



Alınış tarihi (Received): 04.06.2018
Kabul tarihi (Accepted): 22.10.2018

Baş editor/Editors-in-Chief: **Ebubekir ALTUNTAŞ**
Alan editörü/Area Editor: **Mustafa DAYI/Bülent TURAN**

Tokat Garipler Camisi'nin Sismik Davranışının Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak İncelenmesi

Şahin SÖZEN^{*}, Murat ÇAVUŞ^a, Bahattin ÖZTOPRAK^b

^aGaziosmanpaşa Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 60150, Tokat-Türkiye

^bBolu Abant İzzet baysal Üniversitesi Yeniçağa Yaşar Çelik Meslek Yüksekokulu 14650 Yeniçağa Bolu-Türkiye

*: Sorumlu yazar, e-posta: sahin.sozen@gop.edu.tr

ÖZET: Kültürel mirasımızın önemli eserlerinden birisi şüphesiz camilerdir. Bu çalışmada, Anadolu'nun kadim şehirlerinden birisi olan Tokat'ın, en eski camilerinden Garipler Camisinin, olası bir deprem için sismik performansı değerlendirilmiştir. Esasında incelenen cami kare bir plana sahip olup tonozların yönleri bakımından simetrik bir yapıdadır. Ancak Garipler Camisini benzerlerinden ayıran temel özellik, minarenin ibadethane mekânı içinde kalması ve yapı içinden tonozu delerek çıkmasıdır. Bu çalışmada, bu durumun yapının davranışını ve gerilme dağılımlarını ne ölçüde etkilediği incelenmiştir. Yapının modellemesinde sonlu elemanlar yöntemi kullanılmıştır. Malzeme mekanik özellikleri literatürden sağlanmıştır. Statik ve dinamik analiz sonuçları, tonoz-minare birleşiminin tonoz kısımlarında gerilme yığılımlarının yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Tonozun bu kısımlarının, muhtemel deprem için en riskli yapı bölümleri olduğu düşünülmektedir. Gelecek restorasyon planlamalarında minare ile tonozun birbiriyle etkileşimini en aza indirecek detayların düşünülmesi ve uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler – Sismik analiz, Garipler camii, Sonlu elemanlar metodu, Tarihi yapı analizi

Investigation of Seismic Behavior of Tokat Garipler Mosque Using Finite Elements Method

ABSTRACT: One of the most important structural products of our cultural heritage is, undoubtedly, the mosques. In this study, the seismic performance of the Garipler Mosque, one of the oldest mosques of Tokat which is, one of the ancient cities of Anatolia, was assessed for a possible earthquake. Actually, the mosque has a square plan and is symmetrical in terms of vault directions. But the main feature that distinguishes the Garipler Mosque from similar mosques is that the minaret remains inside the place of worship and pierces the vault through the structure. In this study, it was investigated that how this situation affects the structural behavior and stress distributions. The finite element method was utilized for modelling the structure. Mechanical properties of the materials are provided in the literature. Static and dynamic analyzes revealed that the stress concentrations occurred at the vaults near the minaret. These parts are thought to be the riskiest building parts for a possible earthquake. In future restoration plans, it is thought that the special details should be considered and applied that minimizes the interaction between the minaret and the vault.

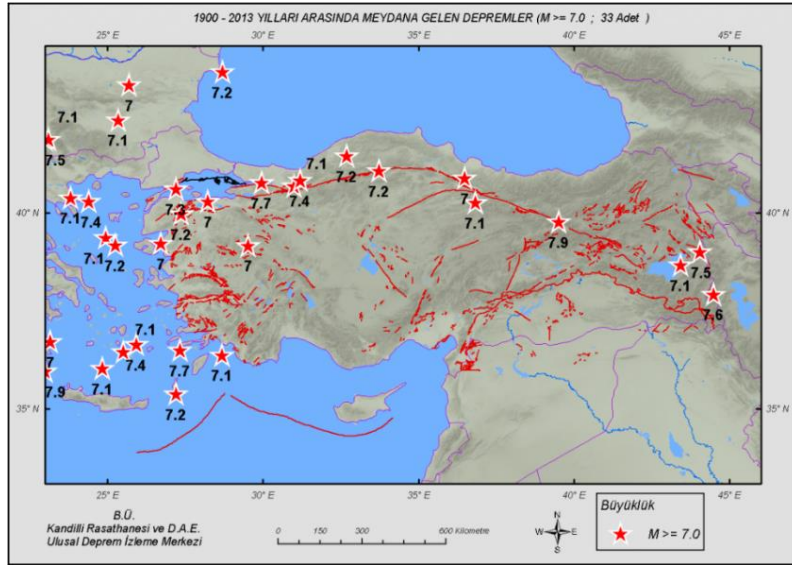
Keywords – Seismic analysis, Garipler mosque, Historical building analysis, Finite element method

1. Giriş

Günümüze kadar ayakta kalabilmiş tarihi yapılar, yapıldıkları dönemin yapım tekniği, malzeme ve yapım sistemleri ile birlikte, dönemin sosyokültürel yapısını da günümüze taşıyan önemli varlıklardır. Bu yapılar geçmiş, günümüz ve gelecek arasında bağlantı kurabilecek önemli birer belge niteliği taşırlar. Bu sebeple, tarihi yapıların korunarak daha sonraki nesillere devredilebilmesi, insanlığın kültürel hafızasının korunması bakımından son derece önemlidir.

