

Yığma Yapıların Rehabilitasyonu İçin Bir Yöntem

Sinan Altın

Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara 06570, Türkiye

Fikret Kuran

Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

M. Emin Kara

Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara 06570, Türkiye

Özgür Anıl

Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara 06570, Türkiye

ÖZET: Özellikle kırsal alanlarda yoğun olarak üretilen yığma yapılar orta şiddetli depremlerde bile hasar almakta veya yıkılarak önemli can kayıplarına neden olmaktadır. Türkiye’de mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünü oluşturan bu yapıların deprem dayanımlarının artırılması gerekmektedir. Bu çalışmada düşey delikli tuğladan yapılmış üç boyutlu tek katlı yığma bir yapı sarsma tablasında test edilerek önce hasar verdirilmiş, ardından hasarlı yapı dört farklı türde düzenlenen çelik şeritlerle güçlendirilerek tekrar test edilmiştir. Güçlendirmeden sonra yapılan testler uygulanan rehabilitasyon yönteminin başarılı olduğunu göstermiş ve deney yapısında önemli sayılabilecek çatlak gelişimi gözlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yığma Yapı, Rehabilitasyon, Güçlendirme

ABSTRACT: Masonry structures were damaged even with moderate earthquakes and were caused life losses especially at rural areas. The earthquake strengths of these kinds of buildings that were used frequently in Turkey must be improved to prevent losses. In this study, 3D one story masonry structure was constructed with vertically hallow bricks and were tested on shaking table. Firstly, structure was damaged and then was repaired with four different arrangements of steel straps. After repairing and strengthening the structure, no significant crack propagation was observed. These results show that the rehabilitation technique was successful.

