

UZUN YILLAR OYULMAYA MARUZ KALAN BİR NEHİR KÖPRÜSÜNÜN SİSMİK DAVRANIŞINDAKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

Ulaşım ağının en önemli bileşenlerinden olan köprülerin olası bir deprem durumunda işlevini koruması arama kurtarma çalışmalarının devamlılığı ve etkinliği için hayati önem taşımaktadır. Günümüz Türkiye'sinde hali hazırda kullanılan köprülerin arazi çalışmalarıyla periyodik kontrollerinin yapıldığı ve gereken hallerde yapısal performanslarının değerlendirildiği mevcut bir program veya denetim sistemi bulunmamaktadır. Özellikle nehir köprüleri gibi birden fazla afete (deprem ve taşkın gibi) aynı anda maruz kalma riskine sahip köprüler için bu konu oldukça kritiktir. Zonguldak'ta, 61 yıllık Çaycuma Köprüsü'nün 2012 yılında sık görülen olağan bir taşkın esnasında yıkılması da konunun önemini göstermektedir. Bu çalışma kapsamında -konuyu örneklemek amacıyla- Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen bir inceleme programı kapsamında oyulmaya maruz kaldığı gözlemlenen Bahçeli Köprüsü'nün yapısının sismik davranışındaki değişiklikler incelenmiştir.

Oyulma; köprü kenar ayak ve/veya orta ayakların temelleri etrafında taşkından kaynaklanan toprak erozyonu olarak tanımlanabilir. Yapısal açıdan ele alındığında, oyulma ayak rijitliklerinin değişmesine; yanal desteğin azalarak kaybolmasına sebep olduğundan köprünün deprem performansını doğrudan etkilemekte ve değiştirmektedir. Bu çalışmada incelenen Bahçeli Köprüsü; Çanakkale il sınırında Lapseki – Biga karayolunda Bahçeli Çay'ını geçmek amacıyla 1957 yılında inşa edilmiştir. İnşaatından 6 yıl sonra hazırlanmış bilgi formunda gözle görülen kolon yüksekliği 4.5m olarak not edilmiştir. Ancak 50 yılı aşkın zaman sonra yerinde yapılan röleve çalışmalarında gözle görülen kolon yüksekliği 10m olarak ölçülmüştür. Hem bu bilgi, hem de kolonun ilk 4.5 metresinden sonra dış yüzeyinde fark edilen renk değişikliği köprünün orta ayaklarının oyulmaya maruz kaldığını göstermektedir. Köprü bilgi formuna göre; kolon yüksekliği 20 metredir ve bunun 15.5 metresi zemine soketlenmiştir. Ancak oyulma sonucunda kolonun 5.5 metresi daha ortaya çıkmıştır. Serbest kolon yüksekliğindeki bu değişiklik kolonların bazılarında burkulma ve yer değiştirme gibi gözle görülür lokal deformasyonlara neden olmuştur. Bunun yanı sıra köprünün sismik davranışını da değiştireceği oldukça açıktır.

Köprü yapısının üç boyutlu analitik modeli çubuk elemanlar ile SAP2000 yapısal analiz programında oluşturulmuştur ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan bir dizi analizler yapılmıştır. Oyulma etkilerini gözlemlemek amacıyla zemin yapı etkileşimi doğrusal olmayan yaylar yardımı ile modellenip (p-y) rijitlik eğrileri Caltrans (2013)'e göre oluşturulmuştur. Her bir oyulma aşamasında ilgili derinlikteki yaylar sistemden kaldırılmıştır. Köprünün inşa edildiği zamanki gözle görülür kolon yüksekliği 4.5 metre olup buna göre hazırlanan model 'Sıfır Oyulma' adını almıştır. Her bir adımda 0.5 metre daha oyulma olduğu varsayımıyla son adımda 5.5 metre oyulmanın gözlemlendiği toplam 12 adet model hazırlanmıştır. Her bir modelde 7'şer adet iki bileşenli kuvvetli yer hareketi etkisi altında; toplamda 84 tane zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar temel olarak 2 parametre üzerinden değerlendirilmiştir. İlki, köprü üstyapısının boyuna ve enine yöndeki yer değiştirmeleridir. İkincisi de üç orta ayağın her birinde asal yönlerdeki kesme talebidir.

Sonuçlar özetlenecek olursa; köprü hakim titreşim periyodu oyulma olmadan önce 0.73 saniye iken son durumda 1.06 saniyeye ulaşmaktadır. Kolonların serbest yüksekliğinin artması sonucunda rijitliğinin azalması ile birlikte periyotlarının uzamasıyla orta ayak kesme taleplerinin azaldığı gözlenmiştir. Ancak köprü üstyapısının yer değiştirmesi oyulma sonucunda neredeyse iki katına çıkmıştır. Bu da özellikle PGV değeri yüksek bir depreme maruz kalması halinde ciddi hasar görebileceğini göstermektedir.

Bu çalışma, köprülerin hizmet süreleri boyunca yaşayabilecekleri fiziksel değişikliklerin onların sismik davranışlarında yarattığı etkinin mertebesini gerçek bir örnek üzerinden göstermek ve bu konuda farkındalık yaratmak amacıyla yapılmış olup derinlemesine araştırmalara ve saha gözlemlerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır.