

ERMENEK TOL MEDRESESİNİN DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Pınar ZABİN*, A.İşıl ÇARHOĞLU, K. Armağan KORKMAZ

Özet

Türklerin İslamiyet döneminde geliştirdikleri en önemli yapı türlerinden biri medreselerdir. Bu çalışmada Karamanın Ermenek ilçesinde yer alan ve merkezi açık avlulu plan şemasına sahip, Karamanoğlu mimarisinin günümüze kadar ulaşabilmiş en güzel örneklerinden biri olan Ermenek Tol Medresenin deprem davranışı incelenmiştir. Tarihi medrese SAP2000 sonlu elemanlar programında modellenmiş ve Medresede meydana gelen çekme gerilmesi, basınç gerilmesi, yer değiştirme ve kayma gerilmeleri bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ermenek Tol Medresesi, Zaman tanım alanı

INVESTIGATION OF BEHAVIOUR OF ERMENEK TOL MADRASAH UNDER EARTHQUAKE EFFECT

Abstract

Madrasah buildings are one of the most important buildings over the all historical buildings. In the present study, Karaman Ermenek Tol Madrasah is investigated. The building has special properties since it was constructed with special construction techniques. The building is modelled with Finite Element Modelling and stress, displacement and shear values are calculated.

Key Words: Historical Buildings, Ermenek Tol Madrasah, Finite Element Method

1. Giriş

Türklerin İslamiyet Döneminde geliştirdikleri en önemli yapı türlerinden biri medreselerdir. Önemli kültür yapılarından biri olan medreselerin korunması gereklidir. Medreseler buldukları duruma göre taşınmaz; türlerine göre, eğitim ve sosyal, zaman içerisindeki yerlerine göre de, işlevini yitirmiş binalardır ve geçmişte varlıklarını sürdürmüş olan toplumların kültürlerini günümüze ulaştırmaktadır (Eroğlu ve Yıldız, 2006).

Tarihsel veya sanatsal önemi olan yapıların özelliklerini yitirmeden sürdürülebilirliğinin sağlanması için gerekli önlemlerin alınması, korunması ve eğer gerekirse aslını bozmadan onarılması gerekmektedir. Çünkü tarihi yapılar; bir toplumun sosyal, bilimsel, kültürel, sanatsal yaşamı hakkında net sonuçlar verebilecek değerlerdir. (Akgün, 2005). Bu nedenle tarihi yapıların varlıklarını sürdürebilmesi son derece önemlidir. Ülkemiz dünyada önemli deprem kuşakları arasında yer almaktadır dolayısıyla ülkemizde bulunan tüm yapılar gibi tarihi yapılarda deprem tehlikesi altındadır. Anıtsal değeri oldukça yüksek olan bu yapıların

* SDÜ, Müh. Mim. Fak. İnşaat Müh. Böl. Yapı Anabilim Dalı, Çünür, Isparta
E-posta: pınarusta@sdu.edu.tr

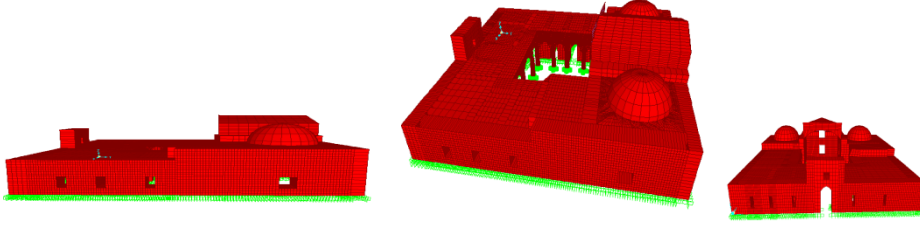
olası depremlerde hasar görmemeleri ve yıkılmamaları için, deprem etkisindeki davranışı doğru olarak belirlenmelidir. (Dabanlı, 2008, Aslan, 2006).