Birçok medeniyetin varlık gösterdiği Anadolu coğrafyası, her dönemin izlerini taşıyan oldukça fazla tarihi yapıya ya da yapı kalıntısına ev sahipliği yapmaktadır. Bu yapıların birçoğu, yıllarca süren yıkıcı savaşlar ya da doğal afetler yüzünden hasar görmüş ve bir kısmı oluşan ağır hasarlar sebebiyle, günümüze ulaşmadan yok olmuştur. Büyük depremler üreten fay hatlarının oldukça yoğun olduğu ülkemizde, yapılar üzerinde yıkıcı hasarlara sebep olan en önemli etkinin depremler olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ülkemize ait son yüz yıllık deprem kayıtları incelendiğinde, 22 büyük depremin meydana geldiği, bu depremlerde yaklaşık 500 bin binanın hasar gördüğü ve 80 bin insanın, hayatını kaybettiği kayıtlara geçmiştir. (URL-1 2017)

İnşa edildiği dönemin şartları göz önüne alındığında, oldukça dayanıklı olarak kabul edebileceğimiz tarihi yapılar, yukarıda anılan depremlerden önemli ölçüde etkilenmişlerdir. Bu yapılarda, zamanla oluşan malzeme kayıpları, zemin oturmaları kaynaklı geometrik bozukluklar ve insan eliyle yapılan fonksiyon değişiklikleri, deprem esnasında oluşacak hasarların büyüklüğünü arttırmaktadır (Ünay, 2002; Toker ve ark. 2015). Hasar görmüş tarih yapıların onararak yeniden kullanıma kazandırılması, restorasyon sürecinde sağlanırken, bu yapıların olası bir depremden en az etkilenebilmesi için güçlendirildikleri de bilinmektedir. Bu çalışmaların sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi ve doğru sonuçların alınabilmesi, yapıların deprem esnasındaki davranışlarının önceden bilinmesiyle mümkün olabilmektedir (Ünay, 2002;Toker ve Ünay, 2004).



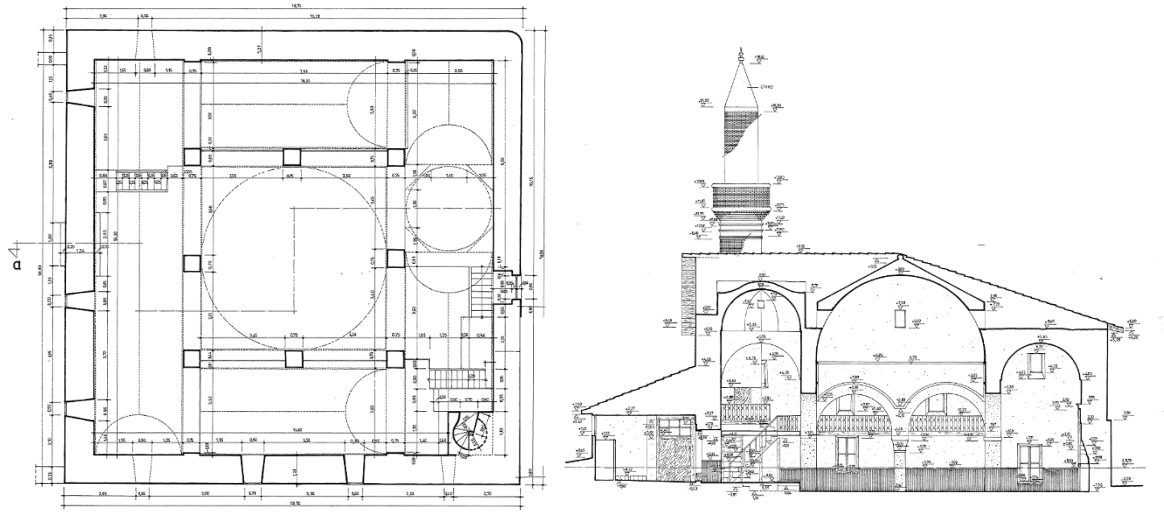
Şekil 1. Anadolu'daki fay hatları ve son yüz yıl içinde oluşan büyük depremler (URL-2 2017)

Figure 1. Fault lines in Anatolia and major earthquakes in the last hundred years

Bu çalışmada, Orta Karadeniz bölgesinde yer alan Tokat'ın, en eski camilerinden birisi olan Garipler Camii'nin, olası bir deprem için sismik performansı, mevcut deprem kayıtları

kullanılarak değerlendirilmiştir. Seçilen yapı, Anadolu'nun en aktif ve büyük depremler üreten fay hattı olan Kuzey Anadolu Fayı'na yakın bir konuma sahiptir (URL-2 2017). Şekil 1'de Kuzey Anadolu Fay hattı ve ürettiği depremler görülmektedir. Garipler Camii'ni benzerlerinden ayıran temel özellik, benzerlerinin aksine, minarenin ibadethane mekânı içinde kalması (Şekil 2 ve Şekil 3) ve yapı içinden tonozu delerek çıkmasıdır. Bu çalışmada, Anadolu'daki geleneksel camii mimarisinde pek rastlanmayan bu uygulamanın, yapı performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Garipler Cami, 11. yüzyılda Danişmentliler döneminde yaptırılmış, Anadolu'nun ilk camii örneklerinden birisidir (URL- 3 2017). Tokat'ın Pazarcık Mahallesi'nde bulunan camii, merkezi plan şemasını yansıtmaması bakımından, Anadolu'daki tarihi camiler arasında önemli bir yere sahiptir (Şekil 2), (TVBM).



