

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TARİHİ CAMİ VE MİNARELERİN DENEYSEL DİNAMİK
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE RESTORASYON
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

DOKTORA TEZİ

İnş. Yük. Müh. İsmet ÇALIK

**NİSAN 2017
TRABZON**



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
İsmet ÇALIK tarafından Hazırlanan**

**TARİHİ CAMİ VE MİNARELERİN DENEYSEL DİNAMİK
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE RESTORASYON ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 /03/2017 gün ve 1695 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
DOKTORA TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

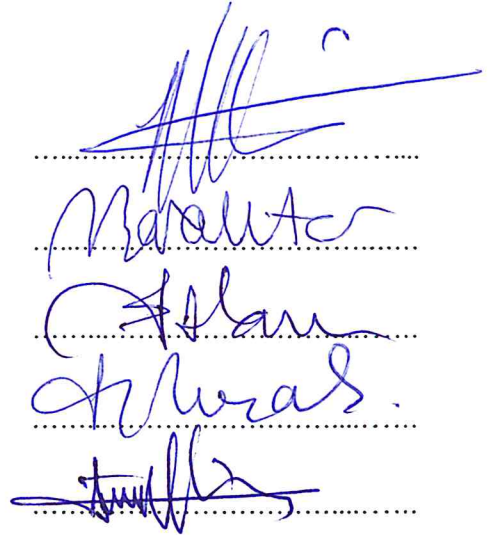
Başkan : Prof. Dr. Halil KARADENİZ

Üye : Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR

Üye : Prof. Dr. Ömer İskender TULUK

Üye : Doç. Dr. F. Meral HALİFEOĞLU

Üye : Doç. Dr. Temel TÜRKER

The image shows five handwritten signatures in blue ink, each placed above a horizontal dotted line. The signatures are: 1. Prof. Dr. Halil Karadeniz (top), 2. Prof. Dr. Alemdar Bayraktar, 3. Prof. Dr. Ömer İskender Tuluk, 4. Doç. Dr. F. Meral Halifeoğlu, and 5. Doç. Dr. Temel Türker (bottom).

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Tarihi Cami ve Minarelerin Deneysel Dinamik Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi” adlı bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır. Bu tez çalışmasını bana önererek yöneticiliğimi üstlenen, çalışmamın her aşamasında ilgisini eksik etmeyen, bilgi ve tecrübeleri ile çalışmanın gelişimine katkı sağlayan kıymetli hocam Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR’a minnet ve şükranlarımı sunmayı her zaman bir borç bilirim.

Çalışmanın başından sonuna kadar saha çalışmalarında ve değerlendirmeler kısmındaki yardım ve yönlendirmeleri ile desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Temel TÜRKER’e ve katkılarından dolayı Prof. Dr. Ömer İskender TULUK ve Yrd. Doç. Dr. Hasan Basri BAŞAĞA’ya teşekkür ederim. Ayrıca, tez jürimde yer alarak tezimi inceleme zahmetine katlanan ve tavsiyelerini benimle paylaşan Prof. Dr. Halil KARADENİZ ve Doç. Dr. F. Meral HALİFEOĞLU’na teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma hayatının yoğun temposu içinde eğitimime imkân ve destek veren Vakıflar Genel Müdürlüğü İdarecilerine, Müsteşar Yardımcısı Mazhar YILDIRIMHAN’a ve Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü’ndeki değerli mesai arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım. Doktora eğitimini yapmam konusunda beni teşvik ve desteği ile bu çalışmaya vesile olan Doç. Dr. Yakup Emre ÇORUHLU’ya, katkılarından dolayı Emrah EROĞLU’na ve saha çalışmalarında yardımcı olan Abdullah SERT’e teşekkür ederim. Çalışmalarım süresince fiziksel imkânlarından yararlandığım Karadeniz Teknik Üniversitesi’ne ve TÜBİTAK’a da teşekkür ederim.

Okumanın ve öğrenmenin önemini sürekli olarak vurgulayarak eğitimimin devam etmesini tavsiye eden babam Ekrem ÇALIK ve annem Nurhayat ÇALIK’a ve desteklerini eksik etmeyen değerli aileme şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim. Son olarak da değerli meslektaşım ve eşim Deniz Şayeste ve çocuklarım Oğuz Kağan ve Batuhan’a doktora sürecindeki anlayış ve sabırlarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın, Ülkemizin bilimsel alanda ilerlemesine, taşınmaz kültür mirasımızın gelecek nesillere güvenle aktarılmasına ve Vakıf Kültür Varlıklarının, vakfedilen hayır şartlarını sürdürmesine hizmet etmesini ve yeni yapılacak olan bilimsel çalışmalara katkıda bulunmasını temenni ederim.

İsmet ÇALIK

Trabzon 2017

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora Tezi olarak sunduğum “*Tarihi Cami ve Minarelerin Deneysel Dinamik Karakteristiklerinin Belirlenmesi ve Restorasyon Etkisinin Değerlendirilmesi*” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım *Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR*’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 14/04/2017

İsmet ÇALIK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	XII
SUMMARY	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIV
TABLolar DİZİNİ.....	XXXIV
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XLI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş	1
1.2. Koruma Kavramı ve Gelişim Süreci.....	2
1.2.1. Ülkemizdeki Koruma Kavramının Gelişimi.....	4
1.2.2. Kültürel Mirasın Tespiti ve Gelecek Nesillere Aktarılması	6
1.2.3. Kültürel Miras Çeşitleri	7
1.3. Tarihi Yapılarda Kullanılan Malzemeler ve Taşıyıcı Sistemler	9
1.3.1. Tarihi Yapılarda Kullanılan Malzemeler	9
1.3.1.1. Doğal Taş.....	9
1.3.1.2. Tuğla	10
1.3.1.3. Kerpiç	10
1.3.1.4. Harç.....	10
1.3.1.5. Sıva	11
1.3.1.6. Ahşap	12
1.3.1.7. Demir-Çelik	12
1.3.1.8. Kurşun.....	13
1.3.1.9. Bakır	13
1.3.2. Tarihi Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemler	14
1.3.2.1. Temeller	14
1.3.2.2. Duvarlar	14
1.3.2.3. Sütunlar.....	15

1.3.2.4.	Kemerler	16
1.3.2.5.	Kubbeler	16
1.3.2.6.	Tonozlar	17
1.3.2.7.	Döşemeler	17
1.4.	Tarihi Yapılarda Sık Görülen Hasar Çeşitleri ve Nedenleri	17
1.4.1.	Tarihi Yapılarda Sık Görülen Hasar Çeşitleri	18
1.4.1.1.	Yıkılmalar	18
1.4.1.2.	Çatlaklar	18
1.4.1.3.	Yanmalar	19
1.4.1.4.	Taş Erimeleri ve Eleman Kayıpları	19
1.4.1.5.	Derz Boşalmaları	20
1.4.1.6.	Tuzlanma-Asitlenme	20
1.4.1.7.	Nemlenme-Çürüme	21
1.4.1.8.	Küflenme-Böceklenme	21
1.4.1.9.	Süslemelerin Solması ve Dökülmesi	22
1.4.1.10.	Kirlenme	22
1.4.1.11.	Su Etkisiyle Oluşan Oyulmalar	23
1.4.1.12.	Sehim-Burkulma	23
1.4.1.13.	Metal Elemanlarda Bozulmalar	23
1.4.2.	Tarihi Yapılarda Hasar Nedenleri	24
1.4.2.1.	Depremler	24
1.4.2.2.	Yer Hareketleri	24
1.4.2.3.	Yangın	24
1.4.2.4.	Sel	25
1.4.2.5.	Kimyasal Bozulmalar	25
1.4.2.6.	Vandalizm	25
1.4.2.7.	Savaş	26
1.4.2.8.	Sıcaklık Farklılıkları	26
1.4.2.9.	İmar Değişiklikleri	26
1.4.2.10.	Kullanılmamak	26
1.4.2.11.	İşlev Değişiklikleri	27
1.4.2.12.	Su ve Nem Etkisi	27
1.4.2.13.	Rüzgar Etkisi	27

1.4.2.14.	Bilinçsiz Müdahaleler	27
1.4.2.15.	Yanlış Restorasyonlar	28
1.4.2.16.	Hava Kirliliği	28
1.4.2.17.	Trafik	28
1.4.2.18.	Hatalı Tasarım	28
1.4.2.19.	Hatalı Malzeme Kullanımı ve Detay	29
1.4.2.20.	Turizm.....	29
1.4.2.21.	Diğer Etkenler	29
1.5.	Restorasyon Teknikleri	29
1.5.1.	Sağlamlaştırma	30
1.5.2.	Bütünleme	30
1.5.3.	Yenileme.....	30
1.5.4.	Yeniden Yapma	30
1.5.5.	Temizleme	31
1.5.6.	Taşıma.....	31
1.5.7.	Diğer Müdahale Yöntemleri	31
1.5.7.1.	Yanlış Restorasyon Etkilerinin Düzeltilmesi.....	31
1.5.7.2.	Destekleme	32
1.5.7.3.	Eklerden Arındırma	32
1.5.7.4.	Koruma, Dondurma	32
1.5.7.5.	Canlandırma.....	32
1.5.7.6.	Dönüştürme.....	33
1.5.7.7.	Kopyasının Üretilmesi	33
1.5.7.8.	Yapı Sağlığı İzlenmesi	33
1.5.7.9.	Sürekli Bakım	33
1.6.	Eski Eser Projeleri	34
1.6.1.	Rölöve Çizimleri.....	34
1.6.2.	Restitüsyon Projesi	34
1.6.3.	Restorasyon Projesi	35
1.6.4.	Müdahale Paftaları.....	35
1.6.5.	Hasar Analizleri	35
1.6.6.	Güçlendirme (Statik) Projesi	35
1.6.7.	Raporlar	36

1.6.8.	Görsel Albümler	36
1.7.	Cami ve Minareler	36
1.8.	Analitik ve Deneysel Modal Analiz	40
1.8.1.	Analitik (Sonlu Eleman Yöntemiyle) Modal Analiz	40
1.8.2.	Deneysel Modal Analiz	42
1.8.2.1.	Operasyonel Modal Analiz	42
1.8.2.1.1.	Operasyonel Modal Analiz Yöntemlerinin Uygulama Alanları	43
1.8.2.1.2.	Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle Ölçüm	44
1.8.2.1.3.	Modal Parametrelerin Elde Edilmesi	49
1.8.2.1.3.1.	Gelişmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma Yöntemi	49
1.8.2.1.3.2.	Sokastik Altalan Belirleme Yöntemi	52
1.9.	Tarihi Yapılar ile İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar	55
1.9.1.	Analitik Çalışmalar	55
1.9.2.	Deneysel Çalışmalar	62
1.10.	Tezin Amaç ve Kapsamı	69
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	71
2.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camiler	71
2.1.1.	Rize Gülbahar Mahallesi Camii ve Minaresi	72
2.1.2.	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii	84
2.1.3.	Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camii	93
2.1.4.	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Mahallesi Camii	102
2.1.5.	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii ve Minaresi	110
2.1.6.	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii ve Minaresi	122
2.1.7.	Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camii ve Minaresi	132
2.1.8.	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii ve Minaresi	142
2.1.9.	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii ve Minaresi	150
2.1.10.	Trabzon Sürmene Gültepe Mahallesi Camii ve Minaresi	160
2.1.11.	Trabzon Ortahisar Tahtalı Camii ve Minaresi	165
2.1.12.	Gümüşhane Merkez Süleymaniye Mahallesi Ulu Camii ve Minaresi	173
2.1.13.	Gümüşhane Kelkit Büyük (Ulu) Camii	180
2.1.14.	Giresun Merkez Çınarlar Camii ve Minaresi	189
2.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camiler	200
2.2.1.	Trabzon Ortahisar Hacıkasım Muhittin Camii ve Minaresi	200

2.2.2.	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii.....	216
2.2.3.	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii ve Minaresi	226
2.2.4.	Giresun Merkez Kapu Camii ve Minaresi	233
2.2.5.	Giresun Merkez Kale Camii ve Minaresi	242
2.2.6.	Gümüşhane Merkez Emirler Camii ve Minaresi	248
2.2.7.	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii ve Minaresi.....	257
2.2.8.	Trabzon Ortahisar Büyük Fatih Camii ve Minaresi	266
2.2.9.	Trabzon Ortahisar Fatih Küçük Camii ve Minaresi	273
2.2.10.	Trabzon Ortahisar Ayasofya Camii	283
2.3.	Ahşap Taşıyıcı Sistemli Yığma Camiler	288
2.3.1.	Trabzon Araklı Bereketli Masele Camii ve Minaresi.....	288
2.3.2.	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii ve Minaresi	300
2.3.3.	Trabzon Sürmene Çamburnu Kuşluca Camii ve Minaresi.....	312
2.3.4.	Trabzon Çaykara Taşkıran Mahallesi Camii ve Minaresi	323
2.3.5.	Trabzon Çaykara Taşören Mahallesi Camii ve Minaresi	331
2.3.6.	Artvin Borçka Düzköy Camii.....	341
2.3.7.	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Sahil Camii.....	346
2.4.	Minareler.....	352
2.4.1.	Trabzon Ortahisar Tabakhane Camii Minaresi.....	352
2.4.2.	Trabzon Akçaabat Söğütlü Kavaklı Rahman Camii Minareleri.....	354
2.4.3.	Trabzon Akçaabat Darıca Mahallesi Camii Minaresi	357
2.4.4.	Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minareleri	358
2.4.5.	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Sahil Camii Minaresi.....	362
3.	BULGULAR VE İRDELEMELER	364
3.1.	Dinamik Karakteristiklerin Değerlendirilmesi	364
3.1.1.	Doğal Frekansların Değerlendirilmesi.....	364
3.1.1.1.	Camilerin Doğal Frekanslarının Değerlendirilmesi.....	364
3.1.1.1.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Doğal Frekansları	364
3.1.1.1.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Doğal Frekansları.....	368
3.1.1.1.3.	Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerin Doğal Frekansları	372
3.1.1.2.	Minarelerin Doğal Frekanslarının Değerlendirilmesi.....	376
3.1.1.2.1.	Yığma Taş Minarelerin Doğal Frekansları.....	376
3.1.1.2.2.	Ahşap Minarelerin Doğal Frekansları	380

3.1.1.2.3.	Betonarme Minarelerin Doğal Frekansları	383
3.1.2.	Mod Şekillerin Değerlendirilmesi	387
3.1.2.1.	Camilerin Mod Şekillerinin Değerlendirilmesi	387
3.1.2.1.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Mod Şekilleri	387
3.1.2.1.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Mod Şekilleri	391
3.1.2.1.3.	Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerin Mod Şekilleri	394
3.1.2.2.	Minarelerin Mod Şekillerinin Değerlendirilmesi	396
3.1.3.	Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi	398
3.1.3.1.	Camilerin Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi.....	398
3.1.3.1.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Sönüm Oranları	399
3.1.3.1.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Sönüm Oranları.....	402
3.1.3.1.3.	Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerin Sönüm Oranları	406
3.1.3.2.	Minarelerin Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi.....	409
3.1.3.2.1.	Yığma Taş Minarelerin Sönüm Oranları	409
3.1.3.2.2.	Ahşap Minarelerin Sönüm Oranları.....	414
3.1.3.2.3.	Betonarme Minarelerin Sönüm Oranları	417
3.2.	Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi	421
3.2.1.	Camiler İçin Doğal Frekans Formülleri.....	421
3.2.1.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi	421
3.2.1.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi	427
3.2.1.3.	Ahşap Taşıyıcılı Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi.....	431
3.2.2.	Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi	435
3.2.2.1.	Yığma Taş Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi.....	435
3.2.2.2.	Ahşap Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi	442
3.2.2.3.	Betonarme Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi.....	444
3.3.	Tarihi Cami ve Minarelerde Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi.....	447
3.3.1.	Tarihi Camilerde Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi	447
3.3.1.1.	Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerde Restorasyon Etkileri	447
3.3.1.2.	Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerde Restorasyon Etkileri	463
3.3.1.3.	Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerde Restorasyon Etkileri	473
3.3.2.	Minarelerin Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi.....	482
3.3.2.1.	Yığma Taş Minarelerde Restorasyon Etkileri	483
3.3.2.2.	Ahşap Minarelerde Restorasyon Etkileri	492

