**BETONARME ÖNÜRETİM KİRİŞ KOLON BAĞLANTISI İÇİN ÖNERİLEN SİGORTA TİPİ MEKANİK MANŞONUN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE MALZEME SİSTEM DENEYLERİNİN YAPILMASI**

**ÖZET**

Prefabrikasyon, üretim kalitesinin yüksek olması, daha hızlı inşaat süreci ve daha düşük inşaat maliyetleri gibi temel faktörler açısından yerinde dökme sistemlere göre çoğu alanda üstünlük sağlamaya başlamıştır. Prefabrike yapılara olan ilgi gelişen teknoloji ve yeni otomasyon sistemleriyle her geçen gün daha da artmıştır. Deprem kayıtları incelendiğinde, prekast yapı elemanları arasında en hassas bölge olan kolon-kiriş birleşim bağlantılarının yetersiz sismik performans gösterdiği gözlenmiştir. Bu sebeple prekast yapılarda kiriş-kolon birleşim bölgelerinin tasarımına ve yapımına gösterilen ilgi yoğunlaşmıştır. Zaman içerisinde deprem sırasında daha iyi sonuç veren birleşim bölgesi tasarımları akademik araştırma konuları arasına girmiştir.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada literatür araştırmaları kapsamında üzerinde yoğunca çalışılan prekast yapıların kiriş-kolon birleşim bölgeleri için yeni bir tasarım olan Sigorta Tipi Mekanik Manşon (STMM) bağlantı detayı önerilmiştir. Bağlantı detayının ana felsefesi, oluşan kesme kuvvetinin kirişin doğal ekseninde bulunan mafsal üzerinde yoğunlaştığı STMM’lere etki eden zıt yönlerde iki eksenel kuvvete moment etkilerini ayrıştırmayı amaçlamıştır.

Kiriş-kolon bağlantı bölgelerine STMM’ler monte edilerek bir takım ön deneyler gerçekleştirilmiştir. YDMLab’da gerçekleştirilen ön deneyler ışığında STMM’lerin ilk tasarımının burkulma mukavemeti ve deformasyon açısından yetersiz olduğu görülmüştür. STMM’ler burkulmadan yaklaşık olarak 20 mm’lik yerdeğiştirme kabiliyetine çıkabilmiştir. Bu nedenle STMM tasarımının iyileştirilmesi gerekli hale gelmiştir. Gerçekleştirilen basınç, çekme ve çevrimsel deneyler kapsamında STMM’lerin tasarımlarının iyileştirilmesi, burkulma davranışlarının geliştirilmesi gösterilmiştir. Monotonik ve döngüsel deneyler yapılarak, gerekli değerlendirmeler yapılmış, nihai STMM tasarımı belirlenmiştir. Yüksek lisans tezi kapsamında STMM’lerin aşamalı olarak gelişimi ve iyileştirilmesi sunulmuştur.

Tez üç ana bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm olan giriş kısmında konuyla ilgili genel bilgiler verilip altbaşlıklarına geçilmiştir. Giriş bölümü kapsamında tezin amacı ve motivasyonu anlatıldıktan sonra literatür araştırmaları kısmında konuyla ilgili makaleler incelenip bu makaleler hakkında özet bilgiler verilmiştir. İkinci bölüm olan deneysel çalışmalar kısmı basınç, çekme ve çevrimsel deneyler olmak üzere üç ana alt başlıktan oluşmaktadır. Deneysel çalışma kapsamında deney düzeneklerinin hazırlanması, deneylerde kullanılan ölçüm aletlerinin çalışma prensipleri, STMM’lerin parça elemanlar düzeyinde tasarım, üretim ve geliştirilme aşamaları, tasarım sürecindeki teknik çizimleri, deneylerde uygulanan yük-yerdeğiştirme protokollerinin oluşturulması, deney sonuçlarının değerlendirilmesi, yük-yerdeğiştirme ve yerdeğiştirme-adım ilişkilerinin incelenmesi, farklı deney gruplarının çapraz karşılaştırmaları anlatılmıştır. Son bölüm olan üçüncü bölümde ise elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) projesi kapsamında gerçekleştirilen yarı sistem deneyleri sonuçları değerlendirildikten sonra STMM’lerin burkulma davranışı, enerji sönümleme kapasiteleri ve deplasman yapabilme kabiliyetleri bakımından yetersizlikleri gözlenmiştir. STMM’lerin ana problemi burkulmaya bağlı kopma ve buna bağlı olarak yaşanan dayanım kaybı olmuştur.