Şekil 2. Garipler Camii plan ve kesiti (TVBM)
Figure 2. Garipler Mosque plan and section

Camii dıştan dışı 18.70-18.80 m boyutları ile karesel bir plana sahiptir (Şekil 2). Ana kubbe, 8 adet sütun üzerine oturtulmuş olup, köşe sütunlar 75x75 cm kare kesitli kesme taşla, ara sütunlar 55 cm çapında ve yekpare taşlardan yapılmıştır. Ana kubbe dışında kalan kısımlar tonozlarla geçilmiştir. Renkli çinilerle süslenen caminin orijinal olan minaresi, 11. yüzyıl Türk tuğla işçiliğinin güzel örneklerinden birisi kabul edilmektedir (Şekil 3), (URL- 4 2017). Yapı 1980 yılında Vakıflar Genel müdürlüğü tarafından restore edilmiştir.



Şekil 3. Garipler camii günümüzdeki hali, (URL- 4 2017)
Figure 3. The present state of the Garipler Mosque

2. Materyal ve Yöntem

Tarihi yapıların onarım ve güçlendirmesinde yapısal davranışının yeterli doğrulukta belirlenebilmesi ve uygun güçlendirme yönteminin seçilmesi yapısal problemlerinin tespit edilip çözülmesi noktasında hayati önemi haiz ayrıntılardır. Bu bakımdan, tarihi yapıların analizi, bazı yönleri ile betonarme ve çelik yapıların analizinden farklı olabilmektedir (Ünay, 2002). Bu tür yapılarda, yapısal eleman boyutlarını tam olarak belirlemek yapı elemanının kesit ölçülerindeki süreksizlikler sebebi ile neredeyse mümkün değildir. Ayrıca, taşıyıcı sistem elemanlarına ait birleşim detaylarının modellenmesi oldukça zordur. Benzer şekilde, tuğla-harç ve taş-harç birleşimlerinde gerçek mekanik özelliklerin ve sınır gerilme değerlerinin elde edilmesi oldukça zahmetlidir. Bu tür belirsizlikler, tarihi yapıların modellenmesinde, analizinde ve sonuçların değerlendirilmesinde ortaya çıkan zorluklardandır (Küçükdoğan ve ark. 2010; Lourenço ve ark. 1995). Tarihi yapıların değerlendirilmesinde, sayısal modellerin oluşturulması ve bu modeller ile yapılan analizler güvenilir bir yöntem olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, yapı sonlu elemanlar modeli aşağıdaki parametreler dikkate alınarak oluşturulmuştur.

- Analizler Sap2000 v19.0.0 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. (CSI 2013).
- Yapıda kullanılan malzemelerin (taş, tuğla ve harç bileşimleri) doğrusal elastik özelliklere sahip olduğu kabul edilmiştir.
- Yapıyı oluşturan elemanların iç kısımlarının malzeme özelliklerini belirlemek mümkün olmadığından, elemanların dış yüzeylerindeki malzeme özelliklerinin, kesitin her yerinde aynı olduğu varsayılmıştır.
- Yapıdan malzeme örneği alınıp deney yapılamadığından, sayısal modelde literatürde benzer malzemeler için verilen değerler kullanılmış ve bu değerler Tablo 1'de verilmiştir (Toker ve ark. 2015; Toker ve ark. 2004; Küçükdoğan ve ark. 2010).
- Tuğla-harç ve taş-harç birleşimlerinin birlikte aynı eleman özelliği gösterdiği varsayımıyla elastisite modülü ve birim ağırlık kabulleri yapılmıştır (Lourenço ve ark. 1995; URL-5 2017)
- Yapının dinamik analizinde 1999 yılı Kocaeli depremine ait ivme kayıtları kullanılmıştır.
- Bütün analizlerde geometrik nonlineerite dikkate alınmıştır.