4.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	496
5.	KAYNAKLAR.....	507
ÖZGEÇMİŞ		



Doktora Tezi

ÖZET

TARİHİ CAMİ VE MİNARELERİN DENEYSEL DİNAMİK
KARAKTERİSTİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE RESTORASYON ETKİLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ

İsmet ÇALIK

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR
2017, 520 Sayfa

Bu tez çalışmasında, farklı taşıyıcı sistemli tarihi cami ve minarelerin deneysel dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi için Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile veriler toplanmış ve eserlerin dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Restorasyon öncesi ve sonrası veriler irdelenerek restorasyon etkileri ortaya konulmuştur. Sunulan tez çalışması, başlıca dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, tarihi eser çeşitleri, hasar türleri ve nedenleri, restorasyon teknikleri, kullanılan deneysel yöntemlere ait formülasyonlar, cami ve minareler hakkında bilgiler ve konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar verilmektedir. İkinci bölümde, örnek olarak seçilen farklı taşıyıcı sistemli otuz bir adet cami ve otuz iki adet minarenin tanımları, restorasyon işlemleri ve yapılan deneysel ölçümler ile ilgili saha uygulamalarına ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Üçüncü bölümde, deneysel sonuçlar değerlendirilerek, ahşap çatılı yığma, kargir kubbeli yığma ve ahşap taşıyıcı sistemli camiler ile yığma taş ve betonarme minarelerin yaklaşık doğal frekanslarının analitik olarak tespitine ilişkin formüller geliştirilmekte, sönüm oranı ve modal davranışlarına yönelik değerlendirmeler yapılmakta ve restorasyon işlemlerinin eserler üzerindeki etkileri ortaya konulmaktadır. Dördüncü bölümde ise, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalara ışık tutacağı ümit edilen öneriler sunulmaktadır. Çalışma sonucunda, tarihi cami ve minarelerin analitik doğal frekanslarının deneysel yöntemlere dayalı geliştirilen formülasyonlar ile yaklaşık olarak elde edilebileceği, sönüm oranı ve modal davranışlarının tahmin edilebileceği ve restorasyon uygulamalarının yapıların dinamik karakteristiklerine önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tarihi camiler, Tarihi minareler, Çevresel titreşim testi, Dinamik karakteristikler, Operasyonel modal analiz, Frekans formülü, Restorasyon etkisi

Doctoral Thesis

SUMMARY

IDENTIFICATION OF EXPERIMENTAL DYNAMIC CHARACTERISTICS OF
HISTORICAL MOSQUES AND MINARETS AND EVALUATION OF RESTORATION
EFFECTS

İsmet CALIK

Karadeniz Technical University
Institute of Natural Sciences
Department of Civil Engineering
Advisor: Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR
2017, 520 pages

In this study, experimental dynamic characteristics of historical mosques and minarets with different structural systems have been determined by using the Ambient Vibration Testing Method. The restoration effects are scrutinized by comparing the dynamic data before and after the restoration. The thesis consists of four main chapters. The first chapter gives types of historical artifacts, types and causes of damages, restoration techniques, formulations of experimental methods, information about mosques and minarets, and literature review. The second chapter presents introductory information about selected samples, which are thirty one mosques and thirty two minarets with different structural systems, restoration processes, and information on the field applications related to the experimental measurements. The third chapter mentions on the evaluation of experimental results, proposed approximate natural frequencies formulas for the mosques with masonry wooden roofing, massive masonry dome and wooden structural system and masonry and reinforced concrete minarets, evaluation of damping ratios and mode shapes, and effects of restoration processes on the monuments. The fourth chapter presents the results obtained from the thesis and suggestions for future studies. The result of this study shows that analytical natural frequency of historical mosques and minarets can be obtained approximately from the developed formulations based on experimental methods, and also, damping ratio and modal behaviors can be predicted. In addition, the results illustrate that the impact of restoration applications on the structures have a considerable effect on the dynamic characteristics of the structures.

Key Words : Historical mosques, Historical minarets, Ambient vibration test, Operational modal analysis, Dynamic characteristics, Restoration effects, Frequency formula

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1.	Doğal taşın kullanımına ilişkin örnekler 9
Şekil 1.2.	Tuğla kullanımına ilişkin örnekler 10
Şekil 1.3.	Çeşitli harç örnekleri 11
Şekil 1.4.	Sıva imalatlarına ilişkin örnekler 11
Şekil 1.5.	Ahşap malzemenin kullanımına ilişkin örnekler..... 12
Şekil 1.6.	Demir-Çelik kullanımına ilişkin örnekler 13
Şekil 1.7.	Kurşun kullanımına ilişkin örnekler..... 13
Şekil 1.8.	Bakır kullanımına ilişkin örnekler 14
Şekil 1.9.	Duvar örnekleri 15
Şekil 1.10.	Sütun örnekleri 15
Şekil 1.11.	Kemer örnekleri 16
Şekil 1.12.	Kubbe örnekleri..... 16
Şekil 1.13.	Tonoz örnekleri 17
Şekil 1.14.	Yıkılmış yapı örnekleri 18
Şekil 1.15.	Çatlak örnekleri 19
Şekil 1.16.	Yangın örnekleri..... 19
Şekil 1.17.	Taş erimesi örnekleri..... 20
Şekil 1.18.	Tuzlanma ve asitlenme örnekleri 20
Şekil 1.19.	Çeşitli çürüme örnekleri 21
Şekil 1.20.	Ahşap malzemede küf ve böceklenme örnekleri 21
Şekil 1.21.	Süsleme bozulmaları örnekleri..... 22
Şekil 1.22.	Kirlenme örnekleri 23
Şekil 1.23.	Cami kısımları (Şebinkarahisar Fatih Camii) 38
Şekil 1.24.	Minare kısımları 39
Şekil 1.25.	Geleneksel yığma taş minare yapım görüntüleri..... 40
Şekil 1.26.	Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ölçüm düzeneği 43
Şekil 1.27.	İvmeölçerlerin genel yapısı 45
Şekil 1.28.	B&K8340 tipi tek eksenli ivmeölçerler 46
Şekil 1.29.	B&K3560 tipi veri toplama ünitesi 47
Şekil 1.30.	Modal sönüm oranının tespiti..... 52

Şekil 2.1.	Büyük Gülbahar Camisi uydu görüntüsü.....	72
Şekil 2.2.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri	72
Şekil 2.3.	Büyük Gülbahar Camisi kat planı ve cephe görünüşleri	73
Şekil 2.4.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası görüntüleri	74
Şekil 2.5.	Büyük Gülbahar Camisi çatı onarımına ilişkin görüntüler	74
Şekil 2.6.	Büyük Gülbahar Camii restorasyonu cephe ve tavan işleri	75
Şekil 2.7.	Büyük Gülbahar Camii minare onarımı görüntüleri	75
Şekil 2.8.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	76
Şekil 2.9.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	76
Şekil 2.10.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	77
Şekil 2.11.	Büyük Gülbahar Camisin restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	78
Şekil 2.12.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	78
Şekil 2.13.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	79
Şekil 2.14.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	79
Şekil 2.15.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	80
Şekil 2.16.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	80
Şekil 2.17.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	81
Şekil 2.18.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	81
Şekil 2.19.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli...82	
Şekil 2.20.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	83
Şekil 2.21.	Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli..84	
Şekil 2.22.	Orta Mahalle Camisi uydu görüntüsü	84
Şekil 2.23.	Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi görüntüleri.....	85
Şekil 2.24.	Orta Mahalle Camisi plan ve görünüşleri	86
Şekil 2.25.	Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası görüntüleri.....	86
Şekil 2.26.	Orta Mahalle Camisi çatı imalatları	87
Şekil 2.27.	Orta Mahalle Camisi cephe imalatları.....	87
Şekil 2.28.	Orta Mahalle Camisi harim ve son cemaat imalatları.....	88
Şekil 2.29.	Orta Mahalle Camisi mihrap ve minber imalatları	88

Şekil 2.30.	Orta Mahalle Camisi müştemilatı ve çevre düzenlemesi.....	89
Şekil 2.31.	Orta Cami Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	89
Şekil 2.32.	Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	90
Şekil 2.33.	Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	90
Şekil 2.34.	Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	91
Şekil 2.35.	Orta Cami Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	91
Şekil 2.36.	Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	92
Şekil 2.37.	Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	92
Şekil 2.38.	Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	93
Şekil 2.39.	Dürbinar Camii uydu görüntüsü.....	94
Şekil 2.40.	Dürbinar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri.....	94
Şekil 2.41.	Dürbinar Camisi kat planı ve cephe görünüşleri	95
Şekil 2.42.	Dürbinar Camisine ait dış ve iç mekân görüntüleri	96
Şekil 2.43.	Dürbinar Camisi restorasyonuna ait görüntüler	97
Şekil 2.44.	Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	97
Şekil 2.45.	Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	98
Şekil 2.46.	Dürbinar Camisinin restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	98
Şekil 2.47.	Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	99
Şekil 2.48.	Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	100
Şekil 2.49.	Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	100
Şekil 2.50.	Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	101
Şekil 2.51.	Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	101
Şekil 2.52.	Işıklar Camisi uydu görüntüsü	102
Şekil 2.53.	Işıklar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri.....	103
Şekil 2.54.	Işıklar Camisi restorasyon sonrası görüntüleri.....	103
Şekil 2.55.	Işıklar Camisi çatı imalatları	104
Şekil 2.56.	Işıklar Camisi temel takviye imalatları	104
Şekil 2.57.	Işıklar Camisi cami içi imalatları	105
Şekil 2.58.	Işıklar Camisi restorasyon sonrası genel görüntüleri	105
Şekil 2.59.	Işıklar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	106

Şekil 2.60.	Işıklar Camisine restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	106
Şekil 2.61.	Işıklar Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	107
Şekil 2.62.	Işıklar Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	108
Şekil 2.63.	Işıklar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	108
Şekil 2.64.	Işıklar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	109
Şekil 2.65.	Işıklar Camisinin restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	109
Şekil 2.66.	Hacıbaşı Camii uydu görüntüsü	110
Şekil 2.67.	Hacıbaşı Camii harim kat planı, görünüş ve kesiti	111
Şekil 2.68.	Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	111
Şekil 2.69.	Hacıbaşı Camii restorasyonuna ait dış ve iç mekân görüntüleri	112
Şekil 2.70.	Hacıbaşı Camii çatı imalatları	113
Şekil 2.71.	Hacıbaşı Camii cephe imalatları	114
Şekil 2.72.	Hacıbaşı Camii harim ve son cemaat ahşap kargas sistemi	114
Şekil 2.73.	Hacıbaşı Camii minare imalatları	115
Şekil 2.74.	Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	115
Şekil 2.75.	Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	116
Şekil 2.76.	Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	116
Şekil 2.77.	Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	117
Şekil 2.78.	Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	117
Şekil 2.79.	Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	118
Şekil 2.80.	Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	119
Şekil 2.81.	Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	119
Şekil 2.82.	Hacıbaşı Camisi Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	120
Şekil 2.83.	Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	121
Şekil 2.84.	Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	121
Şekil 2.85.	Pirinçlik Camisi uydu görüntüsü.....	122
Şekil 2.86.	Pirinçlik Camisine ait onarım öncesi dış ve iç mekân görüntüleri.....	123
Şekil 2.87.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi plan ve kesitleri	123
Şekil 2.88.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası plan ve kesitleri	124
Şekil 2.89.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrasına ait görüntüler	124
Şekil 2.90.	Pirinçlik Camisi çatı onarımına ilişkin görüntüler	125
Şekil 2.91.	Pirinçlik Camisi cephe imatlarına ilişkin görüntüler.....	125

Şekil 2.92.	Pirinçlik Camisi Minaresinin yapımına ilişkin görüntüler.....	126
Şekil 2.93.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	126
Şekil 2.94.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	127
Şekil 2.95.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	127
Şekil 2.96.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli	128
Şekil 2.97.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	129
Şekil 2.98.	Pirinçlik Camisine restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	129
Şekil 2.99.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	130
Şekil 2.100.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	130
Şekil 2.101.	Pirinçlik Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri	131
Şekil 2.102.	Pirinçlik Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	132
Şekil 2.103.	Sundura Camisi uydu görüntüsü	133
Şekil 2.104.	Sundura Camisinin restorasyon öncesi görüntüleri.....	133
Şekil 2.105.	Sundura Camisi kat planı ve cephe görünüşleri	135
Şekil 2.106.	Sundura Camisi restorasyon sonrası görüntüleri.....	135
Şekil 2.107.	Sundura Camisi restorasyonuna ait görüntüler	136
Şekil 2.108.	Sundura Camisi Minaresinin yapımına ait görüntüler	137
Şekil 2.109.	Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	137
Şekil 2.110.	Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	138
Şekil 2.111.	Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	138
Şekil 2.112.	Sundura Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	139
Şekil 2.113.	Sundura Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri	139
Şekil 2.114.	Sundura Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	140
Şekil 2.115.	Sundura Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm spektrumu	141
Şekil 2.116.	Sundura Camii Minaresi yapım sonrası ilk üç mod şekli	154
Şekil 2.117.	Tavanlı Camii uydu görüntüsü.....	142
Şekil 2.118.	Tavanlı Camisi restorasyon öncesi görüntüleri.....	142
Şekil 2.119.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası görüntüleri.....	143
Şekil 2.120.	Tavanlı Camisi kat planı ve cephe görünüşleri	144
Şekil 2.121.	Tavanlı Camisi dış cephe imalatlarına ait görüntüler	145

Şekil 2.122.	Tavanlı Camisi ahşap imalatlarına ait görüntüler	145
Şekil 2.123.	Tavanlı Camii Minaresinin restorasyonuna ait görüntüler.....	145
Şekil 2.124.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	146
Şekil 2.125.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	146
Şekil 2.126.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	147
Şekil 2.127.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	148
Şekil 2.128.	Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	148
Şekil 2.129.	Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	149
Şekil 2.130.	Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	149
Şekil 2.131.	Tavanlı Camii Minaresinin restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	150
Şekil 2.132.	Hoca Halil Camisi uydu görüntüsü	151
Şekil 2.133.	Hoca Halil Camisi restorasyon öncesi görüntüleri.....	152
Şekil 2.134.	Hoca Halil Camisi plan, kesit ve görünüşleri	152
Şekil 2.135.	Hoca Halil Camisi onarım sonrası görüntüleri.....	153
Şekil 2.136.	Hoca Halil Camisi duvar çatlakları onarımı görüntüleri.....	153
Şekil 2.137.	Hoca Halil Camisi döşeme ve yüzey temizliği görüntüleri	154
Şekil 2.138.	Hoca Halil Camisi cephe derz imalatları görüntüleri.....	155
Şekil 2.139.	Hoca Halil Camisi minare onarımı görüntüleri.....	155
Şekil 2.140.	Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	156
Şekil 2.141.	Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	157
Şekil 2.142.	Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	157
Şekil 2.143.	Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	158
Şekil 2.144.	Hoca Halil Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	159
Şekil 2.145.	Hoca Halil Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	159
Şekil 2.146.	Gültepe Cami uydu görüntüsü	160
Şekil 2.147.	Gültepe Camii kat planı ve cephe görünüşleri	161
Şekil 2.148.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi genel görüntüleri.....	161
Şekil 2.149.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	162
Şekil 2.150.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	163
Şekil 2.151.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	163