Key Words: Masonary Structure, Rehabilitation, Strengthening

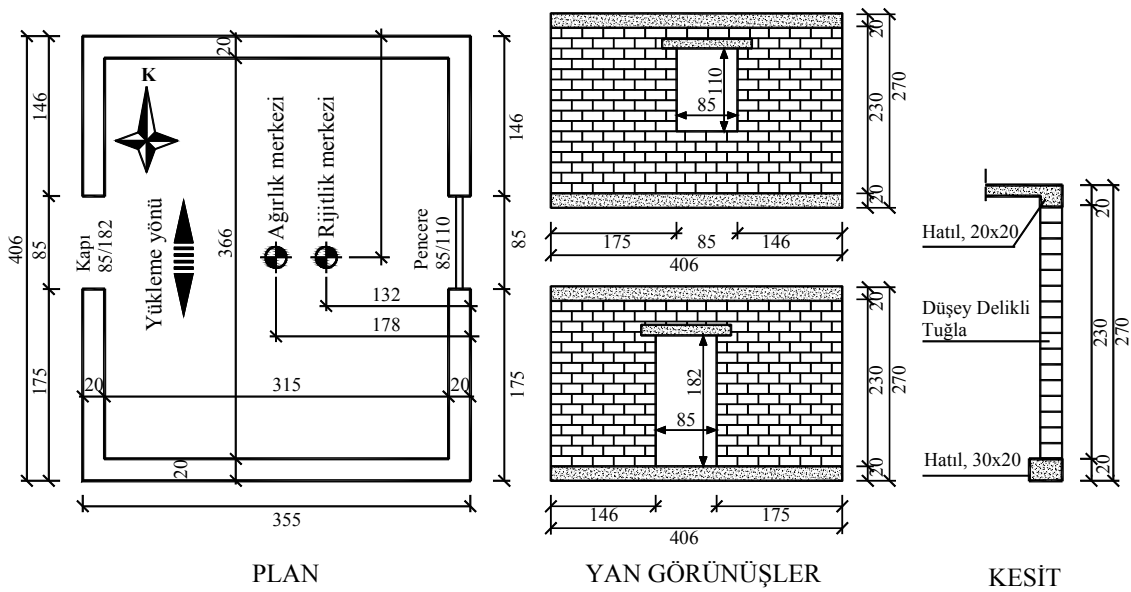
Giriş

Türkiye'deki yapıların yarısına yakınının bir bölümü yığma türü yapılar olup özellikle kırsal bölgelerde bir ve iki katlı yığma yapılar çok yaygın kullanılmaktadır. Bu tür yapılar da çeşitli nedenlerden dolayı yeterli deprem güvenliğine sahip değildir ve bu durumlarıyla potansiyel göçme riski taşımaktadırlar. Depreme karşı yetersiz bu yapıların güçlendirilmesi, yaşam güvencesi ve ekonomik kayıpların önlenmesi bakımından ülkemiz için öncelikli bir sorundur. Bu çalışmada tuğla yığma yapılarda güçlendirme ve rehabilitasyon amaçlı kullanılabilir bir tekniğin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Deneysel çalışmada prototipe yakın ölçeklerde 3-boyutlu tek katlı tuğla bir yığma yapı deney yapısı olarak seçilip üretilmiştir. Deney yapısının karşılıklı iki duvarında pencere ve kapı boşlukları bulunmaktadır. Önce deney yapısı sarsma tablasında test edilerek taşıyıcı duvarlarına hasar verdirilmiştir. Hasarlı deney yapısının taşıyıcı duvarları dört farklı tipte düzenlenen çelik şeritlerle güçlendirilerek ardışık dört defa test edilmiştir.

Deneyel Çalışma

Deney Elemanı

Deney elemanı plandaki uzunlukları doğu-batı doğrultusunda 3550mm kuzey-güney doğrultusunda 4060mm, yüksekliği 2700mm olan 3 boyutlu tek katlı bir yığma binadır. Deney elemanının plan boyutları ve yanal görünüşleri Şekil 1'de verilmiştir. Deney elemanının doğu duvarında 850x1100 mm boyutlarında pencere, batı duvarında 850x1820 mm boyutlarında kapı boşluğu bulunmaktadır. Deney yapısının duvar kalınlığı 200 mm dir. Deney elemanının üretiminde kullanılan tuğlanın boyutu 280x185x135 mm olup % 60 boşluk oranına sahiptir. Tuğlaların basınç dayanımları ortalama 4,50 N/mm² dir. Tuğla duvarda kullanılan harç karışımında Çimento/Kum oranı 1/6 dır.

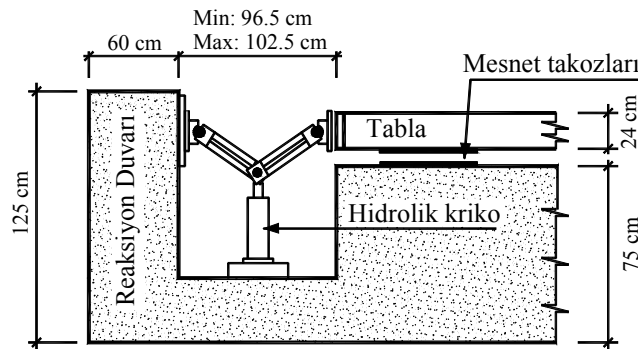


Şekil 1. Deney Yapısının Detayları

Deney elemanının ağırlığı 112.28 kN dur. Deney elemanı 300x200 mm boyutlarında betonarme hatılın üstüne inşa edilmiştir. Deney yapısının tavanı 100 mm kalınlığında betonarme döşeme yapılarak diyafram etkisi sağlanmıştır. Yapının betonarme döşemesinde her iki doğrultuda 6 mm çapında 150 mm aralıklı donatı bulunmaktadır. Betonarme döşemenin kenarlarında betonu tabliye ile birlikte dökülen 200x200 mm boyutlarında betonarme hatıl bulunmaktadır. Deney yapısının hatıllarında 12mm çapında 4 adet boyuna donatı kullanılmıştır. Betonarme hatıllar 8mm çapında 300 mm aralıklı etriyeler sargılanmıştır. Ayrıca kapı ve pencere boşluklarının üstüne 1250 mm uzunluğunda 200x200 mm kesitli betonarme hatıl yerleştirilmiştir. Bu hatılarda da aynı boyuna ve enine donatı kullanılmıştır. Yapıda yükleme doğrultusunda simetri bulunmamaktadır. Test sırasında gelişecek çatlakların gözlenebilmesi için deney elemanının dış yüzüne 10 mm kalınlığında sıva yapılmış ve kireç badana ile boyanmıştır.

