

Özel-şekilli Hafif Yapı Malzemeleri ile Yapılmış Depreme Dayanıklı Yığma Ev

Kadri Erçin Kasapoğlu

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe-Ankara 06532, Türkiye

ÖZET: Açılı kesilmiş eğimli mekanik yüzeyleri ile birbirine kenetlenen, hafif malzemeden üretilmiş yapı elemanları ile, aralarında harç gibi bir bağlayıcı malzeme kullanımına gerek duyulmadan örülen duvarlarla inşaa edilen tek katlı bir ev, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afetleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi bahçesindeki 5m x 6m boyutlarındaki sarsma tablası üzerinde deprem tesitine tabi tutulmuş ve test sonucunda evin duvarlarında bazı küçük çatlakların oluştuğu; ancak, yıkılmadığı ve depreme dayanıklı olduğu gözlenmiştir.

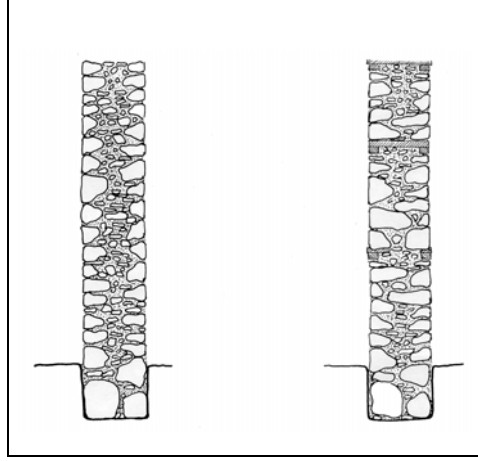
Anahtar Kelimeler: Yığma Ev, Mekanik Kenetlenme, Sarsma Tablası, Depreme Dayanıklılık, Hafif Yapı Malzemesi.

ABSTRACT: A one-story masonry house constructed with light-weight structural elements with inclined mechanical surfaces cut in a specific angle has been subjected to an earthquake resistance test on a shake table owned by the Ministry of Construction. At the end of the test, although some minor cracks were observed on the walls of the test house, it did not collapse; and it is proven to be resistant to earthquakes.

Key Words: Masonry House, Mechanical Interlocking, Shake Table, Earthquake Resistance, Lightweight Structural Element.

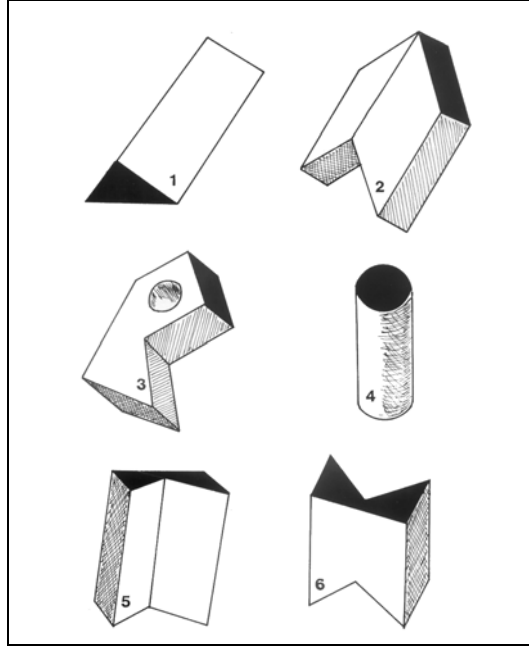
Giriş

Geleneksel taş duvar örme yöntemi (Şekil 1) ile oluşturulan ve Türkiye'nin özellikle kırsal kesimde yaygın olan tek katlı yığma taş evler, genel olarak, nehir yataklarından alınan değişik şekil ve boyuttaki taşların üst üste konulması, çamurla sıvanması ve üzerlerinin toprak damla örtülmesi şeklinde inşa edilmektedir .