Çizelge 1. Malzeme özellikleri

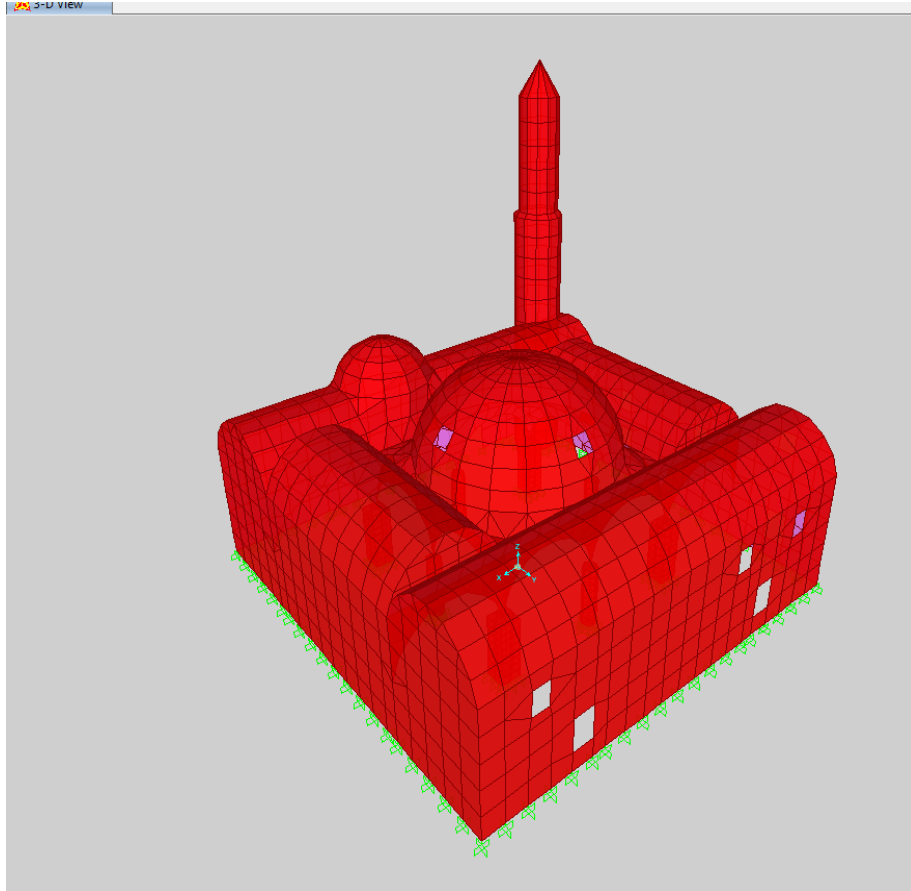
Table 1. Material properties

Malzeme	Elastisite modülü (MPa)	Özgül ağırlık (kN/m ³)	Poisson Oranı
Tuğla-Harç	4500	18	0,2
Taş-Harç	4500	24	0,2

2.1. Nümerik Analiz

Diğer yapılar gibi tarihi yığma yapıların üç boyutlu modellenmesinde en gerçekçi yaklaşım sonlu elemanlar yöntemidir (Altunışık ve ark. 2016; Şeker ve ark. 2013). Bu yöntemle modellenerek analiz edilen yapıların, her türlü yükleme altındaki davranışını yapısal analiz programlarının oluşturdukları renk kodlu haritalar yardımıyla tespit etmek mümkün

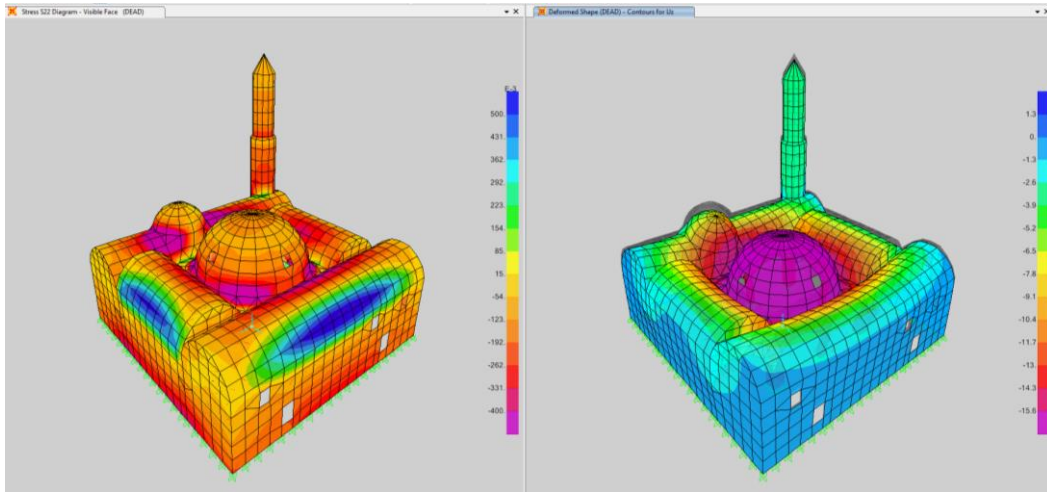
olmaktadır (Toker ve Ünay, 2004; Şeker ve ark. 2013; Doğangün ve ark. 2008). Kabuk ve solid elemanlar kullanılarak yapılan sayısal model 6490 düğüm noktası, 1695 kabuk eleman ve 384 solid elemandan oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Sonlu elmanlar modeli
Figure 4. Finite element model

2.1.1. Statik Analiz

Tarihi yığma yapılar, genel olarak tuğla yada taş kullanılarak büyük kesitlerle inşa edildiklerinden, oldukça ağır yapılar olup, servis ömürleri boyunca bu ağır yüke maruz kalmaktadırlar. Bu sebeple bu çalışmada öncelikle yapı kendi ağırlığının etkin olduğu statik analiz gerçekleştirilmiştir. Statik analiz sonucu elde edilen düşey yer değiştirme ve normal gerilme dağılımı sonuçları, Şekil 5’de verilmiştir. Yapıda ortaya çıkan normal gerilme dağılımı incelendiğinde, gerilme yığılmalarının, tonoz-duvar birleşimleri ve pandantif-kubbe birleşim kesitlerinde oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 5a). Bu bölgelerin dış yüzeylerinde, en büyük çekme gerilemelerinin 0,5-0,65 MPa aralığında oluştuğu görülürken, buna karşı basınç gerilemelerinin, aynı kesitlerin iç yüzeylerinde 1,35 MPa ile maksimum değere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu yükleme için, cami minaresinde maksimum gerilemeler, beklendiği gibi minare duvarının mesnetlendiği taban kısmında ortaya çıkmıştır. Maksimum yer değiştirme düşey yönde ve 17,8 mm ile yapının orta kubbesi tepe noktasında hesaplanmıştır (Şekil 5B)



