

Güçlendirme Alternatiflerinin Doğrusal Olmayan Analitik Yöntemlerle İrdelenmesi

G. Önder ÖZEN

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Ankara, 06531, Türkiye*

A. TÜNER

*Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Ankara, 06531, Türkiye*

ÖZET: Kullanılmış araba lastikleriyle güçlendirilmiş olan gerek yığma duvarlar gerekse yığma yapıların davranış ve dayanımlarındaki değişiklikler incelenmiş ve yapısal davranış üzerine genel bir fikre ulaşılmıştır. Doğrusal olmayan sonlu elemanlar yöntemleri kullanılarak çeşitli modeller oluşturulmuş ve değişik güçlendirme alternatifleri için karşılaştırmalar yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Deprem, Güçlendirme Alternatifleri, Sonlu Elemanlar Yöntemi

ABSTRACT: The masonry walls and masonry houses are investigated for strengthened and non-strengthened cases and a general conclusion about the structural behavior is reached. By using non-linear finite element methods, different models are analyzed and comparisons for different techniques are carried out.

Keywords: Earthquake, Strengthening Alternatives, Finite Element Method

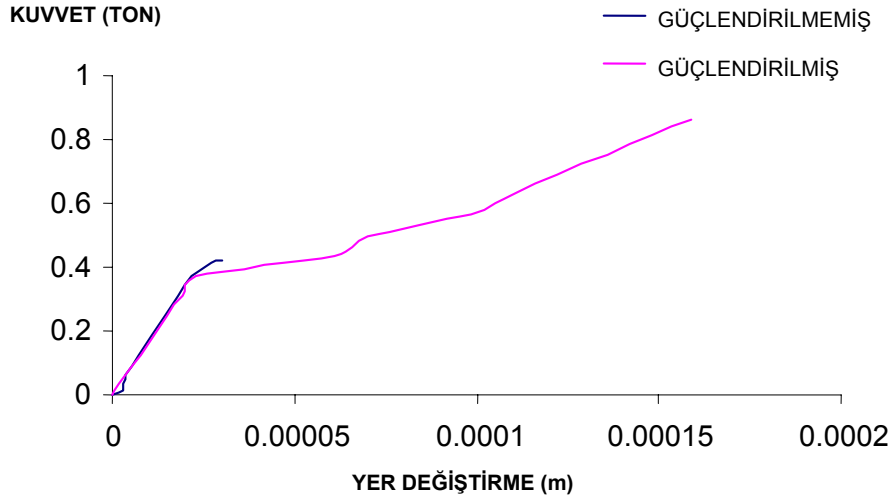
Giriş

Ülkemiz yapı stokunun azımsanamayacak kadar büyük bir kısmı yığma yapılardan oluşmaktadır. Bilindiği üzere yığma yapılar genel anlamda depreme klasik betonarme ya da çelik yapılara oranla daha az dayanıklıdır. Bu özelliğiyle beraber ülkemizde denetimsiz olarak, şartname ve kurallara uygun olmadan yapılan yığma yapılar adeta felakete davetiye çıkarmaktadırlar. Bu tür yapılarda genellikle gelir seviyesi düşük insanlar yaşadığı göz önüne alınırsa ucuz ve uygulaması kolay güçlendirme yöntemleriyle bu yapıların güçlendirilmesi kısa vadede en etkili çözüm olarak görülmektedir. Yapılan bu çalışmada kullanılmış araba lastikleri kullanılarak yapılan güçlendirme yöntemleri değişik alternatifler için incelenmiş ve dayanım ile süneklikteki değişimler karşılaştırılmıştır. Yığma duvarlar düzlem içi ve düzlem dışı yüklemelere maruz bırakılmış, birebir ölçekli modeller ise yanal ivmelere maruz bırakılarak değişik

alternatifler için lineer olmayan malzeme özellikleri kullanılarak çeşitli analizler yapılmıştır.

Yığma Duvarların Düzlem İçi ve Düzlem Dışı Davranışı

Değişik boyutlarda bir çok duvar modeli oluşturulmuş ve davranışları incelenmiştir. 80x250x20 cm boyutlarındaki duvar modeli alt ve üstünden hareketi engellenerek yine alt ve üstten 90 cm mesafeden artan bir yüke maruz bırakılmıştır. Lastiklerin uyguladığı basınç kuvveti düğüm noktalarına etki ettirilen sabit yükler olarak modellenmiştir. Güçlendirilmemiş ve güçlendirilmiş alternatifler için Şekil 1'deki yük ve deplasman grafikleri elde edilmiştir.



Şekil 1. Düzlem dışı yükleme için elde edilen yük-deplasman grafiği.