Bu problemi çözmek için ilk etap basınç deneyleri kapsamında STMM’ler sarı ve kırmızı olmak üzere poliüretan (PU) malzeme ile kaplanmıştır. Deney sonuçları kapsamında yük-yerdeğiştirme ilişkileri incelendiğinde STMM’nin yalın haline sarı ve kırmızı olmak üzere PU malzeme sarılması önceliğinde yapılan iyileştirmelerin olumlu sonuç verdiği fakat beklenilen düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Sarı PU kaplı STMM yalın STMM’ye kıyasla %40 daha fazla maksimum güce ulaşmışken, kırmızı PU kaplı STMM ise yalın STMM’nin yaklaşık %60 daha fazlası maksimum güce ulaşmıştır. STMM’lerde yaklaşık olarak 80 kN’a ulaşmadan dönme yerdeğiştirmesi gözlenmiştir. Bu sorunun ana nedeni gürz civatasının topuzunun, gürz manşonuna bağlandığı noktada oluşan dönme töleransının yüksek olmasından kaynaklamıştır. Dönme yerdeğiştirmesini önlemek ve eksenel davranışı iyileştirmek için gürz civatasının somun yardımıyla gürz manşonuna kilitlenmesine karar verilmiştir. Gözlemlenen parça eleman düzeyindeki eksiklikler giderildikten sonra güncellenmiş olan STMM’ler ikinci etap basınç deneylerine tabi tutulmuştur. Deney sonuçları incelendiğinde bir önceki deney grubuyla kıyaslandığında dayanım ve yerdeğiştirme kapasitesi bakımından olumlu sonuçlar alınmış fakat yine istenilen değerlerin altında kalınmıştır. PU malzemenin STMM’ler üzerinde eksenel kuvvet açısından çok ciddi bir etkisi olmamıştır. Fakat nihai yerdeğiştirmelere bakılınca yalın STMM sarı PU ile kaplandığında yerdeğiştirmesi yaklaşık olarak 2.6 katına, kırmızı PU ile kaplandığında 2.8 katına çıkmıştır. PU kaplı STMM’lerin somunlarla sıkıştırılmasından sonra maksimum kuvvetleri yaklaşık olarak %10 seviyelerinde artmıştır. Somunların kullanılması STMM davranışlarını iyileştirmiş, maksimum kuvvet seviyesindeki yerdeğiştirme değerini önemli ölçüde artmıştır. Üçüncü etap basınç deneylerine geçilirken çelik ceket giydirilmiş, ana manşonu uzatılmış ve faturalı STMM olmak üzere üç adet yeni tasarım hazırlanmış ve üretilmiştir. Çelik ceket giydirilmiş STMM’nin eksenel yük kapasitesi ana manşonu uzatılmış STMM’ye göre %60, faturalı STMM’ye göre ise %70 daha fazla olmuştur. Maksimum kuvvet seviyesinde elde edilen yerdeğiştirme değerleri incelendiğinde ise çelik ceket giydirilmiş STMM faturalı STMM’nin yaklaşık 1.7 katı, ana manşonu uzatılmış STMM’nin ise 2.6 katı değere sahip olmuştur. Deneyler sonuçları kapsamında yük-yerdeğiştirme ilişkileri, burkulma şekilleri ve imalat kolaylığı düşünülerek çelik ceket giydirilmiş STMM ile devam edilmeye karar verilmiş, diğer tasarımlardan vazgeçilmiştir.

Basınç deneyleriyle eş zamanlı olarak STMM’lerin üretiminde kullanılan çeliğin mekanik özelliklerini karakterize etmek için altıgen ve silindirik olmak üzere çeşitli kupon numunelerine çekme testleri uygulanmıştır. Kupon boyutları TSE EN ISO 6892-1'e göre belirlenmiştir. Çekme testleri sonucunda STMM’ler üretilirken kullanılan malzemelerin kabiliyetlerinin istenilen değerler arasında olduğu kanıtlanmıştır.

Çevrimsel deneylere geçildiğinde ana STMM tasarımı çelik ceket giydirilmiş olarak belirlenmiş fakat parça elemanlar düzeyinde bir takım güncellemeler yapılmıştır. Tasarım olarak karar verilen çelik ceket giydirilmiş STMM’ler üç farklı boyda üretilmiştir. STMM’lerde boy farkını oluşturan sigorta eleman kısımları 50, 100 ve 10 mm uzunluklarında yapılmıştır. İlk etap çevrimsel deneylerde yük-yerdeğiştirme ve yerdeğiştirme-adım ilişkileri incelendiğinde tasarımsal bir takım eksiklikler revize edilip ikinci etap çevrimsel deneyler için hazırlık yapılmıştır. 50 mm uzunluğundaki sigorta elemana sahip STMM’den vazgeçilmiştir. İkinci etap çevrimsel deneyler kapsamında güncellenen STMM’ler parça elemanlar düzeyinde bir takım iyileştirmeler yapılarak 100 ve 150 mm uzunluğunda sigorta elemana sahip şekilde üretilmiştir. Deney sonuçları kapsamında yük-terdeğiştirme ve yerdeğiştirme-adım ilişkileri incelendiğinde 150 mm sigorta elemana sahip STMM ile devam edilme kararı alınmıştır. Çevrimsel deneyler devam ederken aynı zamanda silindirik ve altıgen kupon numuneleri de malzeme özelliklerinin belirlenmesi için çevrimsel yüklemelere tabii tutulmuştur. Üçüncü etap deneylere geçilirken STMM tasarımı bir takım ufak güncellemelerle hazır hale gelmiştir. Kesinleşen 150 mm sigorta elemana sahip STMM tasarımları kiriş üst ve alt bölgelerinde kullanılmak üzere iki farklı çap boyutlarında üretilmiştir. Deneyler sonucunda 150 mm sigorta elemana sahip aynı zamanda çelik ceket giydirilmiş STMM’ler istenilen değerleri vermiştir. Yarı sistem deneylerinde karşılaşılan burkulma, enerji sönümleme ve deplasman kabiliyeti sorunları büyük ölçüde çözülmüştür. STMM’lerin TÜBİTAK projesi kapsamında yapılacak olan yeni yarı sistem deneylerinde kullanılmak üzere tasarımları kesinleşmiştir.