Şekil 2.152.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli	164
Şekil 2.153.	Gültepe Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	164
Şekil 2.154.	Gültepe Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	165
Şekil 2.155.	Tahtalı Cami uydu görüntüsü.....	166
Şekil 2.156	Tahtalı Camisi onarım öncesi görüntüleri.....	166
Şekil 2.157.	Tahtalı Camii kat planı, kesit ve görünüşleri	167
Şekil 2.158.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası görüntüleri.....	168
Şekil 2.159.	Tahtalı Camii beden duvarları yapım aşamaları	169
Şekil 2.160.	Tahtalı Camii çatısı yapım aşamaları	169
Şekil 2.161.	Tahtalı Camii Minaresi yapım aşamaları	170
Şekil 2.162.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	170
Şekil 2.163.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	171
Şekil 2.164.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	171
Şekil 2.165.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	172
Şekil 2.166.	Tahtalı Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri	172
Şekil 2.167.	Tahtalı Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm spektrumu	173
Şekil 2.168.	Ulu Camii uydu görüntüsü	174
Şekil 2.169.	Ulu Camii kat planı ve cephe görünüşleri.....	174
Şekil 2.170.	Ulu Camii genel görüntüleri.....	175
Şekil 2.171.	Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	177
Şekil 2.172.	Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi.	177
Şekil 2.173.	Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	178
Şekil 2.174.	Ulu Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	178
Şekil 2.175.	Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	179
Şekil 2.176.	Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	180
Şekil 2.177.	Kelkit Büyük Camii uydu görüntüsü	181
Şekil 2.178.	Kelkit Büyük Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	181
Şekil 2.179.	Kelkit Büyük Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri	182
Şekil 2.180.	Kelkit Büyük Camii dış ve iç mekân görüntüleri.....	183
Şekil 2.181.	Kelkit Büyük Camii betonarme elemanların söküm görüntüleri	184
Şekil 2.182.	Kelkit Büyük Camii çatı ve tabanına ait görüntüler.....	184
Şekil 2.183.	Kelkit Büyük Camii mahfil katı teşkiline ait görüntü.....	185

Şekil 2.184.	Kelkit Büyük Camii iç kısım genel görüntüleri	186
Şekil 2.185.	Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası görüntüleri	187
Şekil 2.186.	Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	187
Şekil 2.187.	Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	188
Şekil 2.188.	Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	188
Şekil 2.189.	Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	189
Şekil 2.190.	Çınarlar Camii uydu görüntüsü	190
Şekil 2.191.	Çınarlar Camii plan-kesit ve görünüşleri	191
Şekil 2.192.	Çınarlar Camii restorasyon öncesi görüntüleri	192
Şekil 2.193.	Çınarlar Camii restorasyon sonrası görüntüleri	193
Şekil 2.194.	Çınarlar Camii çatı onarımı görüntüleri	194
Şekil 2.195.	Çınarlar Camii ahşap işleri görüntüleri	194
Şekil 2.196.	Çınarlar Camii bodrum ve çevre imalatları görüntüleri	195
Şekil 2.197.	Çınarlar Camii cephe işleri görüntüleri	195
Şekil 2.198.	Çınarlar Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	196
Şekil 2.199.	Çınarlar Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	197
Şekil 2.200.	Çınarlar Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	197
Şekil 2.201.	Çınarlar Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	198
Şekil 2.202.	Çınarlar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	199
Şekil 2.203.	Çınarlar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	199
Şekil 2.204.	Hacı Kasım Camii uydu görüntüsü	201
Şekil 2.205.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi görüntüleri	201
Şekil 2.206.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi plan ve görünüşleri	202
Şekil 2.207.	Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası plan ve görünüşleri	203
Şekil 2.208.	Hacı Kasım Camisi restorasyon sonrası görüntüleri	203
Şekil 2.209.	Hacı Kasım Camii restorasyon aşamasına ait görüntüler	204
Şekil 2.210.	Hacı Kasım Camii mihrap temizliği	204
Şekil 2.211.	Hacı Kasım Camii taş çürütmeleri	205
Şekil 2.212.	Hacı Kasım Camii kubbe onarımı	205
Şekil 2.213.	Hacı Kasım Camii kubbe altındaki süsleme imalatı	205
Şekil 2.214.	Hacı Kasım Camii kuzey cephe imalatları	206
Şekil 2.215.	Hacı Kasım Camii mahfil katı imalatları	206

Şekil 2.216.	Hacı Kasım Camii Minaresinin restorasyonuna ait görüntüler.....	207
Şekil 2.217.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	208
Şekil 2.218.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	208
Şekil 2.219.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	209
Şekil 2.220.	Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	210
Şekil 2.221.	Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	210
Şekil 2.222.	Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	211
Şekil 2.223.	Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	211
Şekil 2.224.	Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	212
Şekil 2.225.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	213
Şekil 2.226.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	213
Şekil 2.227.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	214
Şekil 2.228.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri ...	215
Şekil 2.229.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	215
Şekil 2.230.	Molla Siyah Camii uydu görüntüsü	216
Şekil 2.231.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesine ait görüntüler	217
Şekil 2.232.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesi plan, kesit ve cephe görünüşleri	217
Şekil 2.233.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrası plan, kesit ve cephe görünüşleri	218
Şekil 2.234.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrasına ait görüntüler	218
Şekil 2.235.	Molla Siyah Camii duvar ve tonoz güçlendirme imalatları	219
Şekil 2.236.	Molla Siyah Camii taş ve hafriyat imalatları	220
Şekil 2.237.	Molla Siyah Camii cephe imalatları.....	220
Şekil 2.238.	Molla Siyah Camii drenaj ve çevre düzenleme imalatları	220
Şekil 2.239.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrası görüntüler.....	221
Şekil 2.240.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	221
Şekil 2.241.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	222
Şekil 2.242.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	222
Şekil 2.243.	Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	223
Şekil 2.244.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	224

Şekil 2.245.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	224
Şekil 2.246.	Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	225
Şekil 2.247.	Molla Siyah Camisinin restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	225
Şekil 2.248.	Behramşah Camii uydu görüntüsü	226
Şekil 2.249.	Behramşah Camii plan, kesit ve görünüşü	227
Şekil 2.250.	Behramşah Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	228
Şekil 2.251.	Behramşah Camii restorasyonuna ait görüntüler	228
Şekil 2.252.	Behramşah Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	229
Şekil 2.253.	Behramşah Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	230
Şekil 2.254.	Behramşah Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	230
Şekil 2.255.	Behramşah Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	231
Şekil 2.256.	Behramşah Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	232
Şekil 2.257.	Behramşah Cami Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	232
Şekil 2.258.	Kapu Camii uydu görüntüsü	233
Şekil 2.259.	Kapu Camii plan-kesit ve görünüşleri	234
Şekil 2.260.	Kapu Camii restorasyon öncesi görüntüleri	235
Şekil 2.261.	Kapu Camii restorasyon sonrası görüntüleri.....	235
Şekil 2.262.	Kapu Camii kurşun kaplama imalatları.....	236
Şekil 2.263.	Kapu Camii cephe imalatları.....	237
Şekil 2.264.	Kapu Camii taş imalatları.....	237
Şekil 2.265.	Kapu Camii bodrum kat imalatları.....	238
Şekil 2.266.	Kapu Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	238
Şekil 2.267.	Kapu Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	239
Şekil 2.268.	Kapu Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	239
Şekil 2.269.	Kapu Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	240
Şekil 2.270.	Kapu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	241
Şekil 2.271.	Kapu Camisi Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	241
Şekil 2.272.	Kale Camii uydu görüntüsü	242
Şekil 2.273.	Kale Camii restorasyon öncesi görüntüleri	243
Şekil 2.274.	Kale Camii plan-kesit ve görünüşleri	244
Şekil 2.275.	Kale Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	245

Şekil 2.276.	Kale Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	245
Şekil 2.277.	Kale Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	246
Şekil 2.278.	Kale Camii restorasyon öncesi için ilk üç mod şekli	246
Şekil 2.279.	Kale Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	247
Şekil 2.280.	Kale Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	247
Şekil 2.281.	Emirler Camii uydu görüntüsü.....	248
Şekil 2.282.	Emirler Camii ve çevresi restorasyon öncesi görüntüleri	249
Şekil 2.283.	Emirler Camii restorasyon öncesi plan, kesit ve görünüşü	250
Şekil 2.284.	Emirler Camii restorasyon sonrası plan, kesit ve görünüşü	250
Şekil 2.285.	Erenler Camii dış ve iç mekân görüntüleri	251
Şekil 2.286.	Erenler Camii kurşun imalatı görüntüleri	251
Şekil 2.287.	Erenler Camii genel restorasyon görüntüleri	252
Şekil 2.288.	Erenler Camii dış cephe imalatı görüntüleri	253
Şekil 2.289.	Emirler Camii restorasyon sonrası görüntüleri	253
Şekil 2.290.	Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	254
Şekil 2.291.	Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	254
Şekil 2.292.	Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	255
Şekil 2.293.	Emirler Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	256
Şekil 2.294.	Emirler Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	256
Şekil 2.295.	Emirler Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	257
Şekil 2.296.	Şebinkarahisar Fatih Camii uydu görüntüsü	258
Şekil 2.297.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	258
Şekil 2.298.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası görüntüleri	259
Şekil 2.299.	Şebinkarahisar Fatih Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri	260
Şekil 2.300.	Şebinkarahisar Fatih Camii çatı imatları	261
Şekil 2.301.	Şebinkarahisar Fatih Camii temel altı takviye imatları	261
Şekil 2.302.	Şebinkarahisar Fatih Camii cami içi imatları	262
Şekil 2.303.	Şebinkarahisar Fatih Camii müştemilat ve harim mekânı	262
Şekil 2.304.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	263
Şekil 2.305.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	263
Şekil 2.306.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	264

Şekil 2.307.	Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	265
Şekil 2.308.	Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	265
Şekil 2.309.	Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	266
Şekil 2.310.	Büyük Fatih Camii uydu görüntüsü	267
Şekil 2.311.	Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	267
Şekil 2.312.	Büyük Fatih Camii plan, kesit ve görünüşü	268
Şekil 2.313.	Büyük Fatih Camii restorasyon görüntüleri	269
Şekil 2.314.	Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	269
Şekil 2.315.	Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	270
Şekil 2.316.	Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	270
Şekil 2.317.	Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli.....	271
Şekil 2.318.	Büyük Fatih Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri ...	272
Şekil 2.319.	Büyük Fatih Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	272
Şekil 2.320.	Küçük Fatih Camii uydu görüntüsü	273
Şekil 2.321.	Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	274
Şekil 2.322.	Küçük Fatih Camii plan ve görünüşleri	275
Şekil 2.323.	Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası görüntüleri.....	275
Şekil 2.324.	Küçük Fatih Camii çatı imalatları	276
Şekil 2.325.	Küçük Fatih Camii tonoz güçlendirme işlemleri	276
Şekil 2.326.	Küçük Fatih Camii iç mekân uygulamaları	277
Şekil 2.327.	Küçük Fatih Camii dış cephe uygulamaları	277
Şekil 2.328.	Fatih Küçük Camii çevre düzenlemesi	278
Şekil 2.329.	Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri.....	278
Şekil 2.330.	Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	279
Şekil 2.331.	Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu.....	279
Şekil 2.332.	Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	280
Şekil 2.333.	Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	281
Şekil 2.334.	Küçük Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri ..	282
Şekil 2.335.	Küçük Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu ...	282
Şekil 2.336.	Ayasofya Camii uydu görüntüsü.....	283

Şekil 2.337.	Ayasofya Camii plan, kesit ve görünüşleri	284
Şekil 2.338.	Ayasofya Camii restorasyon öncesi görüntüleri	284
Şekil 2.339.	Ayasofya Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	285
Şekil 2.340.	Ayasofya Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimleri	286
Şekil 2.341.	Ayasofya Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	286
Şekil 2.342.	Ayasofya Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli	287
Şekil 2.343.	Bereketli Masele Camii uydu görüntüsü.....	289
Şekil 2.344.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi görüntüleri	289
Şekil 2.345.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi plan ve görünüşleri	290
Şekil 2.346.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası plan ve görünüşleri	290
Şekil 2.347.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası görüntüleri	291
Şekil 2.348.	Bereketli Masele Camii çatı imalatları.....	291
Şekil 2.349.	Bereketli Masele Camii cephe imalatları	292
Şekil 2.350.	Bereketli Masele Camii harim ve son cemaat yerine ait görüntüler	293
Şekil 2.351.	Bereketli Masele Camii Minaresi.....	293
Şekil 2.352.	Bereketli Masele Camii müstemilatı ve çevre düzenlemesi.....	294
Şekil 2.353.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	294
Şekil 2.354.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	294
Şekil 2.355.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	295
Şekil 2.356.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli	295
Şekil 2.357.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	296
Şekil 2.358.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	296
Şekil 2.359.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	297
Şekil 2.360.	Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	298
Şekil 2.361.	Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	298
Şekil 2.362.	Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	298
Şekil 2.363.	Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	299
Şekil 2.364.	Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	300

Şekil 2.365.	Günebakan Camii uydu görüntüsü.....	301
Şekil 2.366.	Günebakan Camii restorasyon öncesi görüntüleri	301
Şekil 2.367.	Günebakan Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri	302
Şekil 2.368.	Günebakan Camii restorasyon sonrası görüntüleri	303
Şekil 2.369.	Günebakan Camii söküm işlemlerine ilişkin görüntüler.....	304
Şekil 2.370.	Günebakan Camii cephe ve çevre düzenlemesine ilişkin görüntüler...	305
Şekil 2.371.	Günebakan Camii çatı onarımına ilişkin görüntüler	305
Şekil 2.372.	Günebakan Camii restorasyon sonrası görüntüleri	306
Şekil 2.373.	Günebakan Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	307
Şekil 2.374.	Günebakan Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	307
Şekil 2.375.	Günebakan Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	308
Şekil 2.376.	Günebakan Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli	308
Şekil 2.377.	Günebakan Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	309
Şekil 2.378.	Günebakan Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	309
Şekil 2.379.	Günebakan Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	310
Şekil 2.380.	Günebakan Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri	311
Şekil 2.381.	Günebakan Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu	311
Şekil 2.382.	Kuşluca Camii uydu görüntüsü.....	312
Şekil 2.383.	Kuşluca Camii restorasyon öncesi görüntüleri	313
Şekil 2.384.	Kuşluca Camii plan, kesit ve görünüşleri	314
Şekil 2.385.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası görüntüleri	314
Şekil 2.386.	Kuşluca Camii beden duvarı imalatları.....	315
Şekil 2.387.	Kuşluca Camii beden duvar altı temel kiriş imalatları.....	315
Şekil 2.388.	Kuşluca Camii muhtelif imalatları	316
Şekil 2.389.	Kuşluca Camii mihrap, minber ve tavan görüntüleri	317
Şekil 2.390.	Kuşluca Camii çatı imalatları.....	317
Şekil 2.391.	Kuşluca Camii Minaresine ait görüntüler	318
Şekil 2.391.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası genel görüntüleri.....	319
Şekil 2.392.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	320
Şekil 2.393.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	320
Şekil 2.394.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	321
Şekil 2.395.	Kuşluca Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	322