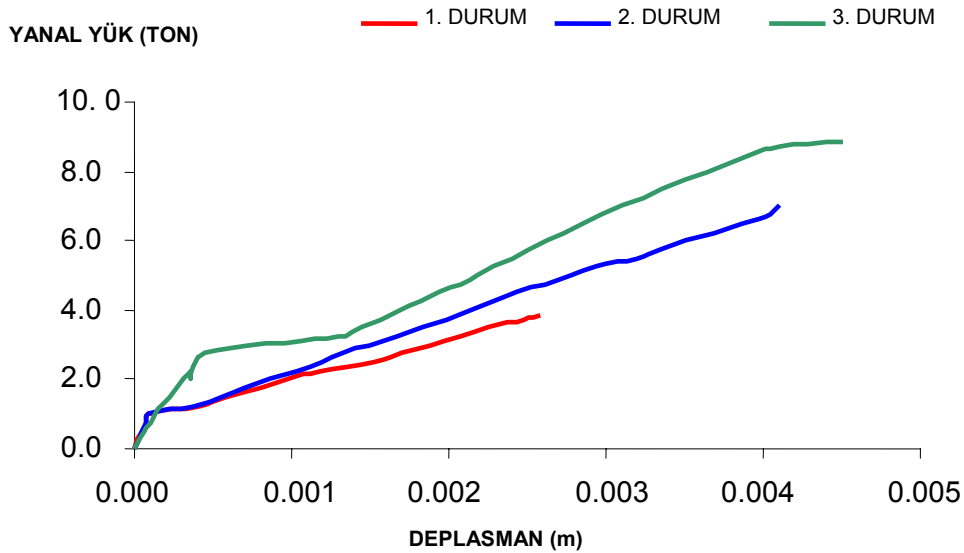
Kullanılan malzeme özellikleri için güçlendirilmemiş durumda maksimum dayanım 0.42 ton, güçlendirilmiş durumda ise yaklaşık 0.9 ton olarak hesaplanmıştır. Ayrıca grafik incelendiği zaman süneklik miktarındaki artış gözlenebilmektedir.

Şekil 2'de düzlem içi yükleme şekli ve düzlem içi yükleme için değişik güçlendirme alternatifleri gösterilmiştir. 200x250x20 cm boyutlarındaki yığma duvar üst yüzünden artan bir yüke maruz bırakılmıştır.