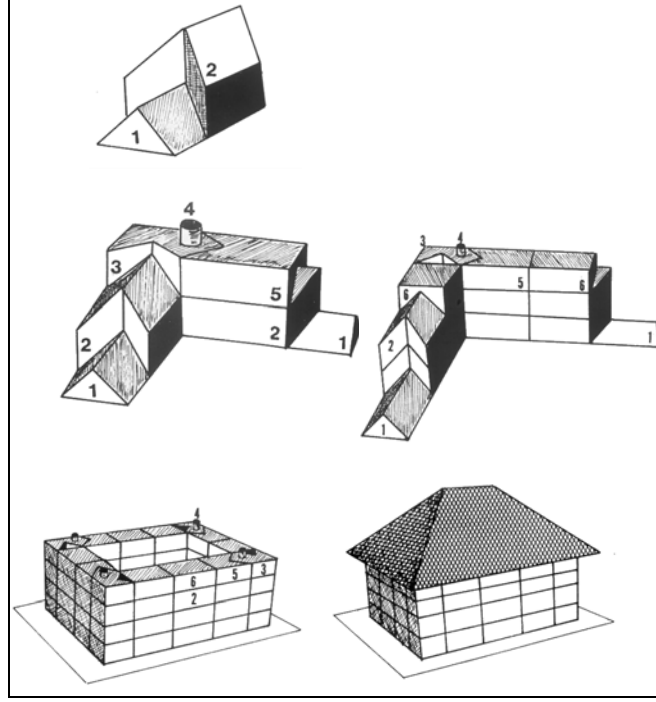


Şekil 1. Geleneksel taş duvar örme yöntemi.

Özellikle depreme karşı hiçbir direnci olmayan bu yapıların kolayca çökmesi, bir depremde kırsal kesimdeki can kayıplarının çok büyük olmasında en önemli etkindir. Bu tür yapıların yerine ikame edilebilecek ve aralarında harç gibi bir bağlayıcı malzeme kullanımını gerektirmeyen, salt mekanik olarak birbirine kenetlenebilen alçı elemanlar (Şekil 2) ile oluşturulan tek katlı bir model ev (Şekil 3), önce laboratuvarında, sarsma tablası deneyi ile test edilmiş; daha sonra geliştirilen yeni mekanik tasarıma göre, hafif yapı malzemesi kullanılarak üretilen elemanlarla inşa edilen gerçek boyutlardaki tek katlı bir ev (Şekil 4), Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi bahçesindeki 5m.x 6m. boyutlarındaki sarsma tablası üzerinde, değişik deprem ivmelerine karşı dayanıklılık testine tabi tutulmuştur.



Şekil 2. Alçı model yapı elemanları.



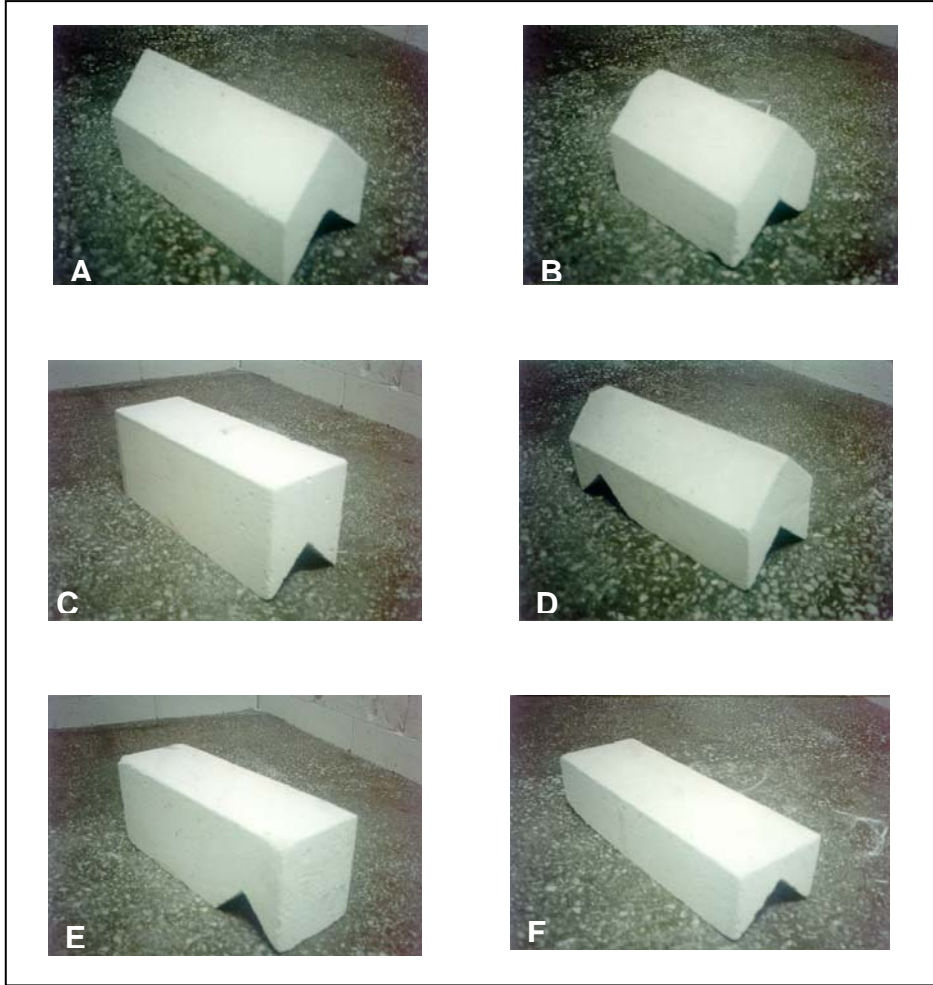
Şekil 3. Alçı model yapı elemanlarının birleştirilmesi.