Şekil 2.396.	Kuşluca Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	322
Şekil 2.397.	Kuşluca Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	323
Şekil 2.398.	Taşkıran Camii uydu görüntüsü	324
Şekil 2.399.	Taşkıran Camii restorasyon öncesi görüntüleri.....	324
Şekil 2.400.	Taşkıran Camii kat planı ve kesit görüntüleri	325
Şekil 2.401.	Taşkıran Camii restorasyon sonrası görüntüleri	325
Şekil 2.402.	Taşkıran Camii çatı imalatlarına ilişkin görüntüler.....	326
Şekil 2.403.	Taşkıran Camii restorasyon görüntüleri	326
Şekil 2.404.	Taşkıran Camii tavan imatları	327
Şekil 2.405.	Taşkıran Camii Minare onarımına ilişkin görüntüler.....	327
Şekil 2.406.	Taşkıran Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	328
Şekil 2.407.	Taşkıran Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	328
Şekil 2.408.	Taşkıran Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	329
Şekil 2.409.	Taşkıran Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	330
Şekil 2.410.	Taşkıran Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri	330
Şekil 2.411.	Taşkıran Camisi Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	331
Şekil 2.412.	Taşören Camii uydu görüntüsü	332
Şekil 2.413.	Taşören Camii orijinal hali ve yangın durumuna ilişkin görüntüler	332
Şekil 2.414.	Taşören Camii kat planı ve cephe görünüşleri	333
Şekil 2.415.	Taşören Camii restorasyon sonrası görüntüleri.....	334
Şekil 2.416.	Taşören Camii boğaz geçmeli ahşap duvar imalatı.....	335
Şekil 2.417.	Taşören Camii iç mekân imatları	336
Şekil 2.418.	Taşören Camii Minber ve giriş kapısı	336
Şekil 2.419.	Taşören Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	337
Şekil 2.420.	Taşören Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	338
Şekil 2.421.	Taşören Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	338
Şekil 2.422.	Taşören Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	339
Şekil 2.423.	Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu	340
Şekil 2.424.	Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	340
Şekil 2.425.	Düzköy Cami uydu görüntüsü	341
Şekil 2.426.	Düzköy Camii kat planları	342

Şekil 2.427.	Düzköy Camii restorasyon sonrası görüntüleri.....	342
Şekil 2.428.	Düzköy Camii restorasyon işlemlerine ait görüntüler	344
Şekil 2.429.	Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	344
Şekil 2.430.	Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	345
Şekil 2.431.	Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	345
Şekil 2.432.	Düzköy Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli	346
Şekil 2.433.	Hüseyin Hoca Köyü Camii uydu görüntüsü	346
Şekil 2.434.	Hüseyin Hoca Köyü Camii plan, görünüş ve kesitleri	347
Şekil 2.435.	Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası görüntüleri.....	348
Şekil 2.436.	Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri.....	349
Şekil 2.437.	Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi	350
Şekil 2.438.	Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu.....	350
Şekil 2.439.	Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli.....	351
Şekil 2.440.	Tabakhane Camii ve Minaresi görüntüleri.....	352
Şekil 2.441.	Tabakhane Camii Minaresi ölçüm görüntüleri	353
Şekil 2.442.	Tabakhane Camii Minaresi ölçüm spektrumu	353
Şekil 2.443.	Kavaklı Rahman Camii ve Minareleri görüntüleri.....	354
Şekil 2.444.	Kavaklı Rahman Camii Minare-1 ölçüm görüntüleri	354
Şekil 2.445.	Kavaklı Rahman Camii Minare-1 ölçüm spektrumu	355
Şekil 2.446.	Kavaklı Rahman Camii Minare-2 ölçüm fotoğrafları.....	356
Şekil 2.447.	Kavaklı Rahman Camii Minare-2 ölçüm spektrumu	356
Şekil 2.448.	Darıca Camii ve Minaresi görüntüleri.....	357
Şekil 2.449.	Darıca Camii Minaresi ölçüm görüntüleri	357
Şekil 2.450.	Darıca Camii Minaresi ölçüm spektrumu	358
Şekil 2.451.	Çayeli Çarşıbaşı Camii ve Minareleri görüntüleri	359
Şekil 2.452.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 ölçüm görüntüleri	359
Şekil 2.453.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 ölçüm spektrumu.....	360
Şekil 2.454.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 ölçüm görüntüleri	361
Şekil 2.455.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 ölçüm spektrumu.....	361
Şekil 2.456.	Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi ölçüm görüntüleri	362
Şekil 2.457.	Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi ölçüm spektrumu	363
Şekil 3.1.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin ilk üç doğal frekans değişimi.....	366

Şekil 3.2.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1. doğal frekansları	367
Şekil 3.3.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 2. doğal frekansları	367
Şekil 3.4.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3. doğal frekansları	368
Şekil 3.5.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin ilk üç doğal frekans değişimi	370
Şekil 3.6.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. doğal frekansları.....	371
Şekil 3.7.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2. doğal frekansları.....	371
Şekil 3.8.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 3. doğal frekansları.....	372
Şekil 3.9.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin ilk üç doğal frekans değişimi	373
Şekil 3.10.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. doğal frekansları.....	374
Şekil 3.11.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. doğal frekansları.....	375
Şekil 3.12.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. doğal frekansları.....	375
Şekil 3.13.	Yığma taş minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi.....	376
Şekil 3.14.	Yığma taş minarelerin 1. doğal frekansları	378
Şekil 3.15.	Yığma taş minarelerin 2. doğal frekansları	379
Şekil 3.16.	Yığma taş minarelerin 3. doğal frekansları	379
Şekil 3.17.	Ahşap minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi.....	381
Şekil 3.18.	Ahşap minarelerin 1. doğal frekansları	381
Şekil 3.19.	Ahşap minarelerin 2. doğal frekansları	382
Şekil 3.20.	Ahşap minarelerin 3. doğal frekansları	383
Şekil 3.21.	Betonarme minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi	384
Şekil 3.22.	Betonarme minarelerin 1. doğal frekansları.....	385
Şekil 3.23.	Betonarme minarelerin 2. doğal frekansları	385
Şekil 3.24.	Betonarme minarelerin 3. doğal frekansları.....	385
Şekil 3.25.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin sönüm oranlarının değişimi	400
Şekil 3.26.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1.moda ait sönüm oranları	400
Şekil 3.27.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 2. moda ait sönüm oranları	401
Şekil 3.28.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3. moda ait sönüm oranları	402
Şekil 3.29.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin sönüm oranlarının değişimi.....	403
Şekil 3.30.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. moda ait sönüm oranları.....	404
Şekil 3.31.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2. moda ait sönüm oranları.....	405
Şekil 3.32.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. moda ait sönüm oranları.....	405
Şekil 3.33.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranları değişimi.....	407
Şekil 3.34.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. moda ait sönüm oranları	407

Şekil 3.35.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. moda ait sönüm oranları	408
Şekil 3.36.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. moda ait sönüm oranları	409
Şekil 3.37.	Yığma taş minarelerin sönüm oranları değişimi	411
Şekil 3.38.	Yığma taş minarelerin 1. moda ait sönüm oranları	412
Şekil 3.39.	Yığma taş minarelerin 2. moda ait sönüm oranları	412
Şekil 3.40.	Yığma taş minarelerin 3. moda ait sönüm oranları	413
Şekil 3.41.	Ahşap minarelerin sönüm oranları değişimi	414
Şekil 3.42.	Ahşap minarelerin 1. moda ait sönüm oranları	415
Şekil 3.43.	Ahşap minarelerin 2. moda ait sönüm oranları	416
Şekil 3.44.	Ahşap minarelerin 3. moda ait sönüm oranları	416
Şekil 3.45.	Betonarme minarelerin sönüm oranları değişimi	418
Şekil 3.46.	Betonarme minarelerin 1. moda ait sönüm oranları	419
Şekil 3.47.	Betonarme minarelerin 2. moda ait sönüm oranları	419
Şekil 3.48.	Betonarme minarelerin 3. moda ait sönüm oranları	420
Şekil 3.49.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekanslarının değişimi	449
Şekil 3.50.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 2. doğal frekanslarının değişimi	450
Şekil 3.51.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 3. doğal frekanslarının değişimi	450
Şekil 3.52.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişim grafiği	451
Şekil 3.53.	Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi	456
Şekil 3.54.	Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi	456
Şekil 3.55.	Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi	457
Şekil 3.56.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişim grafiği	458
Şekil 3.57.	Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekanslarının değişimi	464
Şekil 3.58.	Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 2. doğal frekanslarının değişimi	464
Şekil 3.59.	Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 3. doğal frekanslarının değişimi	465

Şekil 3.60.	Kargir kubbeli yığma camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi.....	466
Şekil 3.61.	Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi.....	469
Şekil 3.62.	Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi.....	469
Şekil 3.63.	Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi.....	470
Şekil 3.64.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi.....	470
Şekil 3.65.	Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1.moda ait doğal frekans değişimi	474
Şekil 3.66.	Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 2.moda ait doğal frekans değişimi	474
Şekil 3.67.	Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 3.moda ait doğal frekans değişimi	474
Şekil 3.68.	Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi.....	476
Şekil 3.69.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi.....	478
Şekil 3.70.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi.....	479
Şekil 3.71.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi.....	480
Şekil 3.72.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi.....	480
Şekil 3.73.	Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 1.doğal frekansların değişimi.....	483
Şekil 3.74.	Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 2.doğal frekansların değişimi.....	484
Şekil 3.75.	Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 3.doğal frekansların değişimi.....	485
Şekil 3.76.	Yığma taş minarelerde restorasyon ile doğal frekansların yüzdesel olarak değişimi.....	485
Şekil 3.77.	Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 1. moda ait sönüm oranlarının değişimi.....	488
Şekil 3.78.	Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 2. moda ait sönüm oranlarının değişimi.....	489
Şekil 3.79.	Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 3. moda ait sönüm oranlarının değişimi.....	489

Şekil 3.80.	Yığma taş minarelerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi	490
Şekil 3.81.	Ahşap minarenin doğal frekansının restorasyon etkisi ile değişimi	493
Şekil 3.82.	Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi	494



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1.	B&K8340 tipi tek eksenli ivmeölçerlere ait bazı özellikler.....46
Tablo 2.1.	Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları77
Tablo 2.2.	Büyük Gülbahar Camisinde restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları80
Tablo 2.3.	Büyük Gülbahar Camisi Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları82
Tablo 2.4.	Büyük Gülbahar Camisi Minaresinin restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları83
Tablo 2.5.	Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları91
Tablo 2.6.	Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları93
Tablo 2.7.	Dürbinar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları99
Tablo 2.8.	Dürbinar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 101
Tablo 2.9.	Işıklar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları 108
Tablo 2.10.	Işıklar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 109
Tablo 2.11	Hacıbaşı Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları 117
Tablo 2.12.	Hacıbaşı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 118
Tablo 2.13.	Hacıbaşı Camisi Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları 120
Tablo 2.14.	Hacıbaşı Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 121
Tablo 2.15.	Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları 128
Tablo 2.16.	Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 130
Tablo 2.17.	Pirinçlik Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları 132

Tablo 2.18.	Sundura Camisin restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	139
Tablo 2.19.	Sundura Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	141
Tablo 2.20.	Tavanlı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	147
Tablo 2. 21.	Tavanlı Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	150
Tablo 2.22.	Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	158
Tablo 2.23.	Hoca Halil Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	159
Tablo 2.24.	Gültepe Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	164
Tablo 2.25.	Gültepe Cami Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	165
Tablo 2.26.	Tahtalı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	172
Tablo 2.27.	Tahtalı Cami Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	173
Tablo 2.28.	Ulu Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	178
Tablo 2.29.	Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	180
Tablo 2.30.	Kelkit Büyük Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	189
Tablo 2.31.	Çınarlar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	198
Tablo 2.32.	Çınarlar Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	199
Tablo 2.33.	Hacı Kasım Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	209
Tablo 2.34.	Hacı Kasım Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	212
Tablo 2.35.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	214
Tablo 2.36.	Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	215
Tablo 2.37.	Molla Siyah Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	223

Tablo 2.38.	Molla Siyah Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	225
Tablo 2.39.	Behramşah Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	231
Tablo 2.40.	Behramşah Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	232
Tablo 2.41.	Kapu Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	240
Tablo 2.42.	Kapu Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	241
Tablo 2.43.	Kale Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	246
Tablo 2.44.	Kale Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	248
Tablo 2.45.	Emirler Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	255
Tablo 2.46.	Emirler Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	257
Tablo 2.47.	Şebinkarahisar Fatih Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	264
Tablo 2.48.	Şebinkarahisar Fatih Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	266
Tablo 2.49.	Büyük Fatih Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	271
Tablo 2.50.	Büyük Fatih Camisi Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	272
Tablo 2.51.	Küçük Fatih Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	280
Tablo 2..52.	Küçük Fatih Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	281
Tablo 2.53.	Küçük Fatih Camisi Minaresinin restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	282
Tablo 2.54.	Ayasofya Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	287
Tablo 2.55.	Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	295
Tablo 2.56.	Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	297
Tablo 2.57.	Bereketli Masele Camisi Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	299

Tablo 2.58.	Masele Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	300
Tablo 2.59.	Günebakan Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	308
Tablo 2.60.	Günebakan Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	310
Tablo 2.61.	Günebakan Cami Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları	312
Tablo 2.62.	Kuşluca Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	321
Tablo 2.63.	Kuşluca Cami Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	323
Tablo 2.64.	Taşkıran Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	329
Tablo 2.65.	Taşkıran Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	331
Tablo 2.66.	Taşören Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	339
Tablo 2.67.	Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	340
Tablo 2.68.	Düzköy Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	346
Tablo 2.69.	Hüseyin Hoca Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları	351
Tablo 2.70.	Tabakhane Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları.....	353
Tablo 2.71.	Kavaklı Rahman Camii Minare-1 doğal frekans ve sönüm oranları	355
Tablo 2.72.	Kavaklı Rahman Camii Minare-2 doğal frekans ve sönüm oranları	356
Tablo 2.73.	Darıca Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları.....	358
Tablo 2.74.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 doğal frekans ve sönüm oranları	360
Tablo 2.75.	Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 doğal frekans ve sönüm oranları	361
Tablo 2.76.	Hüseyin Hoca Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları	363
Tablo 3.1.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları	365
Tablo 3.2.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları.....	369
Tablo 3.3.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel doğal frekansları	373
Tablo 3.4.	Yığma taş minarelerin deneysel doğal frekansları	377
Tablo 3.5.	Ahşap minarelerin deneysel doğal frekansları	380

Tablo 3.6.	Betonarme minarelerin deneysel doğal frekansları.....	384
Tablo 3.7.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri.....	388
Tablo 3.8.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri.....	392
Tablo 3.9.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri.....	394
Tablo 3.10.	Yığma minarelerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri	397
Tablo 3.11.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel sönüm oranları.....	399
Tablo 3.12.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel sönüm oranları.....	403
Tablo 3.13.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel sönüm oranları	406
Tablo 3.14.	Yığma taş minarelerin deneysel sönüm oranları.....	410
Tablo 3.15.	Ahşap minarelerin deneysel sönüm oranları	414
Tablo 3.16.	Betonarme minarelerin deneysel sönüm oranları.....	417
Tablo 3.17.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	422
Tablo 3.18.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	423
Tablo 3.19.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	424
Tablo 3.20.	Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	425
Tablo 3.21.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	427
Tablo 3.22.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	428
Tablo 3.23.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	429
Tablo 3.24.	Kargir kubbeli yığma taş camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	430
Tablo 3.25.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	431
Tablo 3.26.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	432
Tablo 3.27.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	433
Tablo 3.28.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	434