Tarihi yapılar konusu ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır; Timur (2001) 1562 -1565 yılları arasında inşa edilmiş ve çeşitli depremlere maruz kalmış Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisinin serbest titreşim modlarını belirlemek amacıyla sonlu eleman modeli oluşturmuştur. 1999 Marmara Depremine ait iki ayrı ivme kaydı kullanılarak yapılan analiz sonuçlarına göre yapının kuzey cephesinin, güney cephesine oranla daha az yatay yer değiştirme yaptığı ve bu cephenin daha rijit olduğu ve hasarın büyük kısmının burada olduğu sonucuna varmıştır. Lourenço (2002) tarihi yapılarda modelleme ve analizin gerekliliğini, tarihi yapı davranışının bilinebileceğini söylemiş ve yapıya ait bu bilgilerin elde edilmesinde kullanılacak analiz türünün çok önemli bir konu olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda, çalışmasında tarihi yapılar üzerinde uygulanabilecek analiz olanaklarını ele almış ve bu doğrultuda bir dizi kurallar önermiştir. Güler vd. (2004) oldukça fazla sayıda depreme maruz kaldığı için birçok elemanında ve ana kubbesinde hasar olan Küçük Ayasofya Camisini detaylı olarak ele almış ve tarihi yapının yapısal ve deprem davranışını incelemiştir. Ayrıca Küçük Ayasofya Camisinin tarihi yapısına uygun mümkün onarım ve güçlendirme metot ve teknikleri üzerinde durmuşlardır. Mele vd. (2003) basilika tipi kiliselerin yapısal davranışını ve sismik kırılganlığını araştırmışlardır. Bu amaçla yapının 3 boyutlu statik ve dinamik doğrusal analizlerini ve ayrıca yapının tek bir makro elemanın 2 boyutlu doğrusal olmayan statik itme analizini yapmışlardır. Elde edilen verileri karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Necevska ve Apostolska (2008) St Clement Kilisesinin "minimal müdahale-maksimum koruma" felsefesine dayanarak onarımı ve sismik güçlendirmesi için özgün bir yöntem geliştirmişlerdir. Yapının doğrusal-elastik ve doğrusal olmayan dinamik analizlerini yapmış ve elde edilen sonuçlara dayanarak, kilisenin onarımı ve sismik güçlendirme kavramı benimsenmiştir. Bağbancı (2009), tarihi Bursa Ördekli hamamını sonlu elemanlar yöntemiyle modelleyerek yapının X, Y ve Z yönünde dinamik analizini yaparak yapının deprem analizleri sonrasında A1 türü burulma düzensizliğinin var olup olmadığını araştırmıştır.

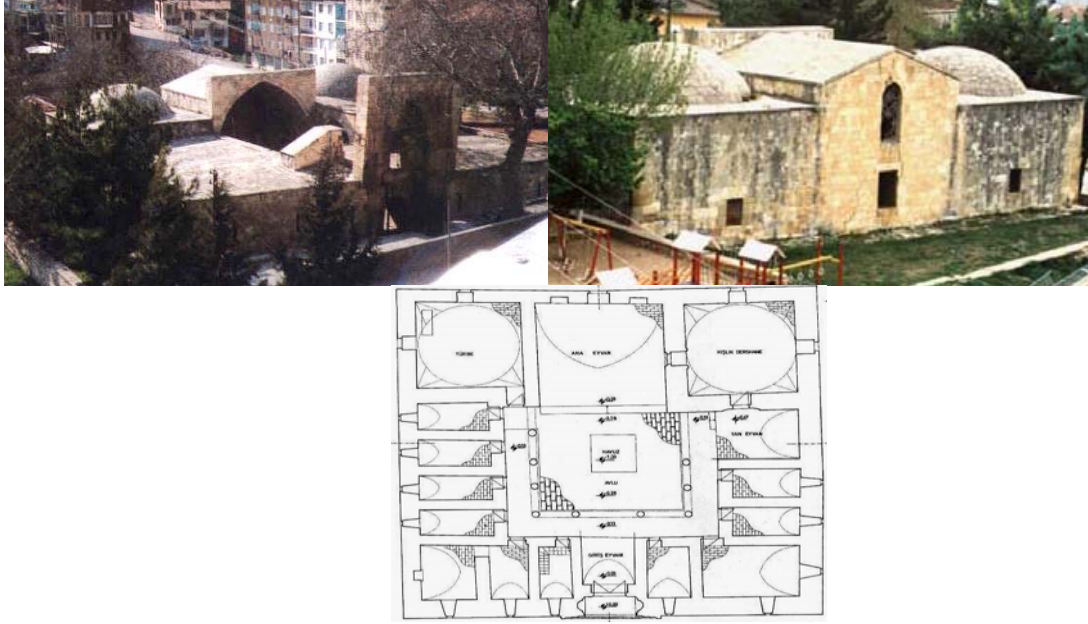
Bu çalışmada Ermenek Tol Medresesi SAP2000 sonlu elemanlar programıyla modellenmiş ve tarihi medresenin deprem etkisindeki davranışı incelenmiştir. Tarihi medrese deprem analizi için model üzerinde daha önce ülkemizde olmuş 3 adet gerçek deprem ivme kaydı kullanılmış ve yapının zaman tanım alanında doğrusal analizi yapılmıştır. Uygulanan her bir deprem ivme kaydı için doğrusal dinamik analiz sonuçlarından meydana gelen çekme gerilmesi, basınç gerilmesi, kayma gerilmeleri ve yer değiştirme değerleri bulunmuş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2.Ermenek Tol Medresesinin Depremselliği

