz konusu olan yapılarımız hakkında, güçlendirilmesi gereken yapılarımız hakkında veya o kırmızıya boyadığımız, gösterdiğimiz plandaki yapılarımız hakkında daha kesin bilgiyi veremez miyiz? Bize öyle gözüküyor ki, bu tecrübelerden sonra, bunca incelemeden sonra bu mümkün.

Bunu arkadaşlarımız uzun süredir dile getiriyorlar; Zeytinburnu, mühendislik incelemelerinin bize kazandırdığı önemli bir kazanım diye düşünüyorum, en azından şu anda tartışılıyor, muhtemelen kabul de görecektir veya bir başka uygulamadan sonra belki bu uygulamaya gelinecektir diye düşünüyorum. Sabrınız için teşekkür ederim.

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



İSTANBUL'DAKİ KÖPRÜLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

1.GİRİŞ

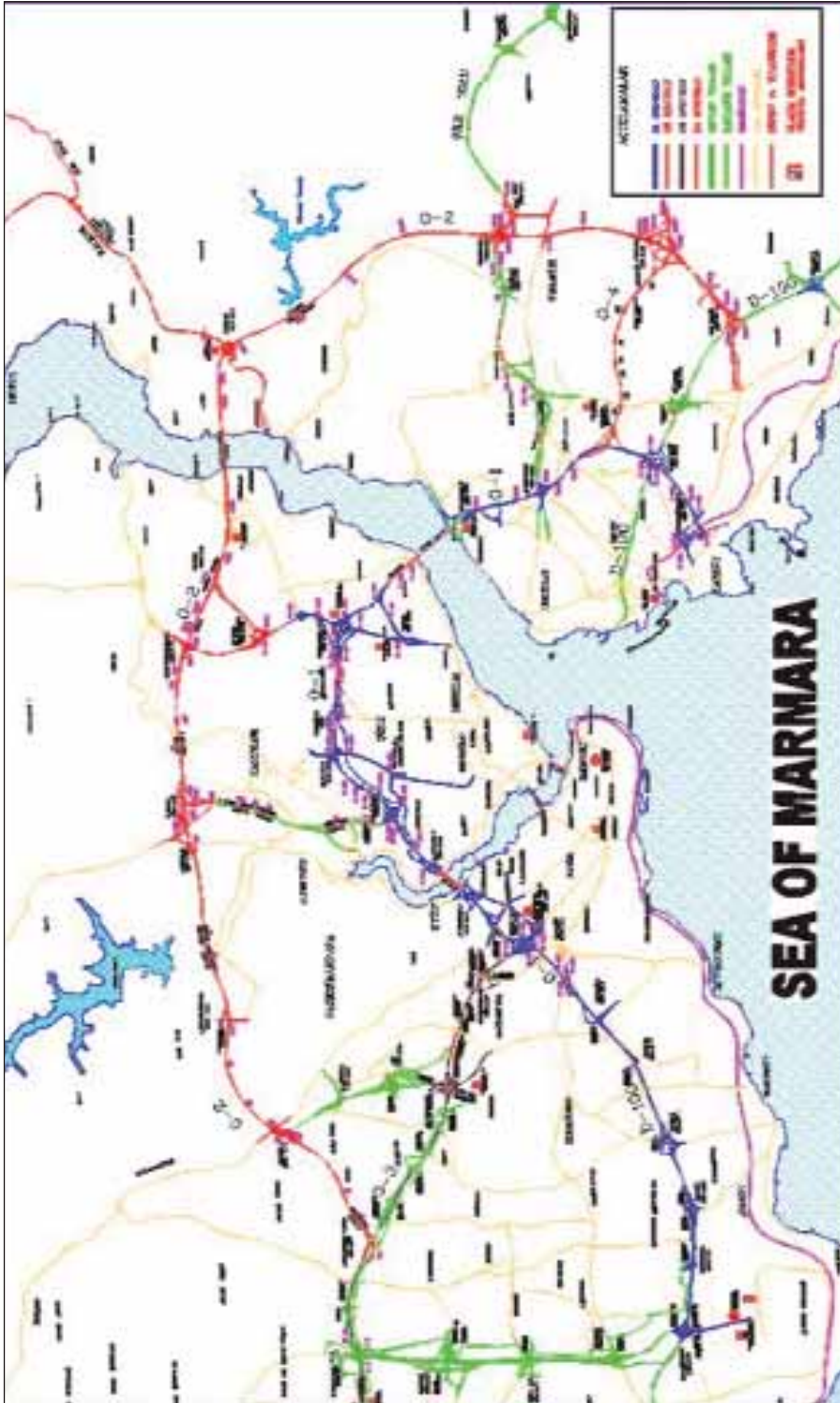
İstanbul, Asya ile Avrupa kıtalarının birleştiği Boğaziçi üzerine kurulmuş, Türkiye'nin ticari merkezi niteliğinde olan Marmara Bölgesi'nde yer alan bir şehirdir. Doğu-batı yönünde uzanan otoyollar iki kıtayı ve dolayısı ile İstanbul'u birbirine bağlamaktadır. Bu otoyollar Avrupa ile orta doğu ülkeleri 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 depremde 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