Tablo 3.29.	Yığıma taş minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	436
Tablo 3.30.	Yığıma taş minarelerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	437
Tablo 3.31.	Yığıma taş minarelerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	438
Tablo 3.32.	Yığıma taş minarelerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	439
Tablo 3.33.	Samsun Büyük Camii Minaresi deneysel ve önerilen formülasyonlardan hesaplanan doğal frekanslar.....	440
Tablo 3.34.	Literatürdeki doğal frekans formülasyonu önerileri ve örnek minare üzerinde karşılaştırılması.....	441
Tablo 3.35.	Ahşap minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	442
Tablo 3.36.	Ahşap minarelerin doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	443
Tablo 3.37.	Betonarme minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri.....	444
Tablo 3.38.	Betonarme minarelerin doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi.....	445
Tablo 3.39.	Betonarme minarelerin deneysel ve analitik doğal frekanslarının karşılaştırılması.....	446
Tablo 3.40.	Ahşap çatılı yığıma taş camilerin restorasyon önce ve sonra doğal frekansları.....	448
Tablo 3.41.	Ahşap çatılı yığıma taş camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi.....	452
Tablo 3.42.	Ahşap çatılı yığıma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi.....	455
Tablo 3.43.	Örnek olarak seçilen ahşap çatılı yığıma camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler.....	459
Tablo 3.44.	Kargir kubbeli yığıma taş camilerin restorasyon önce ve sonra doğal frekansları.....	463
Tablo 3.45.	Kargir kubbeli yığıma taş camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi.....	467
Tablo 3.46.	Kargir kubbeli yığıma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi.....	468
Tablo 3.47.	Örnek olarak seçilen kargir kubbeli yığıma camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler.....	471
Tablo 3.48.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon önce ve sonrası doğal frekansları.....	473

Tablo 3.49.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi	477
Tablo 3.50.	Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi	478
Tablo 3.51.	Örnek olarak seçilen ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler	481
Tablo 3.52.	Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile doğal frekanslardaki değişim	483
Tablo 3.53.	Yığma taş minarelerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi	487
Tablo 3.54.	Yığma taş minarelerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi	488
Tablo 3.55.	Örnek olarak seçilen yığma taş minarelerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler	491
Tablo 3.56.	Ahşap minarenin restorasyon önce ve sonra doğal frekansları	493
Tablo 3.57.	Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi	494

SEMBOLLER DİZİNİ

A_*	Durum matrisi
A_k	Tepki sinyalinin güç spektral yoğunluk fonksiyonuna ait k. artık değer matrisi
B_*	Veri matrisi
C_*	Sistem davranış matrisi
[C]	Sönüm matrisi
ÇTT	Çevresel Titreşim Testi
D_*	Doğrudan iletim matrisi
E	Beklenen değer operatörü
F	Kontrol testi
f	Frekans
{R(t)}	Zaman bağımlı kuvvet vektörü
$G_{xx}(j\omega)$	Etki sinyalinin güç spektral yoğunluk fonksiyonu
$G_{yy}(j\omega)$	Tepki sinyalinin güç spektral yoğunluk fonksiyonu
GFTAA	Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayrıştırma
\bar{H}	Kompleks eşlenik ve transpoze
$H(j\omega)$	Frekans davranış fonksiyonu
ICOMOS	International Council on Monuments and Sites
k	Rijitlik
[K]	Rijitlik matrisi
m	Kütle
m_r	Genelleştirilmiş kütle matrisi
[M]	Kütle matrisi
N	Ayrık değer sayısı
OMA	Operasyonel Modal Analiz
R^2	Belirleme Katsayısı
R_a	Başlangıç analitik sonuçları
R_k	Artık değer fonksiyonu
s_{ij}	Skaler tekil değerler

S_i	Skaler tekil değerleri içeren diyagonal matris
SAB	Stokastik Altalan Belirleme
TDV	Türkiye Diyanet Vakfi
u_{ij}	Tekil vektör
U	Zamana bağlı yerdeğiştirme vektörü
\dot{U}	Zamana bağlı hız vektörü
\ddot{U}	Zamana bağlı ivme vektörü
U_i	Tekil vektörleri içeren bütün matris
x_t	Durum vektörü
$\{U_g\}$	Zamandan bağımsız genlik vektörü
$\{U(t)\}$	Zaman bağımlı yer değiştirme vektörü
$\{\dot{U}(t)\}$	Zaman bağımlı hız vektörü
$\{\ddot{U}(t)\}$	Zaman bağımlı ivme vektörü
[U]	Genlik
u_k	Belirgin etki sinyal vektörü
UNESCO	The United Nations Organization for Education, Science and Culture
v_k	İvmeölçer kusurları
ω	Sönümsüz doğal açısal frekans
ω_d	Sönümlü doğal açısal frekans
w_k	Modeldeki belirsizlikler
λ_k	Kutup fonksiyonu
*	Kompleks eşlenik
δ_{pq}	Kronecker delta
ξ	Modal sönüm oranı

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Tarihi yapılar tüm dünya üzerinde çok çeşitli örnekleri ile karşımıza çıkmaktadır. Antik tiyatrolar, kalıntılar, tapınaklar, kiliseler, camiler, kuleler, hanlar, hamamlar, türbeler ve sivil yapılar bu yapıların önemli örnekleridir. Ülkemizde özellikle cami ve minareler en sık rastlanılan tarihi yapı örneklerindedir. Gerek kırsal alanlardaki küçük boyuttaki örnekleri gerekse şehir merkezlerindeki ihtişamlı örnekleri ile farklı taşıyıcı sistem, malzeme ve ebatlarla karşımıza çıkan tarihi cami ve minareler, taşınmaz kültür mirasımızın önemli bir kısmını teşkil etmektedirler.

Tarihi yapılar, insanlığın kültürel değerlerinin geçmişten geleceğe aktarılmasını sağlayan ve insanlığın ortak değerleri olarak nitelendirilen varlıklardır. Bu yapıların korunması ve gelecek nesillere güvenle devredilebilmesi, ancak gerekli bakım, onarımlarının ve güçlendirmelerinin yapılmasıyla mümkündür. Bu işlemlerin doğru ve başarılı bir şekilde yapılabilmesi için yapıların gerek malzeme bazında gerekse bütün olarak yapısal davranışlarının belirlenmesi gerekir.

Geçmiş dönemlerde deprem etkisine maruz kalmış arkeolojik alanlar ve anıtları inceleyen uzmanlar, bu yapılarda çeşitli onarım ve restorasyon faaliyetlerinin yapıldığına ilişkin izleri tespit etmektedirler. Çeşitli dönemlerde yapılan farklı uygulamaların bir kısmı başarılı bir kısmı da başarısız uygulamalar olarak değerlendirilmektedir. Her ne kadar bu tip değerli yapılar için biraz acımasız da olsa yapılan tüm işlemler, uygulamacılara ve bilim insanlarına tecrübe olarak katkı sağlamaktadır. Bu kazanılan tecrübe ve birikimler neticesinde esere en az müdahale ile en fazla yararın sağlanması önemlidir.

Dünyanın dört bir yanında yapılan restorasyonlar hakkında Venedik Tüzüğü, Tarihi Ahşap Yapıların Korunması İçin İlkeler ve Mimari Mirasın Analizi, Korunması ve Yapısal Restorasyonu ile ilgili ICOMOS (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi) Tüzükleri bu konuda yön verici belgelerdir. Belirtilen bu ilkesel yaklaşımlar ışığında tarihi yapılarda restorasyon kalitesinin ve uygulanacak yöntemlerin doğruluğunun test edilmesi önem arz etmektedir.

1.2. Koruma Kavramı ve Gelişim Süreci

Eldeki belgeler, insanların yerleşik hayata geçtikleri dönemlerden itibaren koruma kaygısının varlığını ortaya çıkarmaktadır (Erder, 1971). Koruma düşüncesi, ilk gelişim sürecinde sahip olunanın ömrünü uzatmak, ondan daha çok yararlanma ilkesine dayanan ekonomik bir davranışken, daha sonraları dini ve politik düşüncelerin yönlendirdiği simgesel bir tavra dönüşmüştür (Erder, 1975). Ünlü İtalyan uzmanlarından Gazzola (1972) bu konuyu “Bir mimari anıt artık yapıldığı amaca hizmet edemiyorsa, korunması pratik bir gereklik olmaktan çıkar, kültürel bir görev haline gelir. Bu konuya verilen önem gelecek kuşakların kültürel olgunluğuna ve kültürel mirasını koruma konusunda duyacakları ivediliğe dayanacaktır” şeklinde ifade etmektedir (Ahunbay,1996).

Tarihin ilk dönemlerinden beri yapılmış eserlerin hayatlarını sürdürmeleri için kendiliğinden ortaya çıkan koruma kavramının zamanla estetik kaygıları da içeren bir kavram olarak evrimleştiği görülmektedir. Geçmiş dönemlerde yapının işlevini ve varlığını sürdürmek olarak bakılan korumacılık ve onarım faaliyetleri, insanlığın gelişimi, teknolojik ve kültürel kalkınmanın getirdiği imkanlar ile kültürel mirasın korunmasına yönelik restorasyon kavramı gelişmiştir. Bu kavram ilk gelişim sürecinden günümüze kadar çeşitli ilkesel evrimler geçirmiş ve farklı koruma ve restorasyon yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşımlar gelişim kronolojisine göre aşağıda açıklanmıştır.

1789 Devrimi'nden sonra Fransız anıtları için büyük kayıplara yol açan yağmalamalar ve eylemler gerçekleşmiştir. Halk soylulara, krallığa ve kiliseye karşı biriken tepkisini, bu kurumları simgeleyen saray, şato, kale, kilise gibi eserleri yakarak ve yağmalayarak yatıştırmaya çalışmıştır. Bu süreçten sonra kendi haline bırakılan bu eserlere başta Fransa olmak üzere 1830'dan sonra yeniden ilgi duyulmuştur. O güne dek önemsenmeyen Ortaçağ sanatının araştırılması çabalarıyla bütünleşen restorasyonların bayraktarı, mimar, mühendis, dekoratör ve mimarlık tarihçisi olarak seçkinleşen Eugene Emmanuel Viollet le Duc'tür (Ahunbay, 1996). Bir yapının veya bölümünün yalnız görünüş olarak değil, yapısal olarak da ait olduğu dönemin üslubunda restore edilmesini kabul eden bu kuram Stilistik Rekompozisyon, “üslup birliğine varma” ilkesi olarak isimlendirilmektedir (Bonelli, 1966; Ahunbay, 1996). Bu kuramın önemli bir olumsuz yanı uzun süreç içerisinde farklı üsluplarla inşa edilmiş veya onarılmış veya çeşitli dönem eklentilere uğramış eserlerin ilk haline getirilmesinin yapının kimliğindeki birçok asıl ögenin göz ardı edilmesine sebep olmasıdır. Le Duc bunu kendi uygulamaları neticesinde

de ortaya koymuş olup, üslup birliğine gitmek için sonradan eklenmiş bölümleri kaldırmamanın her zaman doğru olmayacağını, eğer daha sonra yapılan ek ve değişikliklerin sanat tarihinin bir noktasını aydınlatıyorsa, korunabileceklerini; anıtta yapılan değişiklikleri gizlemek yerine belirgin duruma getirmenin doğru olduğunu ifade etmiştir (Ahunbay, 1996).

Üslup Birliğine ulaşma, kaygısıyla yapılan uygulamalara karşı eleştiri ortamı ressam ve sanat eleştirmeni John Ruskin'in (1819-1900) öncülüğünde hayat bulmuştur. İtalyan, Fransız ve İngiliz Gotik akımlarını inceleyen Ruskin, bu dönem yapılarının onarımlarla değiştirilmesini eleştirerek, eserlerin bu güne ulaşan biçimiyle korunması gerektiğini vurgulamıştır. Ruskin üslup birliğine ulaşmak için eklerin kaldırılması ve yerlerine tam bilinmeyen, ama sözde ilk üsluba uygun tasarımların yapılması girişimlerini reddedip, hiçbir şey yapmamının daha doğru olduğunu düşünmektedir (Ahunbay, 1996).

İtalya'da Luca Beltrami (1854-1933) tarafından ileri sürülen ve uygulamalara konulan "Tarihi Restorasyon" kuramı, anıtların tarihi belgelerinden sağlanacak somut verilere dayanılarak restore edilmesini savunmaktadır (Ahunbay, 1996). Eserlerde, tarih kitaplarının, resimlerin, seyahatnamelerin, anı ve benzeri arşivlerin araştırılması neticesiyle elde edilen veriler ışığında restorasyon yapılması ilkesi ile, üslup birliğine ulaşma kaygısıyla hayal ürünü olarak düşünülüp yapılması öngörülen müdahaleler yerini belirli kanıtlar ile desteklenmiş müdahalelere bırakmıştır. Bu kavramın da pek tabiki sanat ve mimari uzmanlar tarafından eleştirilen yönleri bulunmaktadır. Bu eleştiriler, kanıt olarak sunulan arşiv belgelerinin, geçerliliği üzerinde yoğunlaşmaktadır.

İtalyan Camillo Boito (1863-1914) restorasyon konusunda daha önce ileri sürülen ve her biri ayrı bakış açısına sahip üslup birliği, romantik görüş ve tarihi restorasyon kuramlarını çağdaş restorasyon anlayışı içinde uzlaştırıp farklı ve gelişmiş bir kavram oluşturmuştur (Ahunbay, 1996). Boito'nun 1883'de açıkladığı ve çağdaş onarım kurallarının öncüsü kabul edilen bu ilkeler aşağıda sıralanmıştır.

- I. Anıtlar tüm insanlığın tarihini belgelediklerinden, onlara saygılı davranılması gerekir. Yapılacak değişiklikler yanıltıcı sonuç ve hükümlere yol açabilir.
- II. Mimari anıtlara müdahale edilmesi zorunlu olabilir, ancak sağlamlaştırma onarımdan, onarım ise restore etmekten daha iyi bir yöntemdir. Yenileme ve eklerden kaçınılmalıdır.
- III. Eğer yapısal aksaklıklar, güvenlik gibi nedenlerle anıta ek yapılması gerekirse bunlar somut verilere dayandırılmalı, yapının görsel bütünlüğüne ve

biçimine saygı gösterilerek başka malzeme ve özellikte planlanmalıdır. Yapılan restorasyon tarihi bir şekilde belirtilmelidir.

- IV. İlk tasarımdan sonra, değişik dönemlerde yapılan ekler anıtın, bir parçası olarak kabul edilmeli, başka bir öğeyi kapatma, ya da bozma gibi zararlı etkileri olmadığı takdirde olduğu şekliyle korunmalıdır.
- V. Restorasyon sırasında yapılan işlemler rapor çizim ve fotoğraflarla ayrıntılı olarak belgelenmelidir.