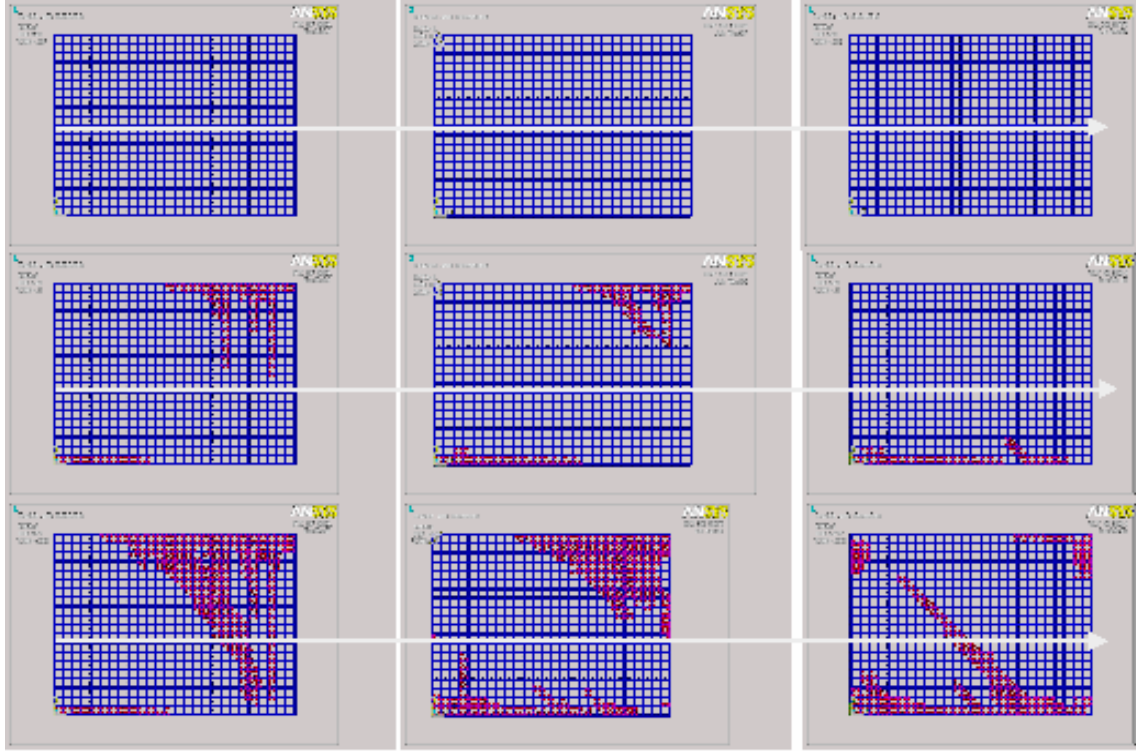


Şekil 2. Düzlem dışı yüklem alternatifleri ve yüklem doğrultusu

Güçlendirilmemiş durum için maksimum dayanım 3.85 ton, sadece dikey olarak güçlendirilmiş durum için maksimum dayanım 6.5 ton ve hem dikey hem yatay olarak güçlendirilmiş durum için ise maksimum dayanım 8.85 ton olarak hesaplanmıştır. Dayanım ve süneklik değişimi Şekil 3 incelenerek gözlenebilir. Ayrıca aynı yüklem seviyelerinde duvarda oluşan çatlaklarda da büyük bir azalma meydana gelmektedir. Çatlaklar tek yönlü yüklem için incelenmiş ve güçlendirme hem yatay hem dikey olarak uygulandığında çatlak oluşumunun minimize edildiği görülmüştür (Şekil 4).



Şekil 3. Düzlem dışı yüklem için yük-deplasman grafiği



1. DURUM

2. DURUM

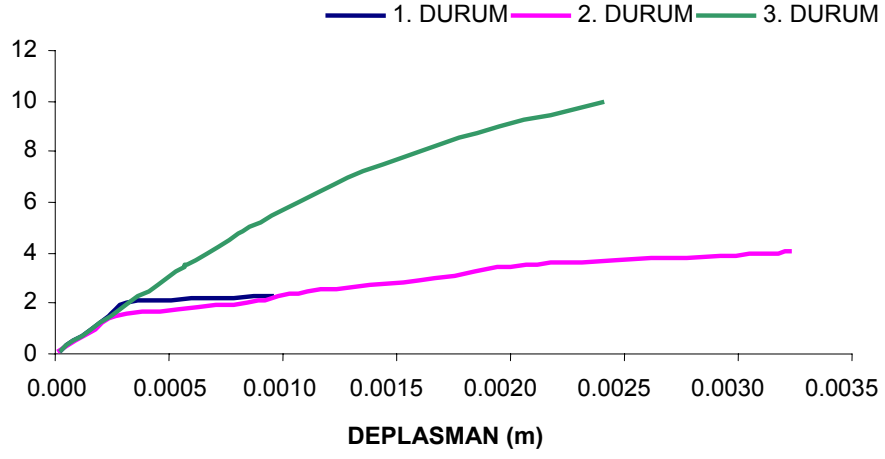
3. DURUM

Şekil 4. Düzlem dışı yükleme için çatlak oluşumu

Birebir Ölçekli Model Analizleri

Deneysel amaçlı oluşturulan birebir ölçekli model yığma ev bilgisayar ortamında modellenerek yine değişik güçlendirme alternatifleri için çeşitli analizler yapılmıştır. Tuğla ve sıvadan oluşan bu tür yapıların birebir modellerini oluşturup analiz etmek çok büyük modeller ve bilgisayar kapasitesi gerektirmektedir. Bu nedenle bu çalışmada kullanılan malzeme özellikleri monolitik tek bir malzeme kullanılarak modellenmiş ve asıl amaç yapılan güçlendirme uygulamalarının güçlendirilmemiş modelle kıyaslanması (dayanım ve süneklik) ve oluşan çatlakların gözlemlenmesi olmuştur. Şekil 4’de, birinci durum güçlendirilmemiş, ikinci durum sadece dikey yönde güçlendirilmiş ve üçüncü durum ise hem dikey hem yatay yönde güçlendirilmiş ev modellerini yansıtmaktadır. Güçlendirilmemiş durumda ev 2.28 m/s^2 ($0.23g$) yatay ivmeye dayanırken, sadece düşey yönde 49 kN (5 ton) ile ard-germe uygulayarak güçlendirildiğinde 3.44 m/s^2 ($0.35g$) yatay ivmeye dayanacağı hesaplanmıştır. Hem düşey (5 ton) hem de yatay yönde (5 ton) ard-germe ile güçlendirildiğinde ise 9 m/s^2 ($0.92g$) yatay ivmeye dayanacağı hesaplanmıştır. Deneyde yanal gerdirmeye yükü, analizdekinin yarısı olarak verilmiştir. Şekil 5’de elde edilen yük-deplasman grafikleri verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere dayanımın yanı sıra süneklik miktarında da kayda değer bir artış gözlemlenmiştir. Şekil 6’da ise aynı yükleme seviyelerinde çatlaklardaki değişim incelenmiştir. Güçlendirme yapıldıkça çatlakların miktarında artış gözlemlenmesine rağmen yapı yıkılması gecikmiştir. Birinci durumda oluşan ilk çatlaklar sonucunda analiz sonuçları çözümsüz alana geçmiş yani stabilite bozularak yapı yıkılmıştır. Daha sonraki durumlarda ise çatlak oluşumuna rağmen yıkılma gecikmiş ve dayanım artmıştır.