Banisi Karamanoğulları'ndan Bedrettin Mahmut beyin oğlu Emir Musa Bey tarafından 1339 yılında yaptırılmıştır. Karamoğlu hakimiyeti altındaki bölgede inşa edilen eserlerin sanat değeri en yüksek olanıdır. Dış ölçüleri 27.75 m. X 27.30 m. açık avlulu ve üç eyvanlı plana sahiptir. Çalışmada, depremselliği ele alınan Ermenek tol medresesi SAP2000 elemanlar programı ile 31973 nokta, 6806 alan ve 11116 solid eleman kullanılarak modellenmiştir. Tarihi kilisenin sonlu eleman modeli Şekil 1'de görülmektedir. Tarihi medrese Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Ermenek tol medresesi sonlu elemanlar modeli



Şekil 2. Ermenek Tol Medresesi'nin Görünüşü (Eroğlu ve Bahtiyar,2006)

Medrese, modellenirken medreseyi oluşturan yapı malzemelerinin özellikleri yapının karakteristik özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir. Modellemede kullanılan malzeme özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Modellemede kullanılan malzeme özellikleri

Malzemeler	Elastisite Modülü	Poisson Oranı
Örtü	13000 N/mm	0.16
Taş duvar (Kireçtaşı)	26000 N/mm	0.2

Modellenen yapı üzerinde Düzce, Erzincan ve Kocaeli depremleri olmak üzere üç gerçek deprem ivme kayıtları uygulanmıştır, uygulanan depremlere ait özellikler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Deprem ivme kayıtları

Deprem	Tarih	Büyükölük	Kayıt	Yer hızı (cm/s)	Yer ivmesi (g)	Odak Uzaklığı (km)
Düzce	11/12/99	7.1	1060-E	5.3	0.053	30.2
Kocaeli	08/17/99	7.4	SKR090	79.5	0.376	3.1
Erzincan	03/13/92	6.9	ERZ-NS	83.9	0.515	2.0

3. Ermenek Tol Medrese'nin Deprem Analiz Sonuçları

Bu çalışmada, Karamoğlu hakimiyeti altındaki bölgede inşa edilmiş eserlerden sanat değeri en yüksek olan Ermenek Tol medresesi SAP2000 programında modellenerek zaman tanım alanında doğrusal dinamik analizler yapılmıştır. Analizlerde Türkiye'de geçmiş yıllarda meydana gelmiş olan 3 farklı gerçek deprem ivme kaydı uygulanarak çekme gerilmesi, basınç gerilmesi, kayma gerilmeleri ve yer değıştirme değeri elde edilmiş ve bu değeri her deprem kaydı için karşılaştırılmıştır. Medresenin Modal analizi sonucunda elde edilen periyot değeri Tablo 4'de görölmektedir.