Atina Bildirgesi olarak bilinen 1931 tarihli “Tarihi Anıtların Korunması ile İlgili Mimar ve Teknisyenlerin I. Uluslararası Konferansı”, 1932 tarihli Carta del Restauro (Restorasyon Tüzüğü), 25-31 Mayıs 1964 yılında toplanan “II. Uluslararası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi (Venedik Tüzüğü)”, UNESCO (The United Nations Organization for Education, Science and Culture), ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) ve Avrupa Konseyi gibi uluslararası kuruluşların belirledikleri koruma ilkeleri ile olgunlaşma sürecini sürdüren korumacılık anlayışı, her geçen gün üzerinde yürütülen bilimsel çalışmaların ışığında gelişmeye devam etmektedir (Ahunbay, 1996, Tung, 2001, Jokilehto, 1999, Kahya, 2007).

1.2.1. Ülkemizdeki Koruma Kavramının Gelişimi

Ülkemizin doğal ve tarihi mirasçısı olduğu Selçuklu ve Osmanlı Devletlerinde korumacılık anlayışı, tüm dünyada olduğu gibi genel anlamda var olanı koruma ve sürekli bakım şeklinde olmuştur. Devirlerinin müreffeh ve zengin ülkeleri konumundaki bu devletler özellikle camiler, hanlar, kervansaraylar, hamamlar, şifahaneler ve türbeler gibi önemli ve görkemli yapıların inşasını gerçekleştirmişlerdir. Aynı zamanda fethettikleri topraklardaki yapısal kültürel mirasın örnekleri olan kiliseler, şapeller, kaleler ve surlar gibi yapıların kullanımda kalması için gerekli işlemleri yürütmüş ve yapıların büyük çoğunluğunun gelecek nesillere sağlıklı şekilde aktarımını sağlamışlardır. Bu kapsamda, İstanbul’daki Yerebatan Sarnıcı, Ayasofya Camii, Zeyrek Camii, Trabzon’daki Fatih Büyük Cami, Ayasofya Camii, İznik Ayasofya Camisi gibi örnekler sayılabilir.

Anadolu Selçuklu Devleti ve Osmanlı Devletinde kaleler ve surlar dışındaki önemli anıtsal yapıların birçoğu vakıflar eli ile vücuda gelmiş ya da fetihle beraber vakıf düzeninin içine girmiş eserlerdir. Bu eserlerin korunması ise dönemin en önemli sivil toplum mekanizmaları olan Vakıfların sürekli bakım felsefesi ile sağlanmıştır. Küçük hasarların

büyük sorunlara yol açmadan hızlıca giderildiği bu sistem, deprem, yangın vb. nedenler ile ciddi hasar görmüş yapıların da yeniden yapımını üstlenmiştir.

Vakıfların yanında Osmanlı Devletinde saray ve imparatorluk teşkilatının tamamlandığı dönemde, yani Fatih Sultan Mehmet döneminde kurulduğu tahmin edilen Hassa Mimarlar Ocağının, onarım ve tamir işlerinde başarılı çalışmaları olmuş ve faaliyetlerini 19. yüzyıla kadar sürdürmüştür (Afyoncu, 2001; Madran, 2002; Kahya, 2007)

Osmanlı Devletinin 1700’lü yıllarda içinde bulunduğu duraklama ve gerileme döneminde tüm sistemde olduğu gibi vakıf sisteminde de önemli sorunlar ortaya çıkmış, gerek vakfiyelerine göre yönetilmemeleri gerekse vakıfların İdarecilerinin kalmaması gibi nedenlerle eserlerin bakım ve onarımlarında sıkıntılar yaşanmıştır. 19. yüzyılın ilk yarısından itibaren başlayan devlet sisteminin kurumsallaştırılmasına ilişkin çabalardan biri de bu vakıfların bir İdare altında toplanması olmuş ve bu kapsamda 1826 yılında Evkaf-ı Hümayun Nezareti (Vakıflar Bakanlığı) kurulmuştur (Öztürk, 1995). Bu İdare teşkili ile öncelikli olarak vakıf sisteminin denetimiyle ilgili sorunlarla ilgilenilirken, aynı zamanda vakıf yapılarının onarım ile ilgili çalışmalar da yürütülmüştür.

19. yüzyıl ile birlikte korumacılık anlayışının daha çok arkeolojik kazı bulguları üzerinde yoğunlaşmakta olup, Fethi Ahmet Paşa, Osman Hamdi Bey, Halil Erdem Bey, Kemalettin Bey gibi isimlerin şahsi çabaları ile korumacılık anlayışı gelişmektedir (Madran, 2002; Kahya, 2007).

Osmanlı Devletinin yıkılma sürecindeki uzun süren savaşlar, maddi zorluklar, kültürel gelişimin yetersizliği gibi nedenler ile eski eserler ve koruma kavramı halkın ve devletin öncelikli gündemleri arasına girememiştir. Bu zor sürecin sonunda Anadolu coğrafyasında verilen kurtuluş savaşının akabinde kurulan, kendi çok genç ancak kökü iki bin yıllık Türk tarihi ve kültürüne dayalı Türkiye Cumhuriyetinde Mustafa Kemal Atatürk önderliğinde her alanda muasır medeniyet seviyesinin üzerine çıkmayı hedefleyen bir anlayış gelişmiştir. Bu anlayış kültürel alanda da dünyadaki gelişmelerin Türkiye Cumhuriyetine entegrasyonuna önemli katkılar sağlamıştır. Osmanlı Dönemindeki Evkaf-ı Hümayun Nezareti, 1924 yılında Vakıflar Genel Müdürlüğü olarak yeniden teşkilatlanarak kurulmuş ve yasa ile “mimari veya tarihi değeri olup idaresi vakfa ait olan eserleri imar ve muhafaza etmek” ile görevlendirilmiştir (Kahya, 2007). 1930 tarihli Belediyeler Yasası, 1931 tarihli Eski Yapıların Korunması Komisyonu çalışmaları, 1931 yılında kurulan Türk Tarih Kurumu, 1946 tarihli Eski Eserler ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 1951 tarihli Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu gibi kanuni ve kurumsal çalışmalar ile

eski eser ve korumacılık kavramı devlet yapısında kendine yer edinmiştir. 1960'lı yıllar ile başlayan ve günümüze kadar yüksek ivme ile gelişen gerek teknolojik, gerekse kültürel alandaki kalkınmanın etkileri ile eski eserlerin tespiti, korunması ve gelecek nesillere aktarılmasına ilişkin yasal ve kurumsal birçok düzenleme yapılmıştır.

Gelişen dünya düzeni içinde sürekli gelişen korumacılık anlayışı Türkiye'de de sürekli olarak gelişen bir kavramdır. Günümüz iletişim etkinliği ile bilimsel çalışmaların günü gününe takip edilebildiği bir ortam oluşmuştur. Dünyadaki her türlü farklı fikir ülkemizde de yankı bulmakta ve güncel olarak yorumlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında yürütülen tarihi camiler ve minareler ile ilgili ilerideki bölümlerde verilecek örnek çalışmaların önemli bir kısmının da ülkemiz coğrafyası kaynaklı olması bu gerçeği ortaya koymaktadır.

1.2.2. Kültürel Mirasın Tespiti ve Gelecek Nesillere Aktarılması

Önemli olaylara sahne olan veya arkeoloji, tarih, sanat bakımından bir önemi ve özelliği bulunan, korunması ve değerlendirilmesi gerekli her türlü taşınmaz mimari eserler ve aynı nitelikteki heykeller "anıt" diye adlandırılır. Genişletilmiş anıt kavramı 1970'lerde türetilen bir terimle "kültürel miras" olarak adlandırılmış ve anıt, yapı grupları, sitler olmak üzere üç bileşenden oluşan bir bütünün ögesi olarak yeniden gruplandırılmışlardır (Ahunbay, 1997).

Kültürel miras olarak adlandırılan eserlerin tespit ve tescilleri belirli ilkeler doğrultusunda görevli kurum ve kuruluşlarca yapılmaktadır. Koruma kararı, yapının tarihi belge niteliği, eskilik-zaman özelliği ve estetik değer özelliği kriterlerinden sahip olduğu öneme bağlı olarak alınmaktadır (Kuban, 1970).

Tarihi belge ölçütü yapının tarihi bir olay yada belge ile ilişkisi ve tarihi bir süreç ile bağlantısı kavramlarını içermektedir. Bu bağlamda Erzurum Kongre Binası, Atatürk'ün çeşitli kentlerde konakladığı mekânlar, Çanakkale Savaşında kullanılan tabyalar gibi nice örnekler, yapısal unsurlarından ziyade tarihteki tanıklıkları ile anlam ve kültürel miras kazanan yapılardır.

Zaman unsuru ile eserin değerlendirilmesi, ülkelerin yaklaşımları ile farklılık gösteren bir kavramdır. Genel olarak her ülkede belirlenmiş bir zaman kavramı olup, bu süreç değişiklik göstermektedir. Hollanda'da 50 yıldan eski yapılar ülkemizde ise 2863

Sayı Kanunun 6. Maddesi uyarınca 1900 yılından önce yapılmışlar koruma altına alınmaktadır (Ahunbay, 1996).

Estetik değer ölçütü koruma kararının alınmasındaki en nesnel kavram olup, eğitim düzeyi yüksek toplumlarda anonim bir estetik yargı bulunması ve buna dayanarak “güzel” kararı alınması daha yüksek ihtimaldir. Korunacak değerde olması gereken güzellik hakkında bilinçli bir toplumsal beğeni olmadığında, bu konuda alınacak kararın toplum adına sanat tarihçileri ve estetik uzmanlarının görüşleri ile yönlendirilmesi önemlidir (Ahunbay, 1996).

Taşınmaz kültür varlığı olarak isimlendirilen eski eserlerin tespiti ve korunması ile ilgili yukarıda belirtilen kavramlar bu değerli mirasın gelecek nesillere aktarılması kaygısı ile gelişim göstermiştir. Bu kapsamda, eski eserlerin öncelikli olarak tespit edilmesi, bu taşınmazların bakımının yapılması, gerekli restorasyon ve onarım süreçlerinin tamamlanması ve gelecek tehditlerin önüne geçilerek yapının sağlıklı şekilde gelecek nesillere aktarımı olarak bu süreç tanımlanabilir.

Bu süreç yönetimi son yıllarda bilimsel alanda tüm bileşenleri ve paydaşları ile yoğun olarak irdelenmektedir. Sürekli gelişen teknolojilerin bu alanda kullanımı, bilimsel alandaki gelişmelerin yapı sağlıkları ve korunmasına ilişkin durumlara yaptığı katkılar detaylı olarak ulusal ve uluslararası bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Yapılan çalışmalarda eski eserlerin hasar türleri ve sebepleri de ortaya koyulmaktadır. Eserlerin hasar tiplerini ve bu hasarların sebeplerinin ortaya koyulması doğru ve gerektiği kadar müdahalenin belirlenmesi için önemli verilerdir.

1.2.3. Kültürel Miras Çeşitleri

Taşınmaz kültürel miraslar olarak nitelendiren yapılar çeşitli örnekler ile karşımıza çıkmaktadırlar. Bunları yapım ve kullanım amacına yönelik olarak sistematik halde aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür:

- Sivil Mimarlık Yapıları
 - Konutlar
 - Saraylar
 - Endüstriyel ve ticari yapılar
- Sosyal Hizmet Yapıları
 - Hanlar

- Hamamlar
- eşmeler
- Su kanalları
- Medreseler
- Tekkeler
- Köprüler
- Askeri ve idari kamu yapıları
- Kaleler
- Kuleler
- Stadyumlar
- Tiyatro binaları
- Mezarlar-mezarlıklar
- Dinsel Yapılar
 - Tapınaklar
 - Havralar
 - Sinegoglar
 - Kiliseler
 - Camiler
 - Minareler
 - Türbeler
- Anıtsal Yapılar
 - Anıtsal abideler
 - Kalıntılar
 - Kullanım ve hatıra özelliği olan yapılar
- Sit Alanları
 - Arkeolojik sit alanları
 - Yoğun kültürel mirasın bulunduğu sit alanları

Yukarıda sayılan örneklerin dışında da taşınmaz kültür varlığı özelliği gösteren yapılar bulunabilir.

1.3. Tarihi Yapılarda Kullanılan Malzemeler ve Taşıyıcı Sistemler

Tarihi yapılar yöresel özellik göstermekle birlikte genellikle doğada kolay erişilebilir malzemeler ile inşa edilmiş eserlerdir. Bu eserlerin inşa edilmesi süreçlerinde çeşitli taşıyıcı sistem elemanları kullanılmıştır. Bu taşıyıcı elemanların günümüzde de yeni malzemeler ve günümüz teknolojisi ile uygulamaları yapı sektörünün vazgeçilmez uygulamalarındadır. Tarihi yapılarda kullanılan malzeme ve taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlar aşağıdaki bölümlerde ayrıntılarıyla sunulmuştur.

1.3.1. Tarihi Yığma Yapılarda Kullanılan Malzemeler

1.3.1.1. Doğal Taş

Eski eser yapılarda en fazla kullanılan malzemedir. Düzgün kesme taş ve moloz taş şeklinde iki ayrı kullanım şekli vardır. Düzgün kesme taş, duvar kaplamaları, söveler, kornişler, sütunlar, kemerler, mihrap-minber-kürsü gibi öğeler ve zemin kaplamalarında yoğun olarak kullanılmaktadır. Moloz taş dokusu ise, beden duvarlarının içi-dışı ve ara kesitinde kullanılmaktadır. Doğal taşın kullanılmasına ilişkin örnekler Şekil 1.1’de verilmektedir. Temel, duvar, kubbe, tonoz gibi yapı elemanlarını oluşturan taşların kendi özellikleriyle benzer özellik gösteren harç ve sıvalarla beraber kullanılması gereklidir. Gözeneklilik, dayanım ve sertlik değerlerinin benzeşmesi ve uygun birleşim koşullarının oluşması durumunda zaman içerisinde malzemeler birleşerek yapıdan gelen yüklere bir bütünlük içinde karşı koyarlar (Zakar ve Eyüpgiller, 2015).



Şekil 1.1. Doğal taşın kullanımına ilişkin örnekler

1.3.1.2. Tuğla

Tarihi yığma yapılarda sık rastlanılan yapı malzemelerinden biri de tuğladır. Tuğla, toprak hamurunun hazırlanmasının ardından, belli boyutlarda şekillendirilmesi, kurutulması ve pişirilmesi ile imal edilen bir yapı malzemesidir (Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Özellikle Bizans-Roma yapılarında çok fazla kullanılan tuğla ile kubbeler, kemerler gibi eğik yüzeyler rahatlıkla oluşturulabilmektedir. Ayrıca güzel görüntüsü ile mimari olarak dekoratif bir yapı elemanıdır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. Tuğla kullanımına ilişkin örnekler

1.3.1.3. Kerpiç

Dünyada en çok kullanılan yapı malzemelerinden biri olan toprak, su ve bazı katkı maddeleriyle karıştırılarak oluşturulan kerpiç, kolay erişilebilir malzemelerden oluşan katkı malzemeleri ile elde edilir (Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Her ne kadar yığma yapıım tekniğinde yoğun olarak kullanılan bir malzeme olsa da gerek dayanım gerekse kullanıldığı yapıların cinsleri nedeniyle eski eserlerde yaygın olarak kullanılmamıştır.

