

Betonarme Prefabrike Yapılarda İleri Teknoloji Kullanımı:

Ardgermeli Birleşimler ve Sismik Yapı Yalıtımı

Dr. Murat ŞENER

Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş

Teknik ve Teknoloji Geliştirme Müdürü

Betonarme prefabrike taşıyıcı sisteme sahip yapılarda kullanılan prefabrike çerçeve elemanlarının yüksek kalitede üretimi, üretim tesislerinde çalışan ve etkili bir kalite güvence ve kontrol sistemi kurulması durumunda kolaylıkla sağlanabilmektedir. Buna karşılık deprem hareketinin yoğun olarak yaşandığı bölgelerde prefabrike yapı elemanlarının birleşimlerinin, deprem etkileri altında oluşan iç kuvvet ve deformasyonlar altında yüksek performans göstermeleri gerekmektedir. Bu nedenle ülkemizde betonarme prefabrike taşıyıcı sistemlerin kullanımı büyük ölçüde endüstriyel türde az veya tek katlı yapılar ile sınırlı kalmıştır. Oysa dünya çapında yüksek sismik hareket gözlenen bölgelerde¹ teknolojik sistem ve cihazlar kullanılarak çok katlı ofis ve konut türünde yapıların prefabrike taşıyıcı sistemler ile inşaatı olanaklı kılınmaktadır. Yukarıda tanımlanan amaçlarla geliştirilen teknolojik sistemler arasında, prefabrike yapılarda kullanımı son yıllarda hızla yaygınlaşan ardgerme teknolojisi ile sismik yapı yalıtımı² öne çıkmaktadır.

Ardgermeli Birleşim Teknolojisi

Betonarme elemanlarda beton malzemesinin yüksek basınç dayanım kapasitesinin etkili olarak kullanılabilmesi amacıyla Öngerilme ve Ardgerme teknolojilerinin temel önerimi 1903 yılında Fransız mühendis Eugene Freyssinet tarafından ortaya konulmuştur. Yapı elemanlarına yerleştirilen yüksek dayanımlı donatılara beton dökümü öncesinde yük etkilmesi esasına dayanan "öngerilme teknolojisi" prefabrike betonarme kiriş, makas, aşık ve döşeme elemanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yerinde döküm sistemi ile yapılan betonarme bir yapıda, döküm sürecinde bırakılan boşluklardan geçirilen yüksek dayanımlı donatılara, yapı inşaatı tamamlandıktan sonra yük etkilmesi "ardgerme" işlemi olarak tanımlanmaktadır ve bu teknoloji dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Ardgerme teknolojisinin prefabrike betonarme yapı elemanlarının birleştirilmesi amacıyla kullanılması konusunda ilk önermelerden birisi Yeni Zelanda'da yapılmıştır³. Son yıllarda Japonya, A.B.D.⁴ ve Türkiye'de bu konuda yoğun çalışmalar yürütülmektedir. Yapı Merkezi Prefabrikasyon A.Ş.

¹ Örneğin Japonya, A.B.D. ve Yeni Zelanda'nın yoğun deprem hareketi gözlenen bölgelerinde

² Yaygın kullanılan İngilizce ismiyle "Seismic Base Isolation"

³ R.W.G. Blakeley, R. Park, "Seismic Resistance of Prestressed Concrete Beam-Column Assemblies", ACI Journal, Cilt 68, No. 9, 1971, sayfalar 677-692

⁴ L. Palmieri, E. Sagan, C. French, M. Kreger, "Ductile Connections for Precast Concrete Frame Systems", *Proceedings of the Mete A. Sözen Symposium*, Paper No.SP 162-13, ACI SP 162

O.D.T.Ü. ile birlikte 1999 yılında başlattığı çalışmalar ile ardgermeli bir kolon kiriş birleşimi geliştirmiş ve bu sistemi 1/1 ölçekli bir yapıda yatay yüklemeler altında denemiştir⁵. Geliştirilen sistemin hedeflenen performans düzeyinin üzerinde davranış gösterdiği belirlenmiştir. Aynı süreçte prefabrike yapılar sektörünün bir başka saygın firması Alacalı İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş. Japonya merkezli Kurosawa Construction Firması'nın Ala-Sawa Ardgermeli Birleşim Sistemi'ni Türkiye'de uygulamaya ve konuda araştırma-geliştirme çalışmaları yürütmeye başlamıştır.