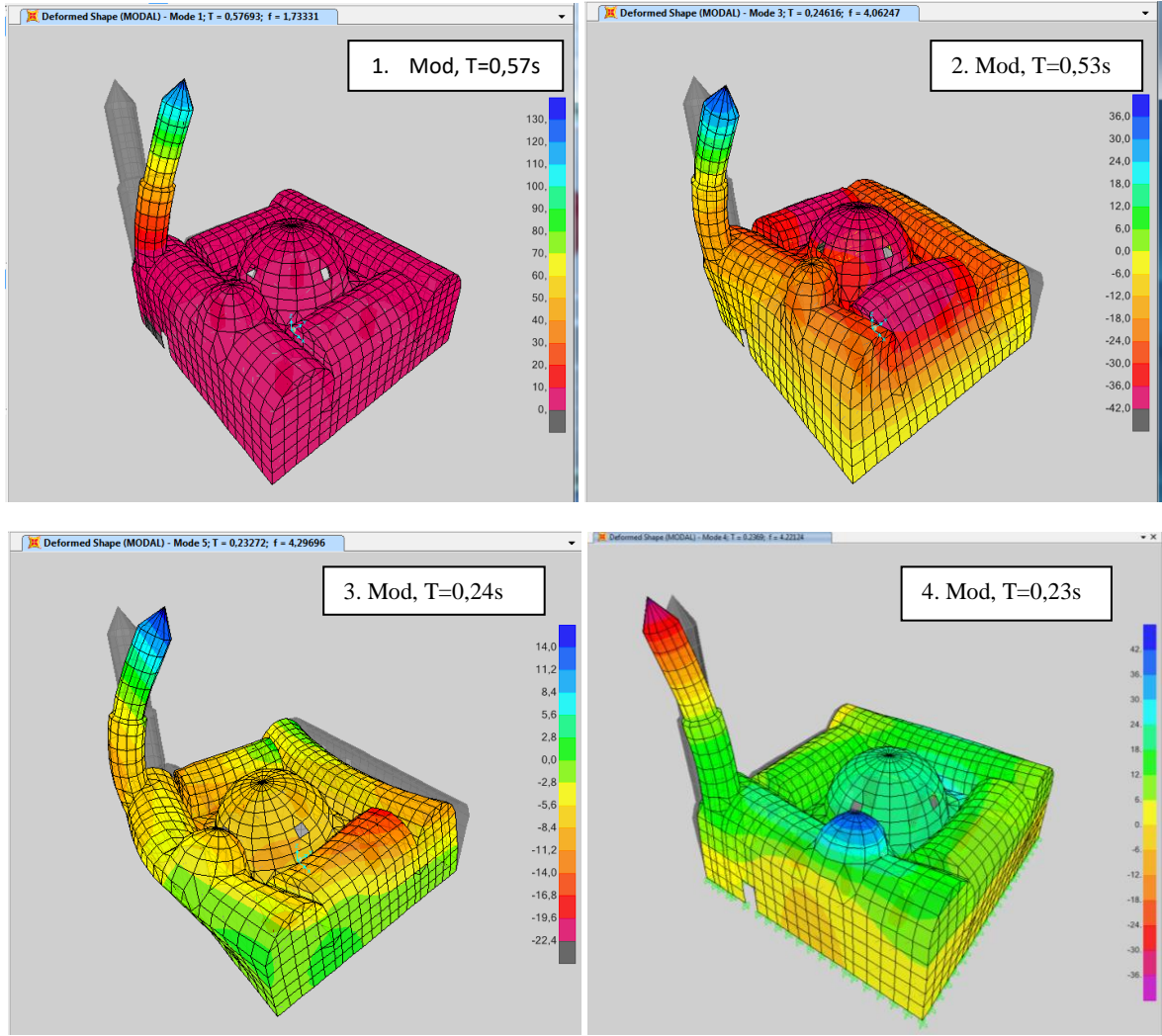
Şekil 5. Statik analiz sonucu (a) gerilme dağılımı (b) yer değiştirmeler
Figure 5. Static analysis result (a) stress distribution (b) displacements

2.1.2. Modal Analiz

Modal analiz dinamik analizden önce gerçekleştirilmiştir. Analizde, deprem yönetmeliğinde öngörülen yeterli kütle katılım oranının sağlanabilmesi için, 60 titreşim modu dikkate alınmıştır. Analizden elde edilen titreşim periyotları ve kütle katılım oranları, Tablo 2’de verilmiştir. Tablodaki değerler dikkatlice incelendiğinde, ilk iki moda ait periyot değerlerini, yapının genel rijitliği ile kıyaslandığında daha narin olan minarenin belirlediği görülmektedir. 3. Mod ve sonrasının, yapının ana külesine ait davranışı yansıttığı düşünülmektedir. Etkili kütle katılımın yaklaşık %70’ini oluşturan ilk 5 mod yapının sismik davranışına ait genel eğilimi vermektedir. Yapıya ait mod şekilleri Şekil 6’da görülmektedir.