Tablo 4. Periyot değeri ve Kütle Katılım oranları

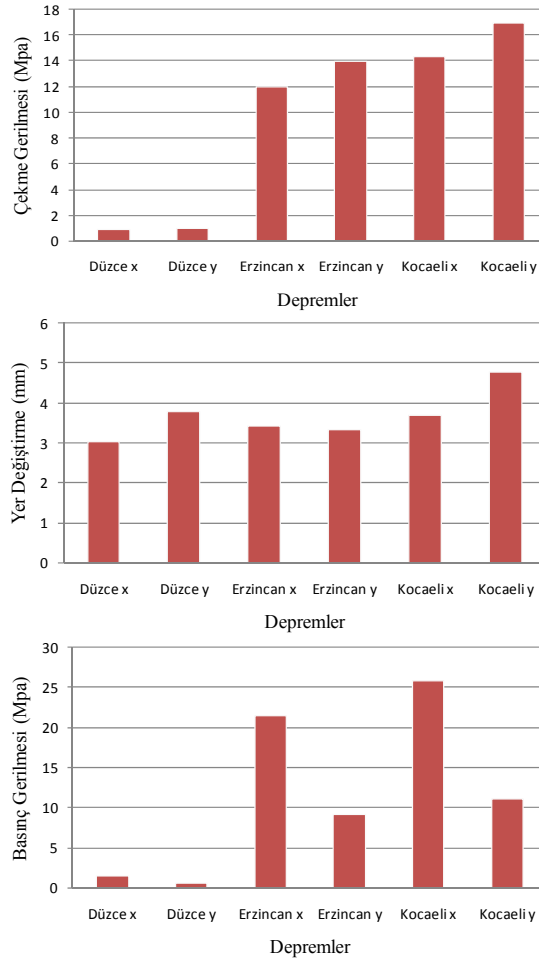
Adım Sayısı	Period (Sn)	UX	UY	UZ	SumUX	SumU Y	SumUZ
1	0.09426	3.986E-08	3.52E-11	0.0002087	3.986E-08	3.52E-11	0.0002087
2	0.06275	0.0000050	0.041	9.095E-09	0.0000050	0.041	0.0002087
3	0.05854	0.006461	0.0000013	7.68E-11	0.006466	0.041	0.0002087
4	0.05775	6.013E-13	2.307E-07	0.0003332	0.006466	0.041	0.000541
5	0.04900	3.857E-07	1.715E-07	0.0004193	0.006467	0.041	0.000961
6	0.04476	0.0005717	1.318E-07	8.326E-10	0.007038	0.041	0.000961
7	0.03987	0.0000010	0.0000048	0.0000687	0.007039	0.041	0.00103
8	0.03984	0.0002764	0.0002371	0.0000089	0.007316	0.042	0.001039
9	0.03923	0.005876	4.969E-09	8.937E-07	0.013	0.042	0.00104
10	0.03857	0.025	0.0001464	1.3E-09	0.038	0.042	0.00104
11	0.03777	0.004478	0.0001166	0.000115	0.042	0.042	0.001155
12	0.03533	0.002315	0.042	1.027E-10	0.045	0.084	0.001155

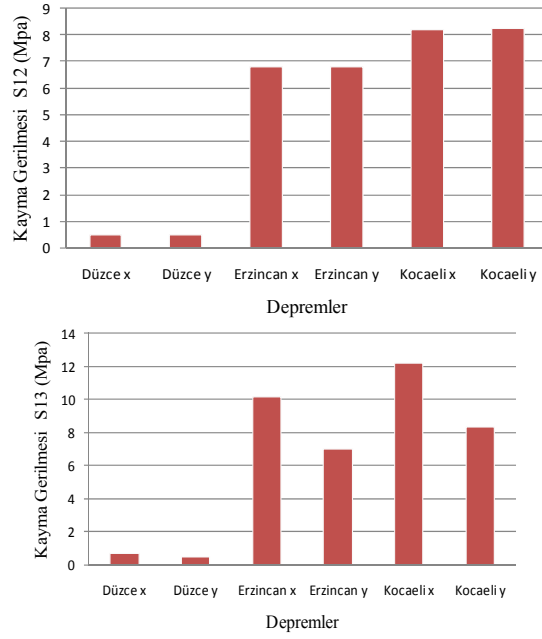
Uygulanan depremler altında yapıda meydana gelen yer değıştirme, çekme gerilmesi, basınç gerilmesi, kayma gerilmesi değeri elde edilmiştir. Tarihi medresenin doğrusal dinamik analizleri sonucunda her bir deprem için modele ait X ve Y yönlü çekme ve basınç gerilme

değerleri, medresenin yer değiştirme ve kayma gerilmesi değerleri Şekil 3'deki grafiklerde verilmiştir.