1.3.1.4. Harç

Harç, taş veya tuğla yapı elemanlarının birlikte çalışmasını sağlayan bağlayıcı özellikteki malzemedir. Genellikle kireç esaslı olan geleneksel harçlar, kum, taş-tuğla tozu ile kırıkları, saman ve kendir gibi elemanların birleşiminden oluşmaktadır. Taş ve tuğla gibi yalnızca basınç gerilmelerine tepki gösterebilen elemanları birleştirerek oluşturulan sistemlerde çekme gerilmelerini almakla görevli elemandır. Özellikle Anadolu coğrafyasında çok sık rastlanılan Horasan Harcı bu malzemenin en ünlü örneklerindedir.

Bağlayıcı olarak kullanılan harç, güçlendirme imalatlarında enjeksiyon işlemlerinde de kullanılan bir malzemeleridir. Çeşitli harç kullanım örnekleri Şekil 1.3'te verilmektedir.



Şekil 1.3. Çeşitli harç örnekleri

1.3.1.5. Sıva

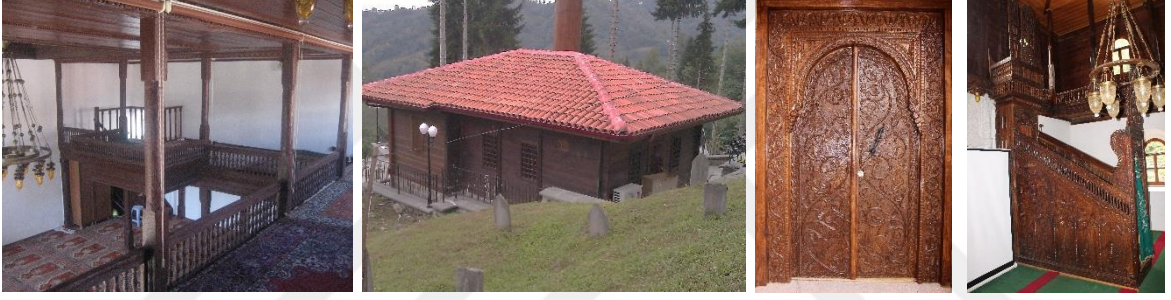
Sıva harcı, kargir esaslı malzemelerin küçük tanecikler haline getirilerek, su ve çeşitli katkı maddeleriyle birleştirilmesinden elde edilmektedir. Sıvalar, yapı ve bileşenlerine bağlı olarak uygulandıkları bölgelerde çeşitli geçirimsizlik ve yalıtım değerleri sağlamanın yanı sıra, belli estetik etkiye ve süslemeye de olanak verirler. Yapıda kullanacakları yere göre farklı özellikte sıvalar üretilmektedir. Sıvanın gözeneklilik miktarı ve türü yalıtım özelliğini de belirlemektedir (Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Sıva, tuğla, taş, kerpiç gibi sert yüzeylere uygulanırken, ahşap üzerine de uygulanabilmektedir. Ahşap üzerine uygulanması durumu bağdadi olarak isimlendirilirken, gerek ahşap elemanların üzerine gerek de sert zemin üzerine uygulanırken sıvanın yüzeye daha iyi aderansını sağlayacak yardımcı (sıva teli, metal pimler, çiviler vb.) malzemeler kullanılmaktadır. Sıva imalatlarına ilişkin örnekler Şekil 1.4'te verilmektedir.



Şekil 1.4. Sıva imalatlarına ilişkin örnekler

1.3.1.6. Ahşap

Ahşap doğadan elde edilen ve hafif, kolay işlenebilir, taşınabilir, sökülüp tekrar yapılabilir olma gibi avantajlarıyla özellikle kırsal mimaride sıkça kullanılan önemli bir yapı elemanıdır. Bu avantajlarının yanında nem, ısı ve kuruma gibi etkenler ile şekil değiştirebilen ve çatlayabilen yapısı ve yanıcı olma özelliği ahşabın olumsuz unsurlarıdır (Erşen, 2000). Ahşap tek başına yapım malzemesi olarak kullanılmakla birlikte, tuğla ve taş duvarlar içinde hatıl göreviyle de kullanılmaktadır. Ayrıca çatı, taşıyıcı sütunlar, döşeme kaplama, merdiven, arakat ve yapı içindeki yardımcı öğelerde de kullanılmaktadırlar (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Ahşap malzemenin kullanımına ilişkin örnekler

1.3.1.7. Demir – Çelik

Çelik yoğun olarak yakın geçmişlerde inşa edilmiş tarihi eserlerde kullanılan malzemelerdendir. Ancak daha eski yapılarda dövme demir de kullanılmıştır. Tarihi yapılarda kolon, kiriş, kemer, gergi elemanları ve benzeri yapısal kullanımının yanında; kaplama, kenet tesisat elemanları şeklinde de kullanılmıştır (Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Demir-çelik kullanımına ilişkin örnekler Şekil 1.6’da verilmektedir.



Şekil 1.6. Demir-Çelik kullanımına ilişkin örnekler

1.3.1.8. Kurşun

Kurşun, yoğunlukla kubbe ve çatı kaplamalarında üst örtü olarak kullanılmaktadır. Kesme taş kaplamalar, minare yapımları ve korkuluk tespitleri gibi işlemlerde eritilmiş kurşun, metal kenetlerin taş kesitlerine ankrajı için de kullanılmaktadır (Şekil 1.7). Bu anlamda geleneksel yapım tekniğinde önemli bir ankraj elemanı işlevindedir.



Şekil 1.7. Kurşun kullanımına ilişkin örnekler

1.3.1.9. Bakır

Bakır eski eserlerde kubbe ve çatı kaplamalarında üst örtü işleviyle kullanılmaktadır (Şekil 1.8). Ayrıca, yağmur tahliye elemanları ve yağmur dereleri gibi detay çözümlerinde bakır kullanılan bir malzemedir.



Şekil 1.8. Bakır kullanımına ilişkin örnekler

1.3.2. Tarihi Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemler

1.3.2.1. Temeller

Temeller, yığma yapılarda taşıyıcı duvarlardan gelen yüklerin zemine aktarımını sağlayan elemanlardır. Genellikle sağlam zemine kadar hafriyat yapılması ve büyük ebatlı taşlar ve duvar kesitinden daha geniş olarak inşa edilen temellerin kimi zaman ahşap kazıklar üzerine teşkil edildiğine de rastlanmaktadır. Yapı temelinde oluşan küçük hasarlar, eser üstyapısına daha büyük oranda etki etmektedir.

1.3.2.2. Duvarlar

Duvarlar yapının üst örtüsünü taşıyan, dış duvarlarını ve bölme elemanlarını teşkil eden taşıyıcı elemanlardır (Şekil 1.9). Çatı yüklerini temele aktarım görevini üstlenirler. Büyük çoğunlukla düzlemsel olan taşıyıcı duvarlar tuğla, taş, kerpiç veya ahşap malzemeden teşkil edilmiştir. Bu malzemelerin almaşık olarak kullanılan birçok örneği de mevcuttur. Tuğla ve taş duvarlar genellikle 60-110cm, ahşap duvarlar ise 4-15cm kalınlığındadır.

Taş malzemeden inşa edilmiş taşıyıcı duvarların kesitleri, ön ve arka kaplama ve ortasında moloz dolgu şeklinde düzenlenmektedir. Düzgün yonu taşı duvar kesiti, duvar dışı (yaklaşık 25cm) kesme taş, iç kısmı yonu taşı ya da moloz taş (yaklaşık 25cm) ve iç kısım (20-60cm) moloz taş dolgu şeklindedir. Taş duvarlarda yatay bazen de düşey doğrultuda ahşap hatıllar çok fazla rastlanılan detaylardır.

Tuğla duvarlar kesit olarak taş duvarlara benzemekle birlikte, tümüyle tuğla ve harç malzeme ile örülmüştür. Tuğlalar, değişiklik göstermekle birlikte, genellikle 3-5 cm

kalınlıkta ve çeşitli genişliklerde hazırlanmış elemanlardır. Taş kadar dayanıma sahip olmayan tuğla elemanlar, harç ile birleşince geniş kesitlerde oldukça güvenli yapı malzemelerine dönüştüğü görülmektedir.

Ahşap malzemedan yapılan taşıyıcı duvarlar ise bağdadi, boğaz geçme ve ahşap kargas şeklinde görülmektedir. Bağdadi duvarlarda taşıyıcı sistemi duvar kesiti içindeki ahşap elemanlar ile sağlanmaktadır. Boğaz geçmeli sistemlerde ise genellikle 4-6cm genişlikteki kalaslar vasıtasıyla yük temellere aktarılmaktadır. Ahşap kargas sistemlerinde ise daha geniş kesitli ahşap elemanlar ile yüklerin temellere aktarımı sağlanmaktadır.



Şekil 1.9. Duvar örnekleri

1.3.2.3. Sütunlar

Sütunlar, taşıyıcı duvarlar gibi yapının üst örtüsünü taşıyan ve yükleri temele aktaran elemanlardır. Genellikle kubbelerin oturduğu kemerlerin mesnet noktalarında yer alan sütunların taş, tuğla ve ahşap örnekleri mevcuttur (Şekil 1.10). Sütunların kesit özellikleri, taşıdığı yük, uzunluk ve malzemesine göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 1.10. Sütun örnekleri

1.3.2.4. Kemerler

Kemerler kubbesel ve tonoz üst örtülerin yüklerini taşıyıcı duvarlara veya sütunlara aktarımını sağlayan eğrisel elemanlardır (Şekil 1.11). Yükler mesnet noktalarındaki sütun veya duvarlara, düşey ve veya yatay yükler olarak aktarılmaktadır. Yatay yükler bu elemanlarda hasarlara yol açan en önemli etkenlerdir. Bu sebeple yatay yük tehdidini önlemek için metal veya ahşap malzemeden gergiler ile kemerler birbirlerine bağlanmaktadır.



Şekil 1.11. Kemer örnekleri

1.3.2.5. Kubbeler

Kemerin kendi eksenini çerçevesinde döndürülmesi ile elde edilen üst örtü biçimine kubbe denmektedir. Kubbeler, kemerler veya taşıyıcı duvarlar üzerine oturtulmaktadır. Tromp, Pandantif ve Türk Üçgeni gibi geçiş elemanları ile kare veya dikdörtgen taşıyıcı sistemlere oturtulmaktadır (Şekil 1.12). Yapısal olarak basınç yüküne maruz kalan bir elemandır.



Şekil 1.12. Kubbe örnekleri

1.3.2.6. Tonozlar

Kemerlerin tek doğrultuda ilerletilmesi ile oluşan eğrisel üst örtü biçimine tonoz ismi verilmektedir. Özellikle dar ve uzun mekanların örtülmesinde kullanılan tonozların birbirini dik keser şekilde oluşmuş örneklerine çift eksenli tonozlar denilmektedir (Usta vd., 2001). Çift eksenli tonozların en tipik örneği haç tonozlardır. Ayrıca biçimlerine göre; beşik tonoz, basık tonoz, yüksek tonoz, sivri tonoz, eğri tonoz, eğik tonoz, konik tonoz, aynalı tonoz, halka tonoz ve yıldız tonoz gibi birçok isimle de özelleştirilmişlerdir. Tonoz örnekleri Şekil 1.13'te görülmektedir.



Şekil 1.13. Tonoz örnekleri

1.3.2.7. Döşemeler

Döşemeler, özellikle bina türü yapılarda çok sık karşılaşılan, kalınlığı diğer iki boyutuna göre çok küçük olan ve düzlemine dik eksene göre rijitliği çok büyük olan düzlemsel yapı elemanlarıdır. Kargir binalarda genellikle tonoz ve kiriş üstlerinde düzenlenen döşemelerin ahşap örneklerine de oldukça sık rastlanılmaktadır. Camilerdeki uygulamaları küçük ve orta ölçekli camilerde genellikle ahşap, büyük ölçeklilerde ise kargir şeklindedir.

1.4. Tarihi Yapılarda Sık Görülen Hasar Çeşitleri ve Nedenleri

Eski eserlerin gelecek nesillere aktarımına ilişkin çalışmaların temelinde yer alan bakım ve onarım kavramlarının doğru ve gerektiği şekilde yaptırılması için hasar tiplerinin ve bunlara neden olan sebeplerin açıkça belirlenmesi önemlidir. Bu şekilde esere yalnızca gerekli olan müdahaleler yapılarak orijinal özelliklerinin korunması sağlanacaktır.

Eserlerde farklı etkilerden kaynaklı birçok hasar biçimi oluşmaktadır. Bu hasarlardan en önde gelen tipleri ve hasar nedenleri aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

1.4.1. Tarihi Yapılarda Sık Görülen Hasar Çeşitleri

1.4.1.1. Yıkılmalar

Çevresel etkilerden, doğal afetlerden ve kimi zaman insan eliyle kasıtlı olarak eski eserlerin kısmi ya da tamamen yıkılması, yapılar için en kötü senaryodur. Yapıların çoğu zaman kurtarılmasının önüne geçen ve gelecek nesillere aktarımının ya sağlanamadığı ya da ancak temsili bir kopyasının inşası ile sağlandığı durumdur. Yıkılmış bazı yapı örnekleri Şekil 1.14’te verilmektedir.



Şekil 1.14. Yıkılmış yapı örnekleri

1.4.1.2. Çatlaklar

Yığma yapıların en sık rastlanan hasar çeşitlerinden olan çatlaklar, yapının stabil durumunun doğal ya da insan eliyle yapılan müdahaleler sonucu etkilenmesine verdiği ilk tepkidir (Şekil 1.15). Çatlaklara özellikle duvar kesitlerin zayıfladığı pencere ve kapı eksenlerinde daha sık rastlanılmaktadır. Yığma yapıların birçoğunda kılcal olarak çatlaklar görülmekte olup, genellikle ihmal edilebilecek seviyededir. Ancak ilerlemiş çatlaklar tehlikeli durumların ilk habercisi olarak kabul edilir. Yığma yapılarda, duvarda oluşan her tür çatlak taşıyıcı sistemi etkiler (Bayülke, 1980). Özellikle kullanılan eserlerde, kullanıcılar için de psikolojik olarak olumsuz bir etki bırakan çatlak oluşumlarının durdurulması ve onarımlarının yapılması önemlidir.



Şekil 1.15. Çatlak örnekleri

1.4.1.3. Yanmalar

Yangınlar, geçmiş dönemlerde aydınlatma ve ısıtma amaçlı kullanılan gaz lambaları, kandillikler ya da soba türü araçların yapı öğelerini tutuşturarak zarar görmesine sebep olan tahrip edici hadiselerdir (Şekil 1.16). Son dönemlerde genellikle elektrik arızalarının sebebiyet verdiği yangınlar özellikle ahşap ağırlıklı yapılar için çok ciddi tehdit oluşturmaktadırlar.



Şekil 1.16. Yangın örnekleri

1.4.1.4. Taş Erimeleri ve Eleman Kayıpları

Doğal taştan yapılmış eserlerin özellikle donma çözülme gibi etkiler ile taş dokularında meydana gelen katmanlaşma ve taşta oluşan kayıplardır (Şekil 1.17). Zamanın ve iklim özelliklerinin etkisi ile oluşan bu erimeler, süreç içerisinde taşların dayanımını olumsuz etkilemekte ve değişimini zaruri kılmaktadır.



Şekil 1.17. Taş erimesi örnekleri

1.4.1.5. Derz Boşalmaları

Yığma taş ya da tuğla taşıyıcı sistemli eski eserlerin önemli bileşenlerinden derzlerin boşalması ile oluşan bir hasar şeklidir. Eserlerin birlikte hareketini önemli ölçüde etkileyen derzlerin boşalması neticesinde zayıflayan bu alanlarda hasar yoğunluğu artmaktadır.