Ardgermeli kolon kiriş birleşim teknolojisinin çok etkileyici bir uygulaması A.B.D. California Eyaleti, San Francisco şehrinde inşaa edilmiş olan "The Paramount" Binası'dır⁶. Birinci derece deprem bölgesinde yer alan yapı konut ve ticari amaçlı kullanılmaktadır. "The Paramount" 39 katlıdır ve 128 metre yüksekliğindedir. Toplam inşaat alanı 61380 m²'dir. Yapının taşıyıcı sistemi prefabrike betonarme çerçeve (kolon/kiriş) sistemi ile oluşturulmuştur. Bu son derece yüksek ve dolayısıyla esnek yapıda, kolon-kiriş birleşimlerinde oluşacak büyük deformasyonları güvenle taşıyabilecek ve deprem kaynaklı mekanik enerjiyi sönmümlendirebilecek özelliklere sahip bir ardgermeli birleşim sistemi kullanılmıştır. Yapıda kullanılan prefabrike taşıyıcı sistem ve prefabrike cephe elemanları proje maliyetini azaltmış, kullanılan ardgermeli birleşim sistemi ise konvansiyonel sistemlere göre daha yüksek performanslı bir yapı sistemi oluşturulmasına olanak sağlamıştır.

Sismik Yapı Yalıtımı

"Yüksek Deprem Performanslı" yapı inşaa etmenin bir başka yolu yapının sünek davranış gereksinimini azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Bu amaçla kullanılacak etkili bir teknoloji ise Sismik Yapı Yalıtımı'dır. "Sismik yalıtılmış" yapılarda yapı temeli ile üstyapısı arasına yerleştirilen özel cihazlar yardımı ile, deprem nedeniyle oluşan mekanik enerjinin temel düzeyinde "yansıtılması" ve sönmümlendirilmesi, dolayısıyla üst yapının depremden minimum oranda etkilenmesi sağlanabilmektedir. Üstyapıyı etkileyen mekanik enerji azaltıldığı için üst yapıda konvansiyonel bir yapıya oranla çok daha küçük iç kuvvetler ve deformasyonlar oluşmakta, bu nedenle üst yapıda oluşturulması gerekli olan süneklik düzeyi önemli ölçüde azalmaktadır⁷. 1980'li yıllardan günümüze, dünya çapında yaklaşık 4000 bina ve köprü projesinde Sismik Yapı Yalıtımı Sistemi uygulanmıştır.

Sismik Yapı Yalıtımı Teknolojisi, deprem yükleri altındaki yapıların süneklik gereksinimini önemli ölçüde azaltma potansiyeli sayesinde, prefabrike çok katlı yapı projelerinin ekonomik olarak gerçekleştirilmesi konusunda önemli bir olanak sunmaktadır. Konu ile bağlantılı ilginç bir örnek Aucland Yeni Zelanda'da 1983 yılında inşaa edilen "Union House" binasıdır. Taşıyıcı sistemi prefabrike olmamakla birlikte, yapının cephelerinde yer alan sünekliği düşük mimari cephe çaprazları, sismik yalıtım sistemi kullanılarak deprem etkilerine karşı korunmuştur⁸.

⁵ T. Tankut, U. Ersoy, S. Pınarbaşı, E. Arıoğlu, E. Özdil, M. Yorulmaz, "Tests on a Post Tensioned Moment Resisting Connection for Precast Concrete Structures", *Proceedings of the 17th B.I.B.M. Congress*, 1-4 May 2002

⁶ Robert E. Englekirk, "Design-Construction of the Paramount – A-39 Story Precast Prestressed Concrete Apartment Building", sayfalar 56-71, *PCI Journal*, July-August 2002

⁷ M. Şener, T. Kelly, E. Arıoğlu, T. Alper, "Usage Of Seismic Base Isolation To Reduce The Ductility Demand From Prefabricated Concrete Structures", *Proceedings of the 17th B.I.B.M. Congress*, Paper No. 82

⁸ R.I.Skinner, W.H. Robinson, G.H. McVerry, "An introduction to Seismic Isolation", John Wiley & Sons, 1996, sayfalar 295-296

Değerlendirme

Önemli bir bölümü büyük deprem riski altında bulunan ülkemizde, yapıların deprem performansının artırılması amacıyla kullanılabilir söz konusu teknolojilerin sağlayacağı yararların düzeyi açıktır. Türkiye’de söz konusu sistemlerin kullanımının özendirilmesi ve artırılması amacıyla bu konuda yapılan araştırma-geliştirme çalışmalarının desteklenmesine ve ulusal yönetmeliklerimizin bu sistemleri kapsayacak şekilde genişletilmesine gereksinim vardır.