Şekil 4. Geliştirilen mekanik tasarıma uygun olarak kesilen Ytong blokları ile inşa edilen gerçek boyuttaki tek katlı yığma ev.

Mekanik Tasarım

Türkiye'nin deprem bölgelerinde özellikle kırsal kesimde yaygın olan tek katlı yığma taş evlerin yerine inşa edilebilecek yine tek katlı kırsal konutların yapımında, duvarların örülmesinde kullanılmak üzere Ytong blokları kullanılarak geliştirilen mekanik yapı elemanlarının tasarımı aşağıda Şekil 5 ve Şekil 6'da gösterilmiştir. Duvarların örülmesinde, yapı elemanlarını birbirine bağlamak için harç kullanılmasını gerektirmeyen ve salt mekanik kilitlenme esasına dayandırılan bu tasarımda, söz konusu yapı elemanları 6 ana üniteden oluşmaktadır.



Şekil 5. Mekanik tasarım yapı elemanları.

- A : Duvarların örülmesinde kullanılan uzun ana yapı elemanı
- B : Duvarların örülmesinde pencere ve kapı kenarlarında kullanılan kısa ana yapı elemanı
- C : Duvarların en üst sırasını oluşturan çatı bağlantı elemanı
- D : Duvarları birbirine bağlayan köşe elemanı
- E : Duvarların en üst sırasında kullanılan köşe bağlantı elemanı
- F : Pencere pervazlarında ve kapı eşiklerinde kullanılan yapı elemanı



Şekil 6. Mekanik tasarım yapı elemanlarının birleştirilmesi.

Şekil 5’deki yapı elemanları ile örülecek duvarlar birleştirilerek oluşturulacak tek katlı bir yapı, bu elemanların açılı kesilmiş eğik yüzeylerinin birbirine dik iki yönde oluşturduğu mekanik kenetlenme nedeniyle, yapı deprem kuvvetlerinin yatay bileşenlerine karşı dirençli olacak; ve bir deprem sırasında sallanacak fakat yıkılmayacaktır.

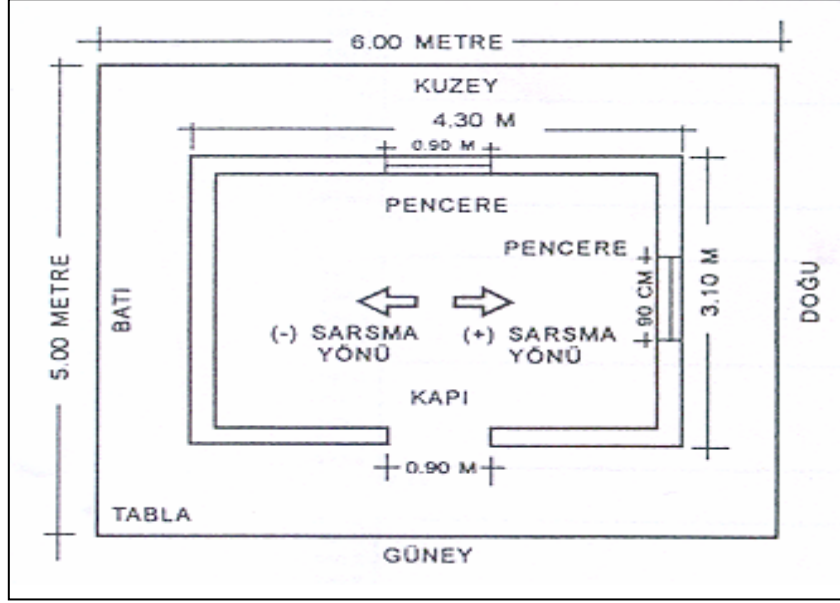
Deney evin yapımında kullanılan Ytong bloklarının kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri aşağıda Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ytong bloklarının kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri.

