Alaca Minare Mescidi Yapısal Performansının İncelenmesi

Burçin Şenol Şeker*

Öz

Tarihi dönemler içerisinde Merzifon ve yöresi önemli yerleşim alanları olarak dikkat çekmektedir. Bu bölgede yerleşimin artması ile birlikte, şehircilik hareketlerinde hızlanma görülmüş ve farklı medeniyetler tarafından birçok farklı eser inşa edilmiştir. Son olarak Osmanlı hakimiyeti yıllarında Merzifon'da, medrese ve külliye tipi yapılarla birlikte daha çok cami ve mescid türünde yapılar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, bu yapı tiplerinden birisi olan Alaca Minare Mescidi yapısal performansının belirlenmesi amacı ile detaylı incelemeye tabi tutulmuştur. Mescidin üç boyutlu modeli, bilgisayar ortamında oluşturulmuş, daha sonra bu model statik ve deprem analizlerini içeren dinamik analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan bu analizlerle, yapının boyut yeterliliği ve deprem etkisi altındaki yapısal performansı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bu bilgilere bağlı olarak, caminin olası deprem etkisinde zorlanabilecek ve hasara uğrayabilecek bölümleri ile ilgili bir fikir verilmek amaçlanmıştır. Çalışmada, hasara uğraması muhtemel bu bölgelerin, uygun tekniklerle restorasyonun yapılması gerektiği önerilmiştir.

Keywords: Merzifon, Alaca Minare Mescidi, Yapısal Performans, Statik ve Dinamik Analiz

Investigation of the Structural Performance of Alaca Minaret Mosque

Abstract

Merzifon and its region are attracting notice as important residential areas during historical periods. With the increase of the settlement in this region, acceleration in movement of urban has occured and many different structures have been built by different civilizations. Finally at Merzifon Ottoman dominance years, not only the madrasas and complex, but also little or big mosques have emerged. In this study, one of these called Alaca Minaret Mosque has been subjected to detailed examination in order to determine its structural performance. Three-dimensional model of the mosque was built on a computer, then this model has been subjected to static and dynamic analysis which includes seismic analysies. With these analysies, it was aimed to determine the size adequacy and structural performance of the mosque under earthquake effect. Depending on the information obtained, it is intended to give an idea about the parts that can be damaged under the effect of a possible earthquake. Also in this study, restoration of mosque parts which can subject to possible damage during an earthquake, with appropriate techniques of restoration was proposed.

Anahtar Kelimeler: Merzifon, Alaca Minaret Mosque, Structural Performance, Static and Dynamic Analysis

* Yrd. Doç. Dr., Amasya Üniversitesi, Merzifon Meslek Yüksek Okulu, Merzifon/Amasya; senol.seker@amasya.edu.tr

Giriş

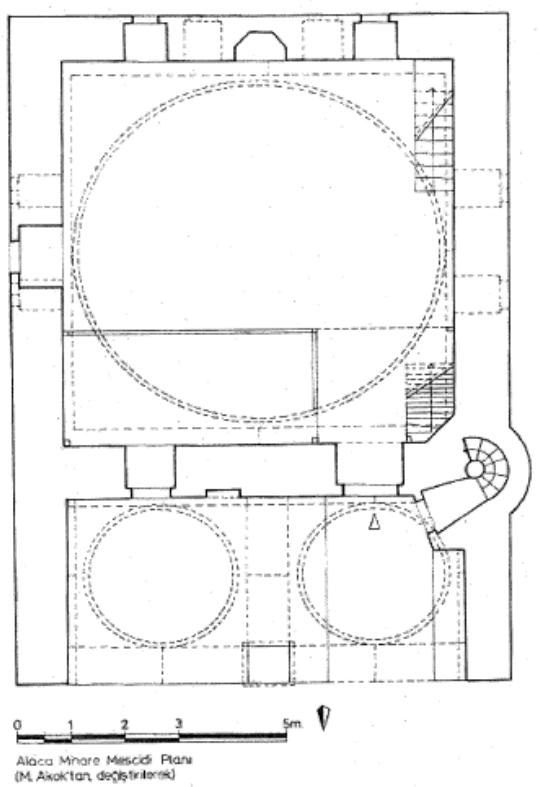
Karadeniz bölgesinin orta kısmında ana yolların kavşak noktasında yer alan Merzifon ilçesi, tarihî dönemler boyunca önemli bir yerleşim merkezi olarak göze çarpmaktadır. İlçede bulunan eserlerden günümüze ulaşan birçok eser Osmanlı hakimiyeti yıllarından kalmadır. Bu yıllarda da ibadet mekanı olarak daha çok yığma tarzda kubbeli camiler inşa edilmiştir. Bu tarz eserlerin geleceğe güvenle devredilebilmeleri için, detaylı statik ve dinamik analizlerinin yapılarak, olası hasar bölgelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla araştırmada, Merzifon' da bulunan tarihi eserlerden biri olan Alaca Minare Mescidi yapısal özellikleri ve performansı açısından incelenmiştir.

Yöntem

Alaca Minare Mescidi, Merzifon ilçesinde Hacı Balı Mahallesi'nde kuzey doğuya meyilli bir arazi üzerine yerleştirilmiştir. Tapu kayıtlarında 529 Ada 47 parselde yer almaktadır. Ana giriş kapısı üzerine yerleştirilen kitabe kaydına göre, Sultan II. Mehmed'in oğlu Sultan II. Bayezid zamanında Miladi 1500 yılında yaptırılmıştır. Tuğla örgülü minaresinin rengine ithafen halk arasında Alaca Minare Mescidi adı ile bilinmektedir. Mescid, kare planlı olup, kuzey yanında son cemaat yeri bulunmaktadır (Plan: Çerkez, 2007: 144). Ana taşıyıcı duvarların üstünde sekizgen plana sahip kasnak kısmı ve onun üzerinde de ana kubbe bulunmaktadır. Son cemaat mahalli, tuğladan örülmüş sivri kemerlere sahip iki adet gözden oluşmakta olup üzeri iki adet eş büyüklükte kubbe ile kapatılmıştır. Bu bölümün iç kısmı, ortadaki sütun ayağından güneye uzanan basık bir kemer ile iki eş kare parçaya ayrılmış ve kubbeye geçiş pandantifle sağlanmıştır. Cami minaresi batı cephede ana kütleye kaynaşmış halde tuğladan inşa edilmiştir. Mescit yapı malzemesi az miktarda kesme taş, ağırlıklı olarak moloz taştır. Kubbeler, pandantifler ve diğer geçiş elemanları ise tuğla malzemeden inşa edilmiştir. Kubbeler kurşun levhalarla kaplanmışlardır. Mescit pencereleri, güneyde dört, batı cephede iki, doğu cephede ise üç adettir. Batı, doğu ve güney cephelerindeki üst pencereler aynı boyutlarda olup, üst kısımları sivri kemerli bir yapıya sahiptir. Cephelerin alt kısımlarında bulunan pencereler dikdörtgen formlu olmasına rağmen, üst kısımlarında gizli kemer sistemine sahiptirler. Pencerelerin etrafı kesme söve taşlarıyla çevrelenmiş olup uçları bu sövelere sabitlenmiş demir parmaklıklara sahiptirler. Kare gözlere sahip bu demir ağ örgüsü düğüm noktalarında prizmatik lokmalarla birbirlerine bağlıdırlar (Çerkez, 2005:.228). Mescit genel görünümü Resim 1 ve Şekil 1'de görülmektedir.



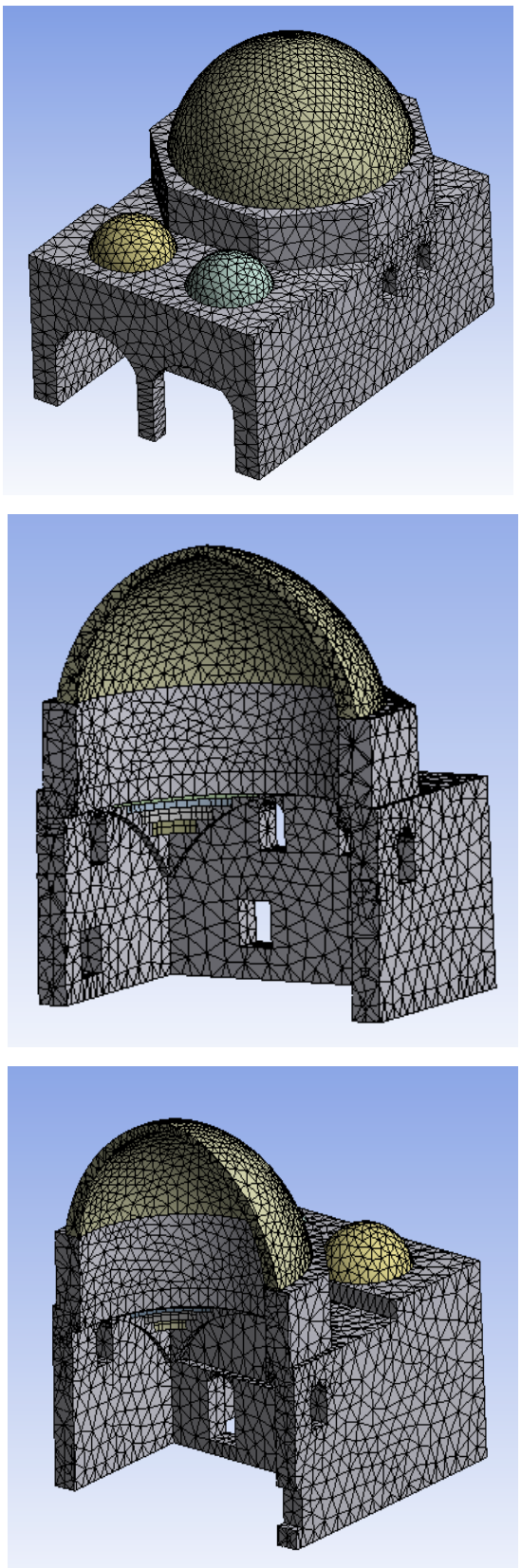
Resim 1. Alaca Minare Mescidi dış görünüm



Şekil 1. *Mescit genel görünümü ve planı* (Çerkez, 2007:144)

Yapı üzerinde gerçekleştirilmesi gereken analizler için, *ANSYS Workbench* ortamında yapının üç boyutlu modeli oluşturulmuştur. Yapının ana kubbe ile son cemaat mahallindeki kubbelerine ve kemerlerine tuğla malzeme özelliği, diğer bölümlerine taş malzeme mekanik özellikleri atanmıştır. Analizlerde yapının bütününü ele alan makro modelleme tekniği kullanılmıştır. Mekanik özelliklerin değerleri ve atandıkları bölümler Tablo 1 de verilmektedir.

Yapının üç boyutlu sonlu eleman modeli Şekil 2 de görülmektedir. Oluşturulan sonlu eleman modelinin değişik açılardan kesitleri ve sonlu eleman ağı yine aynı şekilden görülebilmektedir.



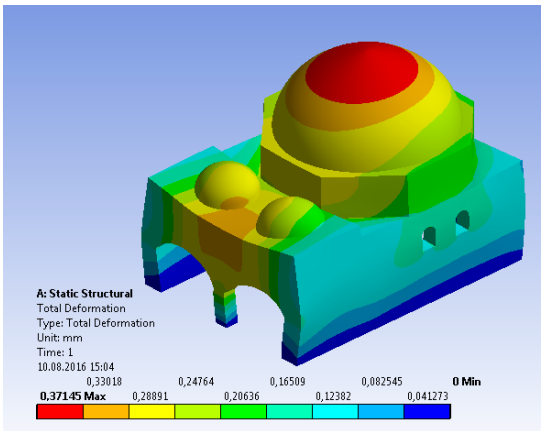
Şekil 2. *Cami sonlu eleman modeli*

Tablo 1. *Camide Kullanılan Malzemelerin Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri*

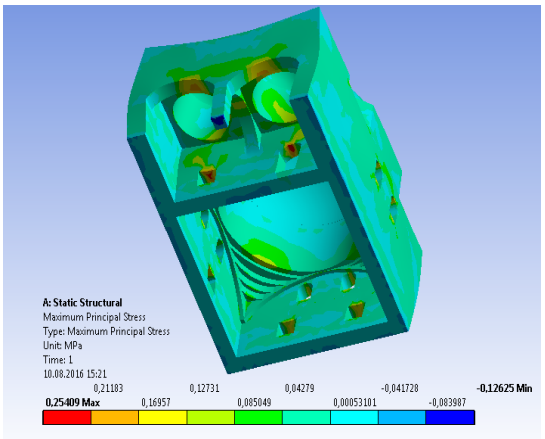
Mescid Bölümü	Elastisite Modülü (MPa)	Poisson Oranı	Birim Hacim Ağırlığı (kg/m³)	Ortalama Basınç Dayanımı (MPa)	Ortalama Çekme Dayanımı (MPa)
Ana Kütle (Duvarlar ve Son Cemaat Kısmı)	4803	0,17	2350	48,03	7,50
Kubbeler ve Son Cemaat Mahalli Kemerleri	1605	0,15	2032	16,05	2,65

Bulgular

Mescit üzerinde gerçekleştirilen analizlerde 20 düğüm noktalı, her düğüm noktasında 3 serbestlik derecesine sahip olan *Solid186 elemanı* sonlu eleman tipi olarak kullanılmıştır. Ana minare modele katılmamış ve malzemede lineer elastik kabul yapılmıştır. Elde edilen deformasyon ve gerilmeler, model üzerinde ortalama değerleri ile gösterilmiştir. İlk önce statik analiz sayısal model üzerinde gerçekleştirilmiştir.



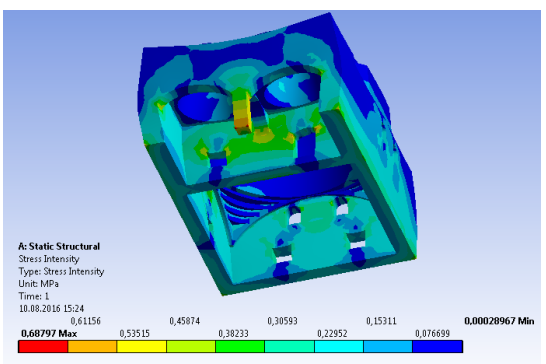
Şekil 3. *Toplam deformasyon dağılımı*



Şekil 4. *Maksimum çekme gerilmesi dağılımı*

Kendi öz ağırlığı etkisi altında mescide meydana gelen deformasyon değerlerinin renkli dağılımı Şekil 3'te görülmektedir. Deformasyonların kubbe tepe noktasında maksimum değerlere ulaştığı, ayrıca son cemaat mahalli kemerlerini taşıyan ayak ve üst noktalarında deformasyon değerlerinin yüksek değerler aldığı belirlenmiştir. Maksimum deformasyon değeri 0,371 mm olarak okunmaktadır.

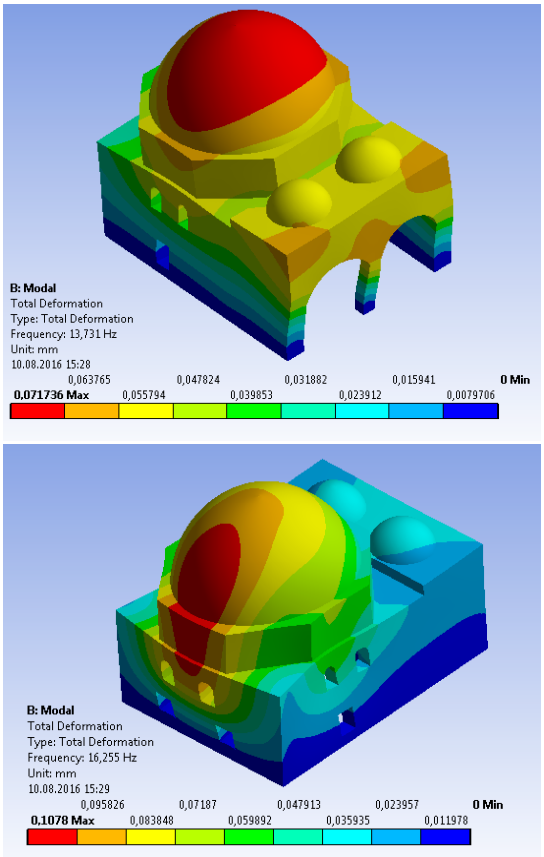
Aynı analiz altında oluşan maksimum çekme gerilmelerinin dağılımı Şekil 4'te görülmektedir. Ana kubbenin pandantiflere oturduğu mesnet noktaları, giriş kapısı kilit taşı civarı ve son cemaat mahalli kemer tepe noktaları, çekme gerilmelerinin yüksek değerlere ulaştığı noktalar olarak göze çarpmaktadır. Maksimum değer ise 0,25 MPa olarak belirlenmiştir.



Şekil 5. *Gerilme yoğunluğu dağılımı*

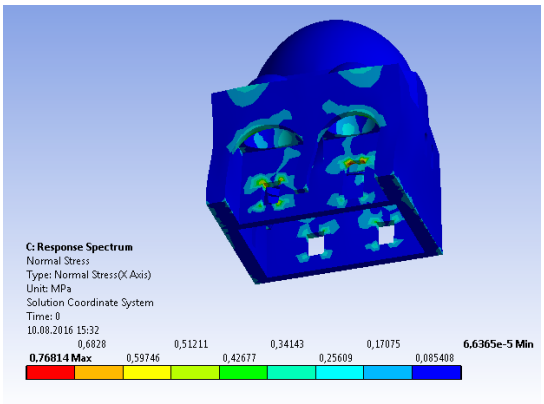
Zati yük altındaki gerilme yoğunluğu dağılımı Şekil 5'te verilmektedir. Bu dağılımın incelenmesinden maksimum (gerilme) yığılmaların giriş kapısı ve son cemaat mahalli kemerlerini taşıyan sütun üzerinde olduğu görülmektedir. Maksimum değer

0,69 Mpa olarak tespit edilmiştir. İkinci analiz olarak mescidin modal analiz altında serbest titreşim şekillerinin tespiti yapılmıştır.



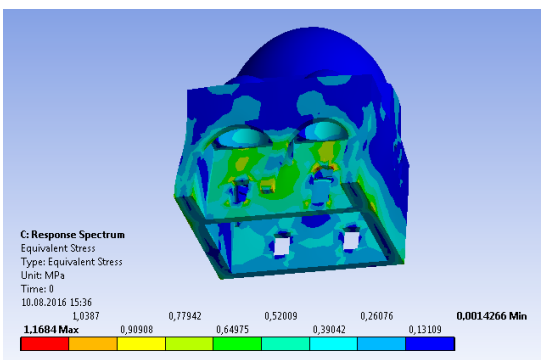
Şekil 6. İlk iki *mod şekli*

Model üzerinde gerçekleştirilen dinamik analizin bir bölümünü teşkil eden modal analiz de, mescidin serbest titreşim şekilleri ve periyot değerleri belirlenmiştir. Toplam kütlenin % 90'nını kapsayacak şekilde yapılan analiz neticesinde belirlenen etkili iki mod şekilleri Şekil 6 da gösterilmiştir. Bu modlar her iki doğrultuda öteleme olarak ortaya çıkmaktadır. İlk modda zorlanan kısımlar ana kubbe, son cemaat mahalli sütunu ve doğu-batı cepheleridir. Yatay ötelenme ile bu bölümlerde gerilme artışı ve büyük deformasyonlar beklenebilir. Depremin yönüne göre etkili olabilecek diğer mod şekli, kuzey güney doğrultusunda öteleme olarak görülmektedir. Bu yöndeki öteleme hareketi ile güney cephesi duvarı dışarıya doğru ötelenmeye zorlanmakta, bu hareketle birlikte güney duvarından yukarıya doğru ana kubbeye kadar deformasyonlar artmaktadır. Olası bir depremde, bu bölümlerde hasarlar beklenebilir. Son analiz olarak tepki spektrumu ele alınmıştır.



Şekil 7. *Normal gerilme dağılımı*

Yapılan analiz neticesinde oluşan gerilme değerleri ve dağılımı Şekil 7 de görülmektedir. Bu yönde meydana gelecek bir dinamik etki neticesinde, ana giriş kapısı üzerinde maksimum gerilmelerin oluştuğu ve 0,77 MPa değerini aldığı görülmektedir. Mescidin bu bölümlerinin deprem etkisinde hasar alabileceği ortaya çıkmaktadır. Ana giriş kapısı üzerinde hali hazırda mevcut olan bozulmalar, bölgede meydana gelmiş depremin bıraktığı bir etki olarak belirlenmektedir.



Şekil 8. *Eşdeğer gerilme dağılımı*

Mescit modeli üzerinde oluşan eşdeğer gerilme dağılımı ve değerleri Şekil 8'de görülmektedir. Şeklin incelenmesinden, ana giriş kapısı üst kısımları, bu cephedeki duvar ve son cemaat yeri ana taşıyıcı sütunu gerilmelerin yoğunlaştığı bölgeler olarak ele alınmaktadır. Deprem etkisi ile bu bölgelerde zorlanmalar ve bozulmalar ortaya çıkabilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Mevcut inceleme kapsamında, mescit üzerinde statik ve dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Statik durumda, ana giriş kapısı üst kısımları ile son cemaat mahalli taşıyıcı sütununun gerilmelerin yoğunlaştığı bölgeler olduğu görülmektedir. Dinamik analizler neticesinde ise, mescit serbest titreşim ötelenmelerinin her iki ana ortogonal yönde yüksek kütle katılım oranları ile gerçekleştiği belirlenmiştir. Kuzey-güney doğrultusundaki ötelenme hareketini, genelde bu tür tarihi eserlerde mevcut olmayan yan duvarlar kısıtlamakta, bu durum da güney cephesi duvarının düzlem dışı zorlanmasını arttırmaktadır. Bunun neticesi olarak bu bölgelerin hasar görebileceği tespit edilmektedir. Nitekim mevcut kaynakta (Çerkez, 2005:229) bu duvarda çatlakların mevcudiyetinden bahsedilmektedir. Analiz sonuçlarının gerçek durumla örtüşmesi, çalışmanın önemini arttırmaktadır. Bunlara ilaveten gerçekleştirilmiş olan doğu batı doğrultusundaki tepki spektrumu analizinde, zarar görmesi muhtemel bölgeler olarak, son cemaat mahalli revak kısmı ve ana giriş kapısı üst kısımları görülmektedir. Mescid mevcut durumundan bu bölgelerdeki hasarlar görülebilmektedir. Yapılan bu çalışmanın bu tür eserlerin restorasyon işlerinde yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Kaynaklar

ANSYS (2014). *Finite Element Analysis Program.* USA

Çerkez, Murat (2005). *Merzifon'da Türk Devri Mimari Eserleri.* Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, Ankara.

Çerkez, Murat (2007). *Merzifon Alaca Minare Mescidi*. Dini Araştırmalar Dergisi, C.10: s. 28. Ankara.

Taşan, A. Aziz (1979). *Dün'den-Bugüne Merzifon*. Merzifonlular Yardımlaşma Derneği Yay. İstanbul.