4. Sonuçlar

Çalışmada öncelikle konu alınan Tarihi Ermenek Tol Medresesi hakkında genel bilgi elde edilmiş, sonra literatür'den alınan malzeme bilgileri doğrultusunda tarihi medresesinin 3 boyutlu modellemesi yapılmış ve bu kapsamda Medrese 7,4 büyüklüğündeki 1999 Kocaeli, 7,1 büyüklüğündeki 1999 Düzce ve 6,9 büyüklüğündeki 1992 depremlerinin gerçek verileri esas alınarak dinamik analizler yapılmıştır. Literatürden elde edilen bilgilere göre yığma yapılarda duvarın kayma emniyet gerilmesi $\tau_{em} = \tau_0 + \mu\sigma$ formülasyonu göz önüne alınıp değerler yerine konduğunda duvarın emniyetli kayma gerilmesi $2,5 \text{ kg/cm}^2$ olarak hesaplanabilir. Bu değer model üzerinde oluşan kayma gerilmesi değerleri ile kıyaslandığında tarihi medresede elde edilen değerler emniyetli kayma gerilmesinden düşük çıkmıştır. Tarihi Tol Medrese gerilmeler, yer değiştirmeler ve kayma gerilmeleri genel olarak değerlendirildiğinde en yüksek değerler kocaeli depreminde meydana gelmiştir.





Şekil 3. Ermenek Tol Medresesi Sonlu Elemanlar Analizi Sonuçları

Kaynaklar

Eroğlu B. ve Yıldız E.,2006. Kültür Mirasının Sürekliliği İçin Anıtsal Binaların Yeniden Kullanılması Bağlamında Ermenek Tol Medrese, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,15, 315-340

Akgün H. G., "Restorasyon ve Koruma Bağlamında İki Somut Örnek; Bakibey Konağı ve Taşoda", 1. Burdur Sempozyumu, Burdur Eğitim Fakültesi, 16-19 Kasım 2005, Bildiriler Cilt 2, s. 1320-1325.

Dabanlı, Ö., 2008. Tarihi yığma yapıların deprem performansının belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 170s., İstanbul, Türkiye.

Arslan, F., 2006. Depremden zarar görmüş tarihi yapıların güçlendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 105s, Ankara, Türkiye.

Timur, T., 2001. Edirnekapı Mihrimah Sultan Camii Taşıyıcı Sistem Davranışının incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, YTÜ İnş. Müh. Bölümü, İstanbul, Türkiye.

Lourenço P.B., 2002. Computations on historic masonry structures, Prog. Struct. Engng Mater. 2002; 4:301–319.

Güler K., Sağlamer A, Celep Z., ve Pakdamar F., 2004. Structural And Earthquake Response Analysis Of The Little Hagia Sophia Mosque, 13th World Conference on Earthquake Engineering, Paper No. 2652.

Mele E., Luca A.D., ve Giordano A., 2003. Modelling and analysis of a basilica under earthquake loading, Journal of Cultural Heritage 4,355–367

Necevska G., and Apostolska R.,2008.Consolidation, rebuilding and strengthening of st. clement's church, st. panteleymon, plaoshnik, ohrid, Engineering Structures 30, 2185–2193.

Bağbancı, M.B., 2009. Tarihi yapıların sonlu elemanlar yöntemiyle analizinin Bursa ördekli hamamı örneğinde incelenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 207s, Bursa, Türkiye.

<http://www.restorasyonmerkezi.com/forum/content.php?98-Karamanl-Medreseleri>,

Erişim tarihi: 30.07.2012.

www.anitsal.com; Erişim tarihi: 30.07.2012.