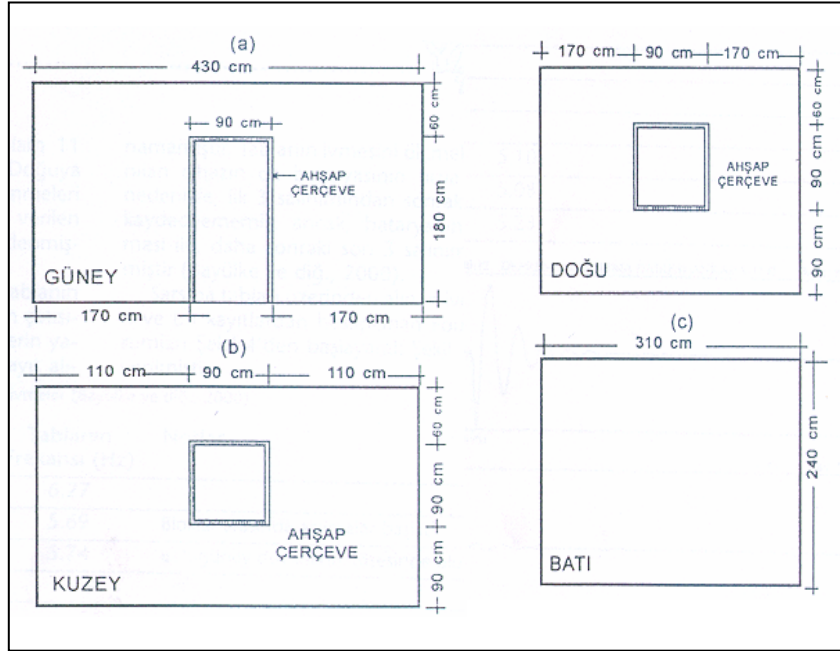
Kimyasal Bileşimi	Alkali-Silikat Hidrat
Kuru Birim Ağırlık	0.6 g/cm ³
Görünür Gözeneklilik	% 50
Su Emme kapasitesi	% 15
Geçirimsizlik Katsayısı	5 x 10 ⁻⁷ cm/sn
Isı İletkenliği	0.13 Kcal/mh ⁰ C
Elastisite Modülü	30000 kg/cm ²
Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı	50 kg/cm ²
Çekilme Dayanımı	10 kg/cm ²
Bükülme Dayanımı	12 kg/cm ²
Makaslama Dayanımı	13 kg/cm ²

Sarsma Tablası Deneyi

Plan görünümü Şekil 7’de verilen ve cephe görünümleri Şekil 8’ de gösterilen sarsma tablası üzerinde monte edilen deney yapısı, Çizelge 2’de belirtilen başlangıç ötelenmeleri ile, sağlı-sollu olmak üzere toplam 11 kez sallanmıştır. Tablayı soldan sağa (doğuya doğru) itilerek verilen başlangıç ötelenmeleri (+); sağdan sola (batıya doğru) itilerek verilen başlangıç ötelenmeleri ise (-) olarak işaretlenmiştir.

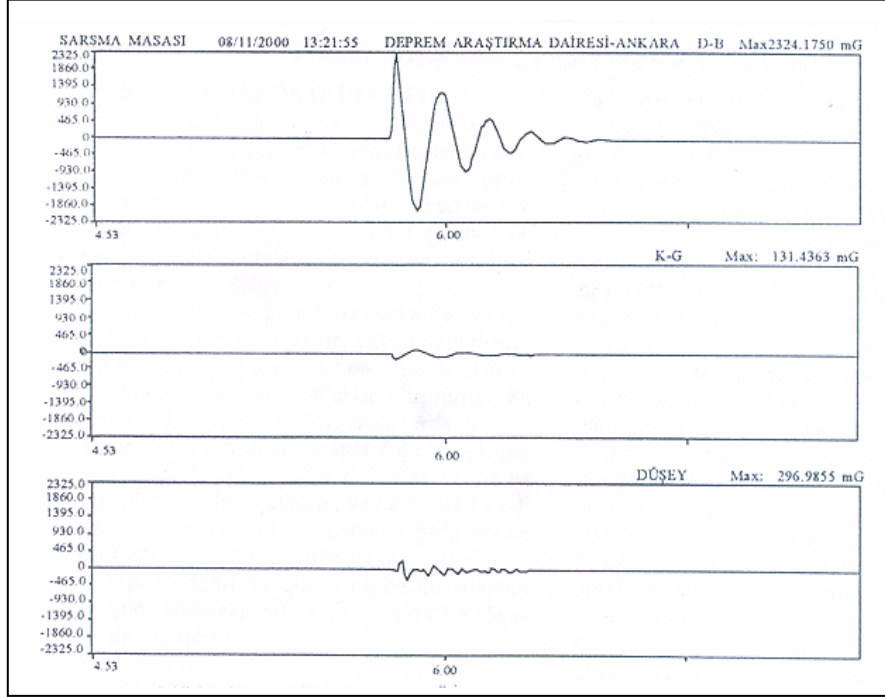


Şekil 7. Deney yapısının Sarsma masası tablası üzerinde plan görünümü.