Çizelge 2. Periyotlar ve kütle katılım oranları
Table 2. Periods and mass participation rates

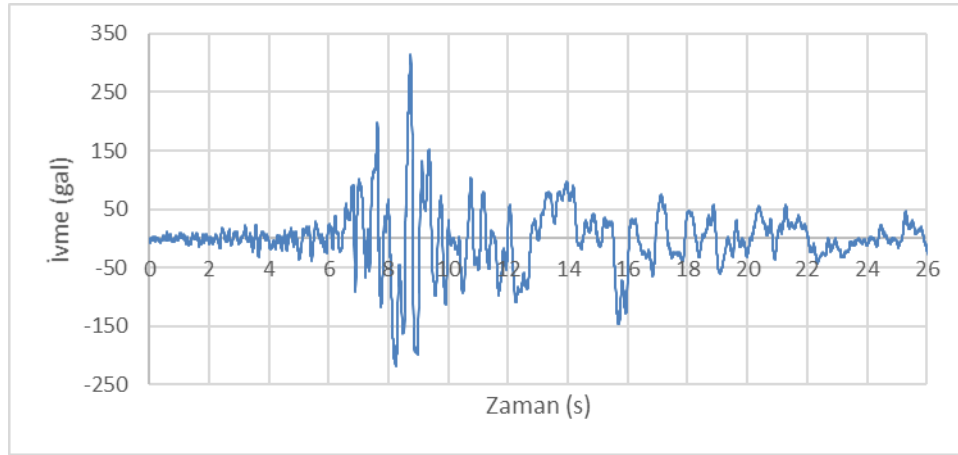
Mod	Periyot (s)	Kütle Katılım Oranları	
		X doğrultusu	Y doğrultusu
1	0,57	0,03	0,04
2	0,53	0,06	0,06
3	0,24	0,63	0,11
4	0,23	0,65	0,18
5	0,23	0,68	0,70
60	0,09	0,87	0,88



Şekil 6. İlk dört moda ait mod şekilleri ve periyotlar
Figure 6. Mod shapes and periods of the first four modes

2.1.3. Dinamik Analiz

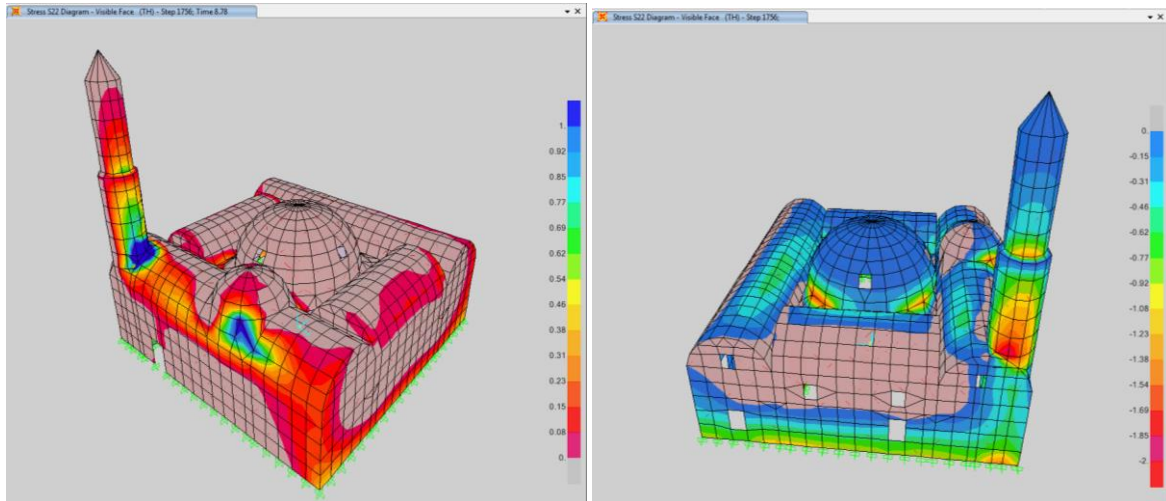
Garipler camii Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanan Türkiye Deprem Bölgeleri haritasına göre 1.derece deprem bölgesinde bulunmaktadır (AFAD). Dinamik analiz zaman tanım alanında gerçekleştirilmiştir. Yöntem, zamanla değişen yükler için yapı performansının izlenip değerlendirilebilmesi bakımından önemlidir. Analizde aynı fay hattının ürettiği 1999 yılında gerçekleşen Kocaeli depremi kayıtları dikkate alınmıştır. Deprem esnasında Düzce istasyonu tarafından alınan ivme kayıtlarının Kuzey-Güney bileşeni (Şekil 7) ölçeklendikten sonra kullanılmıştır. Dinamik analiz öncesinde gerçekleştirilen statik analiz sonuçları, zaman tanım alanında hesap için başlangıç durumu olarak tanımlanmıştır.