Test Düzeni

Deney yapısı Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nde bulunan sarsma tablasında test edilmiştir. Sarsma tablası tek yönde verilen bir başlangıç ötelemesinden sonra serbest salınım yapmaktadır. Başlangıç ötelemesi, bir ucundan rijit bir duvara diğer ucundan sarsma tablasına mesnetlenen üç mafsallı labil bir çelik çubukla verilmektedir. Sarsma tablasının yükleme düzeneği Şekil 2'de verilmiştir. Deneysel çalışmada beş ayrı test aynı yapı üzerinde gerçekleştirilmiştir. İlk test deney yapısına hasar verilmek amacıyla yapılmıştır. Gelişen çatlaklar önce sıva ile kapatılmış güçlendirme uygulamaları sonra yapılmıştır. Diğer dört test yapıya dört farklı güçlendirme tekniği uygulandıktan sonra yapılmıştır. Tüm testlerde sarsma tablasına aynı öteleme geçmişi uygulanmıştır. Testler 30-60 mm arasında artan 18 adet başlangıç ötelemesi ile gerçekleştirilmiştir. Başlangıç ötelemeleri sarsma tablasının her iki yanından da tatbik edilmiştir. Deneylerde sarsma tablasına ve deney yapısının tavan döşemesine yerleştirilen ivme kayıtları ile oluşan ivmeler kaydedilmiştir.



Şekil 2. Yükleme Düzeneği

Güçlendirme Tekniği

Hasarlı deney yapısı dört farklı düzende çelik şeritlerle güçlendirilmiştir. Deney yapısında kullanılan çelik şerit düzenlemeleri Şekil 3'de verilen fotoğraflardan görülmektedir. St-I çelik levhalardan kesilerek hazırlanan şeritlerin kalınlığı 5 mm, genişliği 150 mm dir. Tüm çelik şerit uygulamalarında 250x400 mm boyutunda ve 5 mm kalınlığında tasarlanan bayrak levhaları yardımıyla çelik şeritlerin yapının üst ve alt

hatıllarına sabitlenmiştir. Üst ve alt hatıllarda kullanılan birleşim detayları Şekil 4’de verilen fotoğraflardan görülmektedir. Çelik şeritlere ve yapının duvarlarına açılan deliklerden geçirilen çelik çubuklarla şeritler yapının duvarına somunlarla sıkıca bağlanarak yapının duvarı sargılanmıştır. Çubuk aralıkları 300 mm dir.



Şekil 3. Çelik Şerit Düzenlemeleri



Şekil 4. Bağlantı Detayları

Deney yapısının ilk testinde gözlenen hasar almasına neden devrilme, kesme ve kayma etkilerine karşı dayanım gösterecek çelik şerit düzenlemeleri üzerinde çalışılmıştır. Deneysel çalışmada kullanılan güçlendirme türleri aşağıda verilmiştir.

Güçlendirme I: Yapının yüklemeye doğrultusundaki duvarlarının iç ve dış yüzeylerine düşey ve diyagonal çelik şeritler yerleştirilmiştir. Yüklemeye doğrultusuna dik duvarların iç ve dış yüzeylerine sadece düşey çelik şeritler yerleştirilmiştir. Duvarların iç ve dış yüzeylerindeki çelik şeritler birbirlerine çelik çubuklarla bağlanmıştır

Güçlendirme II: Yapının yüklemeye doğrultusundaki duvarlarının iç ve dış yüzeylerine düşey ve diyagonal çelik şeritler yerleştirilmiştir. Duvarların iç ve dış yüzeylerindeki çelik şeritler birbirlerine çelik çubuklarla bağlanmıştır.

Güçlendirme III: Yapının yüklemeye doğrultusundaki duvarlarının iç ve dış yüzeylerine sadece diyagonal çelik şeritler yerleştirilmiş ve birbirlerine çelik çubuklarla bağlanmıştır.

Güçlendirme IV: Deney yapısının yüklemeye doğrultusundaki duvarlarının sadece dış yüzeylerine yerleştirilen diyagonal çelik şeritler çelik çubuklarla duvara sabitlenmiştir.