Şekil 8. Deney yapısının (a) güney, (b) kuzey ve doğu, (c) batı cephelerinin görünüşü .

Tablaya verilen salınımlar sırasında tablanın hareketinin ivmeleri ölçülmüştür. Yapının çatısına konulan sarsma yönündeki ivme ölçerin yazıcısı deney sırasında çalışmadığı için kayıt alınamamıştır. Tablanın ivmesini ölçmek için kullanılan cihazında bataryasının hızla boşalması nedeniyle, ilk 3 salınımdan sonraki 5 salınım kaydedilememiş; ancak, bataryanın değiştirilmesi ile, daha sonraki son 3 salınım kaydedilmiştir. Sarsma tablası üzerinden alınan ivme kayıtları ve bu kayıtlardan hesaplanan Fourier spektrumları Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Sarsma tablası ivme kaydı (65mm.lik ötelenme için).

Çizelge 2. Sarsma tablasına uygulanan yatay ivmeler.

Başlangıç Ötelenmesi (mm)	En Büyük İvme (cm/sn ²)	Tablannın Frekansı (Hz)	Notlar
+30	976	6.27	
+40	1668	5.69	Bloklar arasında açılmalar başladı.
-40	1557	5.74	Batı-güney duvarlarının köşesinde bloklar kırıldı.
+45	-		
-45	-		
+55	-		
-55	-		
-65	-		
+60	2946	5.10	
+60	2813	5.08	
-65	2324	5.23	

Sonuçlar

Sarsma tablası deneyine tabi tutulan yapının en önemli özelliği, yapı duvarlarının örülmesinde kullanılan özel şekilli Ytong blokları arasında herhangi bir bağlayıcı malzeme (harç) kullanılmamış olmasıdır. Bu nedenle, deney sırasında sarsma tablasına uygulanan yatay kuvvetlere karşı yapının makaslama direnci, salt duvar düzlemi içinde elemanlar arasındaki sürtünme ile sağlanmaktadır. Bunun sonucu olarak, deney sırasında, yapının kuzey ve güney cephesindeki sarsma yönüne paralel duvarların blokları arasındaki düşey derzlerde, 7-8 cm' ye kadar ulaşan açılmalar olmuştur. Ancak bu deney yapısındaki açılmalar , deprem sırasında yapıya bir esneklik sağladığından binanın yıkılmasını önlemiş; en fazla duvarlarda bazı küçük sıva çatlaklarına neden olmuştur. Aslında, deney yapısının mekanik tasarımında hedeflenen temel amaç da bu olmuştur: Öte yandan, yapı elemanları arasında harç gibi herhangi bir bağlayıcı malzeme kullanılmamasının, blokların birbirine salt mekanik kenetlenme ile bağlanmalarının bir diğer avantajı da, hem kısa zamanda, kolay ve ucuz inşa edilebilir olması; hem de gerektiğinde kolayca sökülüp bir başka yerde veya bir başka biçimde yeniden inşa edilebilmesidir.

Sonuç olarak, mekanik kenetlenmeli hafif yapı elemanları ile aralarında harç gibi herhangi bir bağlayıcı malzeme kullanılmadan inşa edilen tek katlı deney konutu, sarsma tablası deneyinde başarılı bir performans göstermiş; öngörüldüğü gibi, sarsılmış, çatlamış ama yıkılmamıştır.

Teşekkür

Yazar, sarsma tablası deneyini gerçekleştiren Bayındırlık ve İskan Bakanlığı İnşaat Mühendisi Sayın Nejat Bayülke'ye ; deney evin yapımında kullanılan Ytong bloklarını sağlayan Ytong A.Ş,'ye ve bu projenin her aşamasındaki çok değerli yardımları için Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kayaç Mekaniği Laboratuvarı teknisyenleri Ahmet Bay ve Özgür Erol'a sonsuz teşekkürlerini sunar.