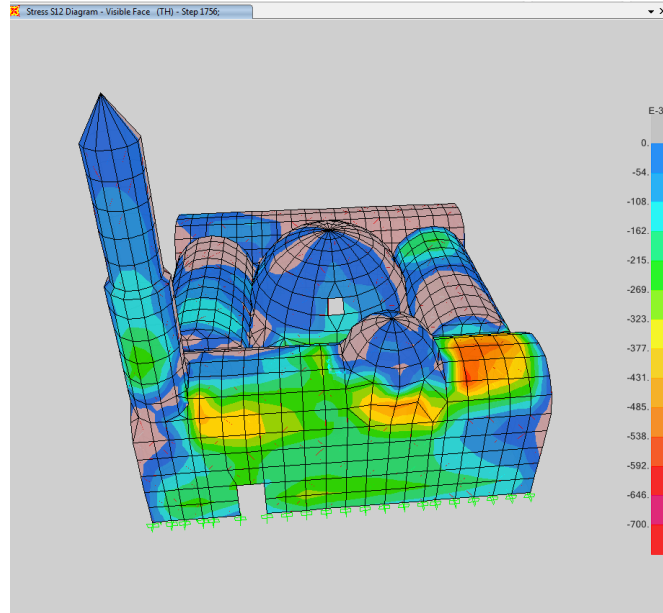
Şekil 7. Kocaeli depremi kuzey-güney bileşeni
Figure 7. North-south component of Kocaeli earthquake

Dinamik analiz sonucuna göre en büyük yatay yer değiştirme minare tepesinde 81 mm olarak gerçekleşmiştir. Analiz sonucunda elde edilen normal gerilme dağılımı Şekil 8'de verilmiştir. Kritik çekme gerilmeleri minare tonoz birleşim kesitinde ortaya çıkmış ve 1,6-1,8 MPa aralığında hesaplanmıştır. Ayrıca tonoz üstü kubbe-tonoz birleşim kesitinin de çekme gerilmeleri bakımından kritik olduğu tespit edilmiş olup, gerilmeler 1,0-1,2 Mpa aralığında hesaplanmıştır. Kritik basınç gerilmesi aynı zaman adımı için yine minarenin tonoz ile birleşim noktasında ve tam tersi yönde 2,0-2,2 Mpa aralığında hesaplanmıştır.

Yığma yapıların deprem performansının değerlendirmesinde önemli bir parametrelerden birisi de kayma gerilme değerleri ve dağılımıdır. Yapı bu değerler açısından incelendiğinde maksimum kayma gerilmelerinin 0,85 MPa olarak tonoz üst kısımlarında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 8. Deprem yüklemeleri sonucu meydana gelen normal gerilme haritası
Figure 8. Normal stress map as a result of earthquake loads



Şekil 9. Deprem yüklemeleri sonucu meydana gelen kayma gerilmeleri haritası
Figure 9. Shear stress map as a result of earthquake loads

3. Bulgular ve Tartışma

Bu bölümde sayısal analiz sonuçları tartışılmıştır. Yapı, statik, modal ve dinamik olmak üzere üç farklı analize tabi tutulmuştur. Dinamik analiz zaman tanım alanında gerçekleştirilmiş olup, analizde Kocaeli deprem kayıtları ölçeklenerek kullanılmıştır. Analizler malzeme bakımından doğrusal, geometri bakımından doğrusal olmayan kabul edilmiştir.

Statik analiz sonuçları düşey yer değiştirmeler bakımından incelendiğinde, yapı orta kubbesinin beklendiği şekilde en büyük yer değiştirme yapan bölüm olduğu görülmektedir. Minarenin camii ana kütleyle bütünleşik olması sebebiyle, ana kütlemin düşey hareketinin minareyi yatay ve düşey doğrultuda yer değiştirmeye zorladığı görülmektedir. Statik analiz sonucu minarenin 6,8 mm yatay, 3,2 mm düşey yer değiştirme yaptığı hesaplanmıştır. En büyük çekme gerilmesi tonoz-duvar ve pandantif-kubbe birleşim kesitlerinde ortaya çıkarken, basınç gerilmeleri aynı kesitlerin diğer yüzlerinde görülmektedir. En büyük çekme ve basınç gerilmesi sırasıyla 0,65 MPa ve 1,35 MPa olarak hesaplanmıştır.

Yapının ana kütleminin davranışını yansıtan 3. Mod şekli incelendiğinde, kenar duvar-tonoz birleşimleri ile kubbe-pendantif birleşimlerinin yer değiştirme bakımından riskli bölümler olduğu görülmektedir. Olası bir deprem esnasında minarenin yapacağı ötelenme ana yapıya göre daha fazla olacağından, tonoz-minare birleşiminde yapısal hasarların oluşabileceği düşünülmektedir.

Dinamik analiz sonuçlarına göre minare-tonoz birleşim kesitinin yapı güvenliği açısından kritik kesitler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kubbe mesnetlerinde basınç gerilmeleri bakımından yığılmaların olduğu açıkça görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre, en büyük ötelenme, minare tepesinde, yaklaşık 81 mm olarak hesaplanmıştır. Yapının ana kütleminde maksimum ötelenme orta ana kubbede ortaya çıkmış ve 12 mm olarak hesaplanmıştır. Minare gövdesinin ana yapı ile bütünleşik olmasının yapısal davranış üzerindeki etkisi ve buna bağlı olarak yapının tepkisi analiz sonuçlarında açıkça gözlenebilmektedir.