Deneyler

İlk deneyde yüklemeye doğrultusundaki duvarlarda kapı ve pencerelerin köşelerinden başlayan eğik çatlaklar gelişmiştir. İlerleyen deney adımlarında eğik çatlakların hatıllara kadar ilerlediği ve çatlakların derz aralarını takip ettiği gözlenmiştir. Yapı yüklemeye doğrultusuna dik duvarlarında alt hatılın yaklaşık 250 mm üzerinden ayrılarak devrilme hareketi sergilemiştir. Yapıda sıvalar dökülmüş, ve eğik çatlak genişlikleri 10 mm ölçülmüştür. Test sonunda deney elemanın görünüşü Şekil 5’de verilmiştir. Deney başlangıcında yapının periyodu 0,213 sn., son yüklemeye 0,353 sn. olarak ölçülmüştür. Yapının son yüklemeye ölçülen periyodu başlangıç periyodunun 1,66 katıdır.



Şekil 5. Hasarlı Deney Yapısının Test Sonrasında Görünüşü

Güçlendirme uygulanan ilk deneyde, ağırlığının 2 katı büyüklüğündeki yatay kuvvetler altında yapıda belirgin bir çatlak oluşmamıştır. Tamir harcı ile sıva arasında kılcal düzeyde kalan sınırlı çatlaklar meydana gelmiştir. İkinci deneyde yüklemeye dik duvarlarda yatay gelişen kılcal çatlakların uzunluğu artmasına rağmen yüklemeye yönündeki duvarlarda kesme çatlakları oluşmamıştır. Üçüncü deneyde yüklemeye dik olan duvarlarda alt hatılın üstünde gelişen yatay çatlaklar duvar boyunca ilerlemiştir. Yüklemeye yönündeki duvarlarda da alt hatıl üstünde bazı yatay çatlaklar gelişmiş, kesme çatlakları oluşmamıştır. Dördüncü deneyde yüklemeye doğrultusundaki duvarlarda az sayıda olsa da kesme çatlakları gelişmiş, çelik şeritler çatlakların açılmasını önlemiştir. Ancak yüklemeye dik duvarlarda çok sayıda ve tüm duvar boyunca devam eden yatay çatlaklar gelişmiştir. Bu testte deney yapısının duvarlarının dış yüzlerine ve sadece diyagonal doğrultularda yerleştirilen çelik şeritler yüklemeye dik duvarlarda gelişen çatlakların ayrılmasını önlemiştir. Dördüncü deney sonrasında gelişen çatlaklar Şekil 6’da verilen fotoğraflardan görülmektedir. Tüm deneylerde, çelik elemanları deney yapısına

bağlayan birleşimlerde herhangi bir hasar gözlenmemiş ve birleşimler yatay kuvvetleri başarıyla taşımışlardır.



Şekil 6. Dördüncü Deney Sonrası Gelişen Çatlaklar

Sonuç

Değerlendirmesi devam eden deneysel çalışmadan elde edilen ön bulgular aşağıda verilmiştir. Hasarlı bir yığma yapının kat döşemelerini birbirine bağlayan diyagonal çelik şeritlerle güçlendirilmesi etkili bir tekniktir. Güçlendirme tipleri içinde diyagonal çelik şeritlerin düşey çelik şeritlerle beraber kullanılması durumu en başarılı güçlendirme tekniği gibi görünmektedir. Bu çelik şerit düzenlemesi ile yapıda devrilme önlenmiş ve yüklemeye doğrultusunda taşıyıcı duvarlarda kesme çatlaklarının gelişimi engellemiştir. Hasarlı yığma yapılar için geliştirilen bu güçlendirme tekniği yeterli deprem güvenliği bulunmayan yığma yapıların güçlendirilmesi için de kullanılabilir görünmektedir.

Tüm deneylerde çelik elemanları deney yapısına bağlayan birleşim detaylarının yatay kuvvetleri başarıyla taşıdıkları gözlenmiştir. Uygulanan güçlendirme yönteminin başarısı deney yapısı ile çelik elemanlar arasındaki bağlantının başarısına bağlı olduğu unutulmamalıdır. Uygulama hassas bir işçilikle yapılmalıdır.

Teşekkür

Yazarlar, deneyin gerçekleştirilmesine katkıda bulunan Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne, Tuğla Kiremit Üreticileri Derneği TUK-DER'e ve İnşaat Mühendisleri Odasına, teşekkürlerini sunarlar.