

Türkiye’deki Tipik Karayolu Köprülerinin Analitik Kırılma Eğrileri

Özgür Avşar¹, Ahmet Yakut² ve Alp Caner³

¹ Yrd. Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir, ozguravsar@anadolu.edu.tr

² Profesör, İnşaat Müh. Bölümü, ODTÜ, Ankara, ayakut@metu.edu.tr

³ Doç. Dr., İnşaat Müh. Bölümü, ODTÜ, Ankara, acaner@metu.edu.tr

ÖZET:

Geçmişte büyük kayıp ve zarara neden olmuş depremler karayolu ağının hasar görebilirliği en fazla olan parçasının köprüler olduğunu göstermiştir ve dolayısıyla köprü hasarından dolayı meydana gelebilecek riskin azaltılmasının gerekliliğini gün yüzüne çıkarmıştır. Deprem Tehlike Bölgeleri Haritası’na bakıldığında Türkiye’nin büyük bir kısmının yüksek sismik tehlikeye maruz kalabileceği görülmektedir. Meydana gelebilecek büyük depremler neticesinde oluşacak zararın azaltılması için köprülerin hasar görebilirliği ve buldukları yerin sismik tehlikesi belirlenerek sismik risk analizleri gerçekleştirilmektedir. Köprü hasar görebilirliği kırılma eğrileri ile belirlenebilir. Bu ihtimal eğrileri, belirli bir deprem şiddet seviyesinde köprünün önceden belirlenmiş hasar seviyesine ulaşma ya da aşılma olasılığını verir.

Bu çalışmada, 90’lı yıllardan sonra Türkiye’de yapılmış tipik karayolu köprülerinin hasar görebilirliğinin belirlenmesinde kullanılacak kırılma eğrileri analitik yöntemle elde edilmiştir. Bu köprülerin üstyapısı öngerilmeli betonarme kirişler ve yerinde dökme betonarme döşemeden oluşmaktadır. Altyapıyı oluşturan diğer bütün köprü bileşenleri yerinde dökme betonarmedir. Öncelikle yapısal özelliklerine göre sınıflandırma yapılarak köprü tipleri belirlenmiş ve daha sonra yapısal değişkenliği hesaba katabilmek için köprü örnekleri oluşturulmuştur. Köprü sınıflandırılması yapılırken 3 önemli köprü parametresi dikkate alınmıştır. Açıklık adedi, verevlik açısı ve orta ayak kolon adedi olarak belirlenen bu parametreler geçmiş deprem tecrübelerine dayanarak köprünün sismik davranışına en çok etki eden parametrelere olarak değerlendirilmiştir.

Her bir köprünün kapsamlı üç boyutlu analitik modeli oluşturulmuş ve farklı seviyelerde hasar yaratacak deprem yer hareketleri altında zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri yapılmıştır. Oluşturulan her bir köprü örneğinin 3-boyutlu detaylı analitik modeli ve analizler OpenSees programıyla gerçekleştirilmiştir. Köprüyü oluşturan tüm bileşenlerin sismik etki altında gerçek davranışını belirleyebilmek için her bir köprü bileşeni için en uygun analitik modelleme gerçekleştirilmiştir. Köprü bileşenlerinin sismik davranışlarının belirlenmesinde ve eleman kapasiteleri kullanılarak tayin edilen hasar sınır değerlerinin hesaplanmasında bir takım yapısal istem parametreleri kullanılmıştır. Kolon ve başlık kirişinin eğrilik istemleri ve kesme istemleri ile üstyapı yer değiştirmesi mühendislik istem parametreleri olarak kullanılmıştır.

Elde edilecek analitik kırılma eğrileri belirlenen her bir hasar sınır durumunun farklı sismik şiddet seviyeleri için aşılma olasılığını verir. Belirli bir hasarın sınır durumu köprünün belirlenen performans seviyesini sağlayabildiği limit hasar durumudur. Bu çalışmada Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)’de tanımlanmış 3 hasar sınır durumu köprüler için de kullanılmıştır. Bunlar sırayla Minimum Hasar Sınırı, Güvenlik Sınırı ve Göçme Sınırı’dır. Her bir köprü tipi ve seçilen her bir yer hareketi için, belirlenen hasar sınır durumunun aşılma olasılığı hesaplanmıştır. Hesaplanan olasılık değerleri, yer hareketlerinin seçilen sismik şiddet ölçütüne göre dağılımı kullanılarak her bir köprü tipi için kırılma eğrileri elde edilmiştir. En büyük yer ivmesi, en büyük yer hızı ve köprülerin etkin olduğu peryot aralığında mukabale spektrumu altında kalan alan, sismik şiddet ölçütleri olarak kullanılmıştır. Diğer köprü tipleriyle kıyaslandığında, verev ve tek kolonlu köprülerin hasar görebilirliğinin daha fazla olduğu görülmüştür. Elde edilen kırılma eğrileri zarar azaltma amaçlı sismik risk değerlendirme paket uygulamalarında kullanılabilirler.

Anahtar Kelimeler: Karayolu Köprüsü, Hasar Görebilirlik, Kırılma Eğrisi, Hasar Sınır Durumu, Sismik Şiddet Ölçütü