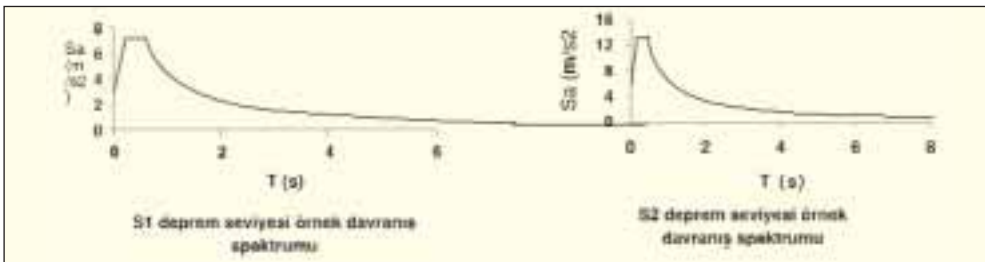
Tablo 2: Asma Köprülerin hedeflenen performans seviyeleri

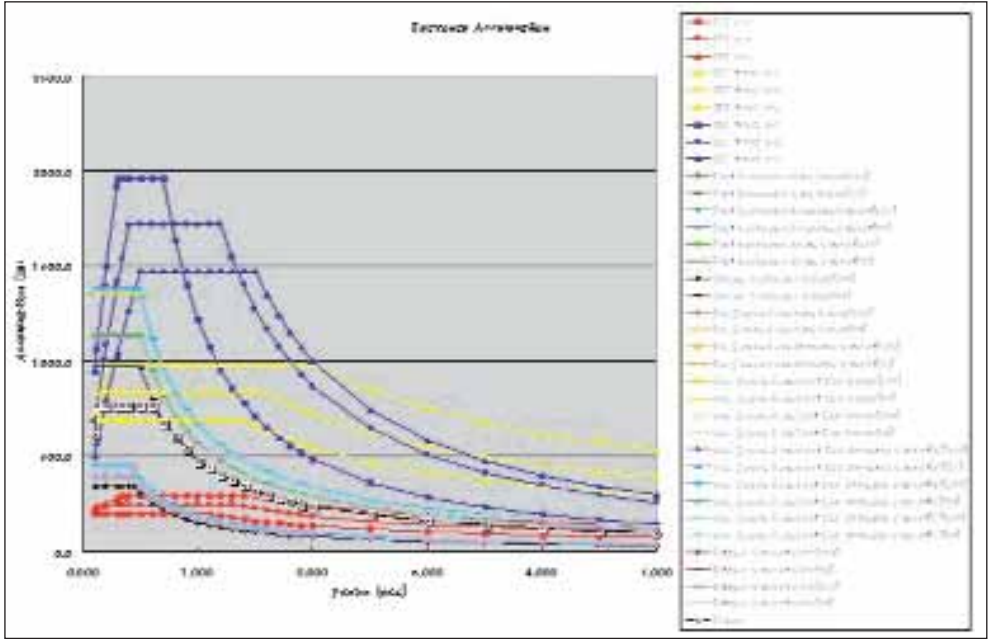
Deprem güçlendirme tasarımlarında kullanılacak deprem yer hareketi dizayn kriterlerinde iki deprem seviyesi (iki kademeli deprem) esas alınmıştır (**Şekil 2,3**). Birinci kademede deprem olarak köprünün kullanım ömründe olma olasılığı yüksek olan deprem ikinci kademede deprem olarak büyük magnitudlü 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 güçlendirerek 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 görülebilirlik 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 Üstgeçit Köprüsü
 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: Sağmacılar 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**).

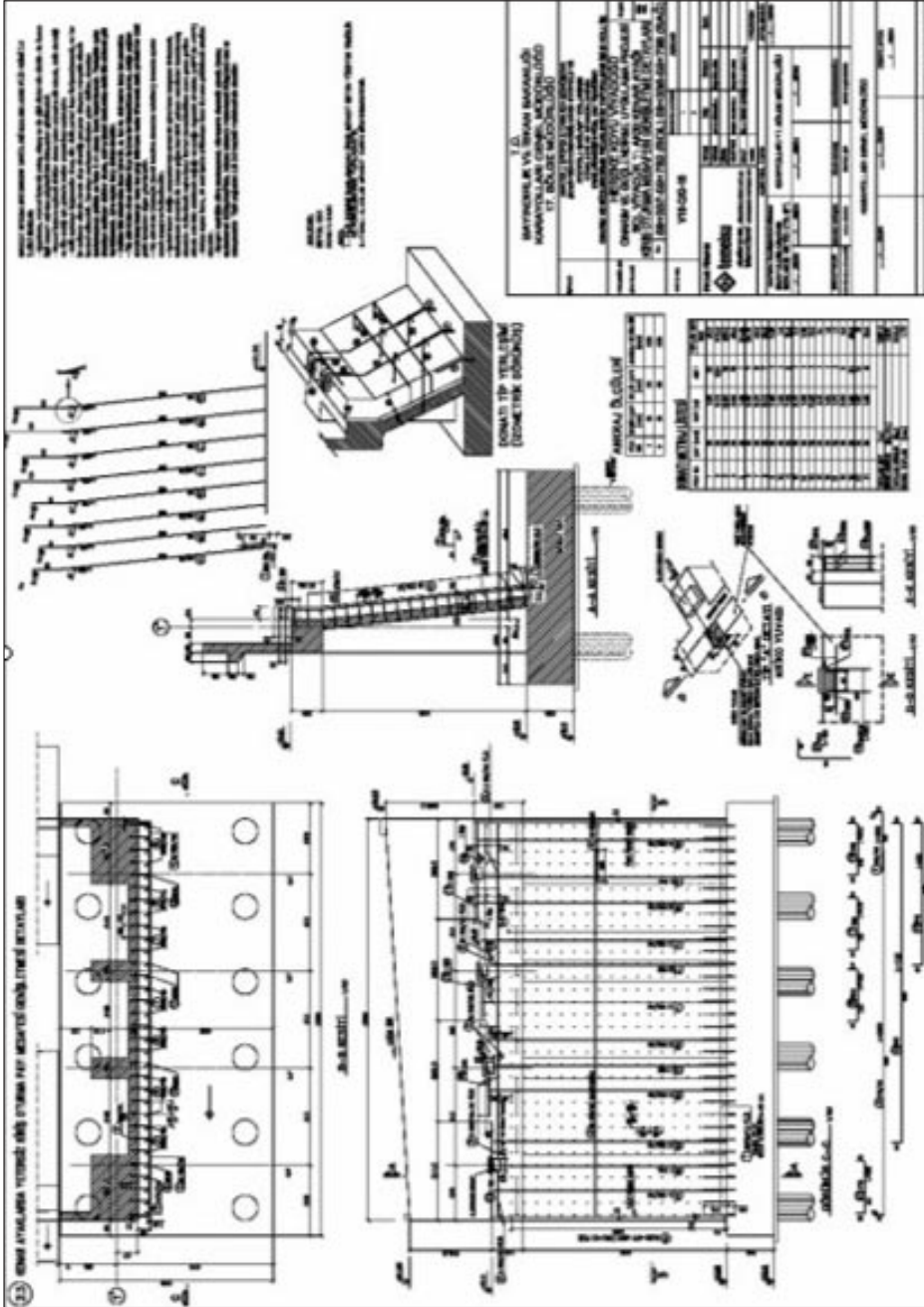
2. Çevre yolu ile O-3 ve O-4 otoyolları üzerindeki öңçekim-öңgerilmeli beton trapez kirişlerden ve yerinde döküm tabliye ile perde tipi orta ayaklardan oluşan köprülerde ise kiriş oturma payı yetersizlikleri ile orta ayak deprem takozu eksiklikleri ortaya çıkmıştır. Bu tip köprülerde, örneğin Mahmutbey 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 ayrı 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 karşılaşılmış 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-



Şekil 5: Hazırlanmış deprem güçlendirme proje paftalarından örnek

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