

Betonarme Çerçeve Sistemler İçin Enerji Esaslı Sismik Tasarım ve Değerlendirme Yönteminin Geliştirilmesi

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Anıl DİNDAR

Gebze Teknik Üniversitesi

Deprem tehlikesinde bulunan bölgelerde yapı tasarımına etki eden en önemli faktörlerden biri yer hareketinden kaynaklanan yanal yüklerdir. Yapıların güvenliğini sağlamak amacıyla tasarım ve değerlendirme hesaplamalarında ulusal veya uluslararası yapım yönetmelikleri dikkate alınır. Güncel yapım yönetmelikleri dayanım ve şekildeğiştirme kavramlarına göre analiz ve tasarım yöntemlerini içermektedir. Her iki yöntem de depremin yapıda oluşturduğu talep elastik tepki spektrumunun kullanımıyla elde edilmektedir. Hesaplanan deprem talepleri etkisi altında yapı elemanlarının yeterli 'dayanım' ve 'şekildeğiştirme' kapasitesine sahip olması beklenmektedir. Mevcut yöntemlerde, oluşan hasarın dayanım esaslı yaklaşımda dolaylı belirlenmesi ve şekildeğiştirme esaslı yöntemde ise en yüksek genlikli yerdeğiştirme dikkate alınarak değerlendirmenin yapılması söz konusudur. Oysaki deprem yer hareketinin yapıda oluşturduğu durum, depremin süresi ve frekans içeriğiyle yapı elemanlarının etki boyunca maruz kaldıkları hasar oluşumu ve gelişimiyle ilişkilidir. Bu ilişkinin dolaylı veya en büyük genlikli ana ait değerler olarak hesap edilmesi gerçekçi değildir. Deprem etkisini tanımlamadaki en gerçekçi yaklaşım, yapıya giren enerji ve bu enerjinin yapı içinde karşılanmasıdır. Mevcut yöntemlerin dolaylı olarak ele aldığı enerji kavramı, depreme dayanıklı yapı tasarımında hem talep hem de kapasite tanımlamalarını daha iyi açıklamaktadır. Yapı mühendisliğinde ilk olarak 1956'da önerilen enerji esaslı tasarım ve değerlendirme yaklaşımı araştırmacıların 1980'lerde ilgisini çekmiştir. Yapıların tasarım ve değerlendirilmesinde elastik ötesi hesapların araştırma konusu olduğu 1990'lu yıllarda araştırmacılar Deplasman Esaslı Tasarım (DET) ve Enerji Esaslı Tasarım (EET) alanında çalışmalar yapmıştır. Ancak, doğrusal olmayan statik itme analizinin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analize (ZTADOA) göre daha pratik olmasından dolayı DET, EET'in önüne geçmiştir. Temel olarak, hareket denge denklemi, yapının yerdeğiştirmesine göre integre edilerek 'Enerji Denge Denklemi (EDD)' elde edilmektedir. EDD'nin her iki tarafı skaler büyüklüklerden oluşmaktadır. Mühendislik hesaplarında vektörel büyüklükler daha çok dikkate alındığından enerji gibi skaler bir büyüklüğün doğrultu bilgisi içermemesi ve dolayısıyla mühendislik uygulamalarında kullanılması bugüne kadar mümkün olmamıştır. 2000'li yıllarda ZTADOA hesaplarının geliştirilmesine bağlı olarak EET giderek gündeme gelmiş ve gelecek nesil yapım yönetmeliklerinin içine alınması hedefiyle çalışmalar sürdürülmektedir. Yakın zamanda, enerji esaslı tasarım konusunda yeterli sayıda gelişme göstermesi halinde, 2030'lu yıllarda hazırlanacak olan EuroCode'ların içinde enerji esaslı tasarım ve değerlendirme yaklaşımının yer alabileceği ifade edilmiştir. Bu araştırma projesi enerji esaslı tasarım ve değerlendirme yönteminin betonarme çerçeve sistemler için geliştirilmesini içermektedir. Bu amaçla proje kapsamında ve Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre tasarlanmış bir grup yapı üzerinde ZTADOA'ler gerçekleştirilecektir. Analizlerden elde edilen sonuçlar ile yapıya giren ve tüketilen enerji talebinin betonarme çerçeve elemanlarına dağılması için bir hesap modeli oluşturulacaktır. Ardından, betonarme çerçeve elemanlar için, deneysel veriler göz önüne alınarak, enerji tüketme kapasitesi ve karşılık gelen hasar sınırlarının belirlenmesi için bir hesap modeli oluşturulacaktır. Talep ve kapasitenin enerji büyüklükleri ile ifade edilmesinin ardından, güncel yönetmeliklerle karşılaştırma yaparak, enerji esaslı tasarım ve değerlendirme yöntemi önerisinde bulunulacaktır. Projenin amaçlarına başarıyla ulaşılmasıyla uygulamada tasarım ve değerlendirme konularında uzman

mühendis ve tasarımcılar için daha pratik, tutarlı ve hassasiyet seviyesi yüksek bir analitik yaklaşım ortaya konmuş olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Betonarme Yapı Elemanlarının Davranışı, Sismik Performans Analizi, Enerji Etkin Bina Tasarımı, Betonarme Yapı Elemanları