

Standart Altı Betonarme Kolonların Çevre Dostu-Akıllı-Hibrit Dış Sargı ile Güçlendirilmesi

Dr. Öğr. Üyesi Korhan Deniz DALGIÇ

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü

Yapıların depremlerin yıkıcı etkisinden korunması, dünyadaki birçok ülkenin karşı karşıya kaldığı önemli bir sorundur. Türkiye gibi sismik olarak aktif ve gelişmekte olan ülkelerde, mevcut standart altı bina stokunun güçlendirilmesi en büyük zorluklardan birini oluşturmaktadır. Can kaybını ve ekonomik sorunları önlemek amacıyla, mevcut binaların deprem performansını iyileştirmek için acil olarak ekonomik ve sürdürülebilir çözümlere ihtiyaç vardır. Lif takviyeli polimerler (LP) kullanılarak standart altı betonarme kolonların sargılanması, binaların sismik performansını artırmak için kullanılan bir tekniktir. Karbon LP sargıların kullanımı 1990'ların başlarına dayanmaktadır ve günümüzde yerleşik bir uygulama haline dönüşmüştür.

Önerilen projenin odak noktası, dayanım ve rijitlik bakımından üstün karbon liflerin (pahalı), deformasyon yeteneği bakımından üstün PET (Polietilen Tereftalat) lifler (ucuz) ile bir araya getirilmesi sonucunda, performansı geleneksel LP malzemelere kıyasla iyileştirilmiş ve de maliyeti azaltılmış bir hibrit sargı malzemesi geliştirmek ve bu malzemeyi standart altı betonarme kolonların güçlendirmesinde kullanmaktır. Hibritleştirme ve PET liflerin kullanımı ile hedeflenen faydalar; i) kolon sünekliğinin ve kesme dayanımının artırılması ve göçme sonrası eleman bütünlüğünün korunması ile can kayıplarının azaltılması, ii) sargı maliyetinin azaltılması ve iii) atık geri dönüşümü sayesinde olumlu çevresel etkilerin oluşması olmak üzere üç ana başlık altında toplanabilir.

Dayanımı ve uzama rijitliği yüksek ve son derece kırılğan karbon liflerin, kolon sargılı dayanımına eriştikten hemen sonra (post-peak) aniden koptuğu ve gevrek bir şekilde taşıma gücü kaybına neden olduğu bilinmektedir. Bu projede, yüksek rijitliği sayesinde küçük şekildeğiştirme seviyelerinde etkili olan karbon lifler kolon yüzeyine sargılandıktan sonra, dayanımı görece düşük ancak çok büyük uzama yapabilen PET lifler ile kolon dışarıdan tekrar sargılandığında (hibrit), içerideki karbon lifler kopsa dahi kolonların taşıma gücünü ve parçalanmadan bütünlüğünü büyük ölçüde koruması hedeflenmektedir. Hibrit kompozisyonda, karbon liflerin görevi, küçük şekildeğiştirme seviyelerinde yüksek eksenel rijitliği sayesinde yeterli sargılama basıncını oluşturarak ve doğrudan kesme kuvveti katkısı sunarak PET lifler ile birlikte standart altı kolonların kesme dayanımını arttırmaktır. Bu nedenle, pahalı karbon liflerin miktarı maksatlı olarak her zaman için en az seviyede tutulacaktır.

Karbon lifler koptuktan sonra PET sargı kolonun dağılmasını önleyerek sünekliği arttırmaya devam edecektir. PET LP sargının katman sayısı hedeflenen süneklik seviyesine göre önceden ayarlanabilir. Bu sayede, ucuz PET liflerin miktarının değiştirilerek davranışın ihtiyaca göre düzenlenebilmesi ve karbon miktarının minimumda tutulmuş olması sayesinde hem yüksek performanslı hem de düşük maliyetli bir sargı ceketini geliştirilmiş olacaktır.

Performans ve maliyet avantajlarına ek olarak, lastik imalatı sırasında atık olarak ortaya çıkan PET liflerin inşaat yapı güçlendirme sektörü gibi büyük miktarlarda malzeme tüketimi olan bir alana yönlendirilmesi sayesinde çevresel anlamda olumlu etkilerin oluşmasına katkı sağlanacaktır.

Öte yandan, kolon kesitlerinde oluşacak şekildeğişimleri ölçmek için hibrit sargılara fiber optik sensörler (FBG) yerleştirilecektir. Bu sensörlerin sargıya entegrasyonunun potansiyel faydalarını incelemek için sensörler tarafından ölçümlenecek şekildeğişimler ile belirlenen kesit hasarları kolonun global davranış parametreleri (örneğin öteleme oranı) ile ilişkilendirilecektir. Bu sayede gelecekte gerçek yapıların güçlendirilmiş kolonlarında FBG sensörler bulunması durumunda bu sensörlerin yapı sağlığı izleme aracı olarak kullanıp kullanılamayacağının potansiyeli araştırılacaktır.

Bu hedeflere ulaşmak için, lif ve lifli kumaş testlerinden başlayıp, durabilite testlerine ve tam ölçekli betonarme kolon testlerine kadar uzanan kapsamlı deneysel ve nümerik çalışmalar yürütülecektir. Çalışmada yurtiçi (İYTE, İTÜ), yurtdışı (OXFORD) farklı üniversiteler ve endüstriden araştırmacılar (KORDSA), bir danışman ve bursiyerler yer alacaktır. Elde edilecek veriler, PET liflerin ve hibrit sargılama ile yapılacak güçlendirmenin etkinliğini değerlendirmek için kullanılacaktır.

Ayrıca, geliştirilen malzeme, bilgi ve tekniklerin Türkiye'deki mühendislik uygulamasına aktarılmasını sağlamak ve bu doğrultuda geliştirilecek hibrit güçlendirme tekniklerinin yönetmeliklerde yer alabilmesi için ön çalışmalar yapılacaktır.

Anahtar Kelimeler: Afet Risklerinin Azaltılması, Depreme Dayanıklı Yapılar, Betonarme Yapıların Güçlendirmesi, Depreme Karşı Güçlendirme, Lifli Polimerler, Yapı Analizi, Sonlu Elemanlar Analizi, PET Fiber, Karbon Kumaş Üretimi