4. Sonuç

Bu çalışmada Tokatta bulunan ve Anadolu'nun ilk cami örneklerinden biri olan garipler caminin sismik performansı değerlendirilmiştir. Bu yapının olası bir depremde davranışını inceleyebilmek amacıyla birçok sonlu elemanlar analizi gerçekleştirilmiştir. Detaylı analizler yapıyı etkileyen deformasyonların tonoz minare birleşim kesitlerinde ve tonoz kubbe birleşimlerinde belirgin olarak ortaya çıktığını göstermiştir. Aynı zamanda bu kesitlerin normal gerilme yığılmaları açısından da kritik değerlere ulaştığı analiz sonucunda tespit edilmiştir. Buna ilave olarak normal gerilmelerin orta kubbeyi taşıyan pandantiflerde de etkili olduğu görülmüştür. Yığma yapılar için kritik önemi olan bir diğer parametre kayma gerilmeleridir. Bu açıdan incelenen yapıda kayma gerilmelerinin de minarenin bulunduğu tonozda ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Plan açısından Simetrik bir forma sahip olan yapıyı benzerlerinden ayıran özellik minarenin yapıyla bütünleşik olmasıdır. Bu durum yapının gerilme dağılımlarını önemli ölçüde değiştirmekte, böylelikle minarenin bağlandığı tonozu hasar görme riski açısından kritik duruma getirmektedir. Bu durum yapı için gelecekte planlanacak restorasyon çalışmada göz önüne alınması gereken bir ayrıntıyı oluşturmaktadır. Yapılacak çalışmalarda minare ile tonozun birbiriyle etkileşimini en aza indirecek detaylar çalışılmalıdır. Bu çalışmanın ve çalışmada elde edilen sonuçların diğer çalışmalara ilham kaynağı olacağı ve cesaretlendireceği düşünülmektedir.

Teşekkür

Yapıya ait rölövelerin ve diğer bilgilerin temininde katkı sunan Tokat Vakıflar Bölge Müdürlüğü'ne ve Yük. Mimar Özkan Öner'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- AFAD: Republic of Turkey Prime Ministry, Disaster and Emergency Management Presidency, Earthquake Department, http://www.depem.gov.tr/sarbis/Shared/Deprem_Haritalari.aspx, [Erişim 23.07.2017].
- Altunışık, A.C., Bayraktar, A. and Genç A.F., 2016. A study on seismic behaviour of masonry mosques after restoration, *Earthquakes and Structures*, 10(6), 1331-1346.
- CSI, (Computers and Structures Inc.) SAP2000, 2013. Structural Analysis Program; Ver.19.0, Berkeley, California, USA.
- Çavuş M., ve Dayı M., 2013. Tarihi Niksar Kırk Kızlar Türbesinin Sismik Davranışı, *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 2013(2), 25-34.
- DBYBHY, (Afet Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik), 2007. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, s 86-90.
- Dogangun A., Acar R., Sezen H., Livaoglu R., 2008. Investigation of Dynamic Response of Masonry Minaret Structures, *Bull Earthquake Engineering*, 6(3), 505-517.
- Küçükdoğan, B., Kubin, J., Ünay, A., İ., 2010. Seismic Assessment of Monastery of Stoudios (Imrahor Mosque) in İstanbul, Switzerland, *Advanced Materials Research*, 133(134), 721-726.
- Lourenço P.B., Rots. J.G., Blaauwendraad, J., 1995. Two ap-proaches for the analysis of masonry structures: micro and macro-modeling. *HERON*, 40(4), 313-340.
- Şeker B., Ş., Doğançın A., Çakır F., 2013. Merzifonlu Kara Mustafa Paşa Cami Taşıyıcı Sistemi Üzerine İrdeme, *SDÜ Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 5(1), 112-120.
- Toker, S. Kubin, J., Ünay, A., İ., 2015. Seismic behaviour of historical masonry buildings with irregular geometry, *Gradevinar*, 67(2), 151-158.
- Toker, S., Ünay, A. İ., 2004. Kemerli Taş Köprülerin Matematiksel Modellenmesi ve Sonlu Elemanlar Yöntemiyle Analizi, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, Ankara, 17(2), 129-139.
- TVBM, Tokat Vakıflar Bölge Müdürlüğü Arşivi.
- URL-1, <http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/bilgipaket/depem/743.html>, [Erişim 13.09.2017].

- URL-2, <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-verileri/deprensellik-haritalari/turkiye7/>, [Erişim 06.08.2017].
- URL-3, <http://www.islamansiklopedisi.info/dia/pdf/c08/c080341.pdf>, [Erişim 09.09.2017].
- URL-4, <http://tokatta.com/garipler-camii/>, [Erişim 19.09.2017].
- URL-5, <https://www.researchgate.net/publication/289195463>, Micro and macro finite element modeling of brick masonry panels subject to lateral loading [Erişim 01.10.2017].
- Ünay, A.İ., 2002. Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı, O.D.T.Ü Mimarlık Fakültesi, Ankara, Türkiye, 321ss.