YANAL İVME (m/s²)



Şekil 5. Birebir ölçekli ev modeli için elde edilen yük-deplasman grafikleri

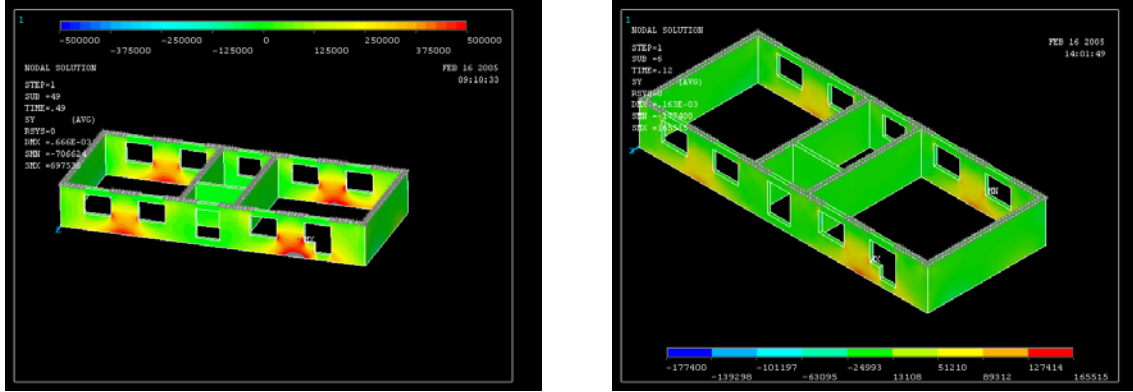


Şekil 6. Birebir ölçekli ev modeli için elde edilen çatlak oluşumları (en soldaki şekiller maksimum yüklemdeki çatlakları yansıtmaktadır)

Hatay arazi uygulaması

Proje kapsamında Hatay'da bulunan bir yığma yapıya arazi uygulaması olarak güçlendirme yapılmıştır. Bu binada yapılan güçlendirmenin yapı üzerindeki etkisini analizi yapılarak incelemektedir. Yapı sonlu elemanlar metodu ile modellenerek yapının dayanımındaki değişme ve yüklerin değişimi incelenmiştir.

Bina güçlendirilmemiş halde zayıf olduğu yönde 1.9m/s^2 (0.19g) olan yatay ivmeye dayanırken, güçlendirme yapıldıca bu dayanım 4.6m/s^2 (0.47g) ye kadar yaklaşık 2.5 kat artmıştır. Güçlendirilmemiş durumda aynı yük seviyesinde maksimum çekme basıncı 0.375 MPa iken, güçlendirilmiş durumda bu değer 0.12 MPa ya kadar düşmektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Hatay'da güçlendirilen yapının analizleri

Sonuçlar

Yapılan analizler sonucunda;

- Duvarlar ve yığma yapılar, kullanılmış araba lastikleriyle ard-germe uygulanarak güçlendirilebilmekte; hem dayanımları hem de süneklikleri artmaktadır,
- Karmaşık yapılarda (Antakya'daki kütüphane de olduğu gibi) duvarlara uygulanan ard germe sonucunda, duvarlarda oluşan çekme kuvvetlerinde aynı yük seviyesi için azalma meydana gelmektedir. Bu sebeple dayanımları artmaktadır.

Analitik çalışmada yanal ivme, bina eğilmeden dik konumda etki ettirilmiş, eğilme masası deneyinde ise yapının yan dönmesi etkisiyle duvarlara gelen eksenel yükte azalma olmuştur ve güçlendirilen denek rijit kütle olarak dönmeye başlamıştır. Deneyde, yanal yönde uygulanan ard-germe yükü, analizdekinin yarısı olarak verilmiştir. Modelleme ve uygulama arasındaki farklılıklar sebebiyle sonuçlar kesin olarak örtüşmemekle birlikte, yapı ve yapı elemanlarının davranışı hakkında gerçeğe yakın sonuçlar ve fikirler elde edilmiştir. Analizlerden elde edilen deplasman değerleri ölçümlerden elde edilen değerlere yakın olarak bulunmuştur.

Analitik çalışmalar, kullanılmış araba lastiği ile yapılan farklı güçlendirme tekniklerinin verimi hakkında mukayese yoluyla bilgi sağlamıştır ve analitik çalışmalara *yerleştirme optimizasyonu* ile halen devam edilmektedir.