1.4.1.6. Tuzlanma-Asitlenme

Yapılarda zemin suları, çimento esaslı sıvalar gibi nedenler ile oluşan kimyasal içerikli bozulmalardır. Taş, sıva gibi öğeler ile bezemeler bu hasar çeşidinden en fazla etkilenen elemanlardır (Şekil 1.18).



Şekil 1.18. Tuzlanma ve asitlenme örnekleri

1.4.1.7. Nemlenme-Çürüme

Çürüme, özellikle ahşap elemanlarda en önemli hasar biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 1.19). Su tehdidi altında bulunan ahşap elemanların zamanla taşıyıcı özelliğini yitirmesi şeklinde nitelendirilebilir. Çürüme, metal elemanlarda ise korozyon sonucu malzemenin yapısal özelliğinin bozulması ile beklenen taşıma gücünü sağlamamasına sebep olmaktadır.



Şekil 1.19. Çeşitli çürüme örnekleri

1.4.1.8. Küflenme ve Böceklenme

Küf ve böceklenme çürümeye benzer şekilde malzemede oluşan ve yerleşen çeşitli canlı organizmaların sebep olduğu hasar çeşididir (Şekil 1.20). Malzemedен beslenen bu canlılar elemanların fiziki yapılarını değiştirip bozulmalarına neden olmakta; bunun sonucunda malzemenin taşıma gücü ve varlığını sürdürebilmesi tehlikeye düşmektedir.



Şekil 1.20. Ahşap malzemede küf ve böceklenme örnekleri

1.4.1.9. Süslemelerin Solması ve Dökülmesi

Kalem işi süslemeler ve bezemeler eski eserlerin estetik bileşenleridir. Dönemsel üslupların oldukça etken olduğu bu elemanlardaki özgün boyalar zamanla su, nem, insan tahribatı gibi nedenler ile tahrip olmaktadır (Şekil 1.21). Bu tahribat solma, kabarma ve dökülme şeklinde gelişirken, buldukları sıva tabakasının yada ahşap öğelerin gördüğü hasarlar ile tamamen yok olma tehlikesi ile de karşı karşıya kalmaktadırlar. Her ne kadar bu öğeler yapısal elemanlar olmasa da eski eserlere ruh katan önemli bileşenlerdendir. Bu itibarla eserin bu öğeler ile varlığını sürdürmesi için gerekli tedbirler de mutlaka alınmalıdır.



Şekil 1.21. Süsleme bozulmaları örnekleri

1.4.1.10. Kirlenme

Yoğun sis, yangın, kömür ve sanayi atıklarından kaynaklı kirli hava eski eserlerin yüzeylerinde gözle görülür şekilde kirlenmeye sebep olmaktadır. Taş malzeme, işlenip yerine konulduktan sonra hava ile temas eden kısım sertleşerek patina adı verilen tabakayı oluşturur. Bu kısım da taşın esas rengine göre kirli gibi görünse de esasen kirlenme olmayıp, aksine taşı koruyucu bir katmandır. Bu katmanın üzerinde oluşan ve içerik olarak kirli havadaki kimyasal maddelerin taş içerisindeki maddelerle girdiği reaksiyon sonucu ortaya çıkan kirlenme ise istenmeyen kirli tabakayı oluşturmaktadır (Şekil 1.22).



Şekil 1.22. Kirlenme örnekleri

1.4.1.11. Su Etkisiyle Oluşan Oyulmalar

Oyulmalar, su yapılarının en önemli hasar şekillerini oluşturmaktadır. Tarihi köprü ayaklarında ve oturduğu temellerde, su ve taşıdığı partiküller etkisiyle oyulma gerçekleşmektedir. Oyulma etkisiyle oluşan farklı oturmalar da üstyapıda ciddi hasarlara hatta göçmelere dahi neden olabilmektedir.

1.4.1.12. Sehim-Burkulma

Taşıyıcı elemanların yük altında gösterdiği tepkilerle yatayda oluşan eksen eğilmeleri sehim, düşeyde oluşan eksen eğilmeleri ise burkulma şeklinde tanımlanabilir. Her iki durumda da taşıma gücünde azalmalar oluşacağı gibi süneklik düzeyi düşük malzemelerde ani kırılma ve göçmelerin oluşma riski de bulunmaktadır. Ahşap elemanlarda sık görülen bu hasarların önüne takviye elemanlar ile geçilme imkanı bulunmaktadır.

1.4.1.13. Metal Elemanlarda Bozulmalar

Metallerde tasarlandığı fonksiyonu yerine getirememesi olarak düşünülen bozulmalar, fiziksel ve kimyasal değişimler şeklinde oluşabilir. Korozyon olarak tabir edilen ve metalin oksijen veya diğer kimyasal malzemelerle etkileşime girmesi ile özelliğini yitirmesi olarak karşılaşılan durum, metallerde en sık görülen bozulma şeklidir. Kimyasal olan bu tepkimenin yanında metallerde aşınma, yorulma, akma, aşırı yüklenme, birleşme hataları, yanlış tasarım gibi sebeplerle oluşan fiziksel bozulmalar da önemli hasar çeşitleridir (Uluengin, 2005).

1.4.2. Tarihi Yapılarda Hasar Nedenleri

Taşınmaz kültür varlıkları kendilerini uzun yıllardır koruyabilen ve günümüze kadar ulaşmış yapılardır. Birçoğu bu zaman içerisinde birçok müdahaleye, onarıma ve eklentiye maruz kalmıştır. Hatta bazıları yıkılıp yeniden yapılmış ya da sadece bir anı olarak kalmıştır. Eserler de her türlü varlık gibi gerek zamanın etkileri gerek dâhili gerekse harici olarak birçok etki ile hasar görmektedir. Eserlerde görülen hasar nedenlerinden en önemlileri aşağıda sıralanmıştır.

1.4.2.1. Depremler

Yığma yapılarda kullanılan duvar malzemesinin çekme dayanımı, harcın ise kayma dayanımı düşüktür. Deprem etkisiyle oluşan en önemli hasar duvarlarda oluşan kayma gerilmeleri dolayısıyla çekme gerilmelerinin meydana getirdiği çatlak, ayrılma ve dağılmadır. Ağır ve rijit olan eski eserler, çok büyük deprem kuvveti oluştururlar. Yığma yapının deprem kaynaklı çekme ve basınç altındaki sünek olmayan davranışı, yapının önemli bir plastik şekil değiştirme göstermeden aniden göçmesine sebebiyet vermektedir (Çırak, 2011; Celep ve Kumbasar, 2004).

1.4.2.2. Yer Hareketleri

Yapı zemininde deprem haricinde oluşan heyelan, oturma veya patlatmadan kaynaklı etkiler ile oluşan hareketlenmeler yapıya deprem etkisi gibi önemli derecede etki eden faktörlerdendir. Zeminde oluşan bu etkiler yapıda önemli çatlaklara hatta göçmelere neden olacak şekilde etki gösterebilir.

1.4.2.3. Yangın

Yangın faktörünün yapılara etkisi eserlerde kullanılan malzeme ile doğrudan ilişkilidir. Yanıcı özelliği yüksek olan ahşap malzemenin yoğun olduğu eserler yangın riskinin en fazla zarar verdiği eserlerdir. Ahşap yapılarda hızla yayılabilen yangın, eserlerin kısa zamanda geri dönüşümü imkânsız zararlar görmesine neden olmaktadır. Taş

malzeme ise nispeten yangına karşı daha dirençli olmakla beraber, yüksek ısı etkisiyle doku ve tabaka zararlarına maruz kalabilmektedirler.

1.4.2.4. Sel

Sel, yapı ölçeğinden ziyade eserlerin bulunduğu alanların tamamen su baskınına maruz kalması şeklinde risk oluşturmaktadır. Geçmiş topluluklar gerek şehirleşme gerekse tek yapı ölçeğinde sel ve heyelan riski olan bölgelerde yapılaşmalardan uzak durmuşlardır. Ancak ilerleyen süreçte şehirleşmelerin kontrolsüz şekilde gelişmesinden kaynaklı (yol yapımı, yanlış dere ıslahları, vb.) etkenler nedeni ile eserler su baskını gibi risklere maruz kalabilmektedirler. Bu durumlar genellikle yapıdaki ahşap öğelerde kullanılamaz hale gelme, taş öğelerde ise kirlenme ve nem sorunları gibi olumsuz etkiler meydana getirmektedirler.

1.4.2.5. Kimyasal Bozulmalar

Özellikle taş malzemenin metal malzeme ile birlikte kullanıldığı durumlarda korozyon olarak da ifade edilen kimyasal bozulmalar oluşmaktadır. Metaller elektrolitik bir sıvı (asit, baz, tuz eriyikleri ve su gibi) içinde bulduklarında ortaya çıkan bir hasar biçimidir (Küçükkkaya, 2004). Bu durumda metal elemanın özelliğini kaybetmesinin yanında, genişerek taş elemanlara basınç uygulaması ve bu elemanlarda da deformasyona neden olması oldukça sık rastlanan bir hasar çeşididir.

1.4.2.6. Vandalizm

İnsanoğlunun içindeki kötü bireylerin gelişimine katkı sağladığı “Vandalizm” kavramı bilerek ve isteyerek bir nesneye zarar vermek olarak açıklanabilir. Bu kişilikteki insanlar için yapının eski eser olması da hiçbir şey ifade etmemektedir. Vandalizm, kimi zaman işlemeli taş öğelere yazılan yazılar, kimi zaman milattan önceden kalma taşlara kazılan isimler ya da çok değerli fresklere atılan imzalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu hasar riski, taşınmazı küçük hasarlardan yok edilmeye kadar her boyutta tehdit etmektedir.

1.4.2.7. Savaş

İnsanlık tarihiyle yaşıt olan savaş kavramı, eski eserler için de önemli bir hasar nedenidir. Fransız Devriminde yakılıp yıkılan ve yağmalanan saraylar, günümüz savaş teknolojisi ile bombardıman etkisindeki tapınaklar, camiler vb. kültür varlıkları hep aynı talihsizlikleri yaşamışlardır. Yapıların büyük ölçüde harap olmasına neden olan savaş durumlarında, can telaşına ve insani hırslarına yenik düşen insanoğlunun kültür miraslarına sahip çıkabilmesi de pek mümkün gözükmemektedir.

1.4.2.8. Sıcaklık Farklılıkları

Yapı bileşenlerinde sıcaklık farklılıklarıyla oluşan bozulmalar, özellikle bu değerlerin çok fazla değiştiği iklimlerde etkin bir hasar çeşididir. Taş öğelerin içindeki kılcal boşlukların su ile dolması, bu suyun sıcaklık azalması ile donarak genişmesi ve bu eylemin sürekli tekrar etmesiyle yorulan malzemede kılcal boşlukların çatlaklara dönüşmesi ile hasar mekanizması oluşmaktadır.

1.4.2.9. İmar Değişiklikleri

İmar planlarında eski eserleri önemsemeyen yapılan düzenlemeler ile taşınmak ve yıkılmak zorunda kalan eski eserler bulunmaktadır. Özellikle yol güzergâhlarının belirlenmesi ile ilgili düzenlemelerde birçok eski eserin tamamen veya kısmen yok edildiği bir gerçektir. Kentlerin plansız gelişmesi veya yeni planlarla sağlanan imar haklarıyla kat yüksekliklerinin artması tarihi çevreleri ve yapıları olumsuz etkilemekte, aşırı yüksek kütlelerle çevrilen eserlerin silüetteki etkisini zayıflatmakta, algılanmasını imkânsız hale getirmektedir (Madran ve Özgönül, 2005).

1.4.2.10. Kullanılmamak

Eski eserlere her ne kadar insan eliyle ciddi hasarlar veriliyor olsa da yapıların kullanılmaması daha ciddi sorunlara yol açabilmektedir. Sahipsiz kalan taşınmazların basit onarımlar ile giderilebilecek hasarları müdahale edilmediği için büyüyerek daha ciddi sorunlara dönüşebilmektedir. Ayrıca sahipsiz bırakılan eserler zamanla kötü niyetli

insanların kullanımına girmekte ve yapının daha da fazla ve hızlı şekilde hasara uğramasına sebep olmaktadır.

1.4.2.11.İşlev Değişiklikleri

Yapının özgün işlevinin değiştirilmesi, esere yeni yüklerin getirilmesi, açıklıklar ve duvar bileşenlerine müdahale, gerekli koruma şartlarını sağlayamama gibi etkilere neden olmaktadır. Yapının gelecek nesillere aktarımı konusunda önemli bir bileşen olan kullanımına yönelik bu düzenlemelerin, yapıya ek zorlanmalar getirmemesine dikkat edilmelidir. Aksi takdirde yapıların özellikle dinamik davranışına etki edebilecek bu işlemler, yapılar için hayati riskler oluşturabilecektir.

1.4.2.12.Su-Nem Etkisi

Çeşitli türleri ile nem, tüm malzeme ve yapıların önemli bir düşmanıdır. Fiziksel olduğu kadar kimyasal bozulmalar da meydana getiren, sonuçları çok değişik olan ayrı türde değişik kaynakta nemler mevcuttur (Küçükkaya, 2004). Malzemenin kendi bünyesinde bulunan nem, yağmurdan ve sisli havadan kaynaklı nem, yoğuşmadan kaynaklı nem ve kılcal su yükselmesinden (kapilarite) kaynaklı nem genel itibari ile yapıda hasarlara yol açan türlerdir.

1.4.2.13.Rüzgar Etkisi

Minareler gibi yüksek ve narin yapılar için oldukça önemli bir tehdit unsuru olan rüzgâr, kimi zaman minarelerin yıkımına yol açabilmektedir. Ayrıca sürekli şiddetli rüzgârlara maruz kalan eserlerde çeşitli aşınma ve tahribatların olduğu da bilinmektedir.

1.4.2.14.Bilinçsiz Müdahaleler

Eserlere yapılan çoğunlukla iyi niyetli ancak bilinçsiz müdahaleler kimi zaman çok ciddi sonuçlara yol açabilmektedirler. Nispeten yapısal müdahalelerden ziyade eleman bazında müdahaleler bu grupta yer almaktadır. Taş mihrabın, ahşap öğelerin yağlıboya ile boyanması, malzeme değişiklikleri vb. gibi örnekler bu kapsamda değerlendirilebilir.

1.4.2.15. Yanlış Restorasyonlar

Eserlerin restorasyon süreçlerinde yapılan yanlış müdahalelerin yapılara yarardan çok zarar verdiği bir gerçektir. Çimento ve beton ile kaplanan eski eserler, güçlendirme adı altında yapının tüm sistematiğini değiştirir müdahaleler ve geri dönüşüme imkân vermeyen müdahaleler gibi birçok çeşidi olan bu tehdit, maalesef eski eserlerin en önemli düşmanlarından birisidir. Gerek yapısal gerekse malzeme ve eleman bazında yapılabilecek yanlışlıkların önüne geçmek adına restorasyon sürecinin bilimsel veriler ve incelemeler ışığında yapılması gereklidir.

1.4.2.16. Hava Kirliliği

Atmosferdeki maddelerden SO_2 , SO_3 , CO_2 , Cl_2 , içeren gazlar ve N_2 ve NO , NO_2 , NO_3 , N_2O_5 , gibi azot oksit bileşikleri normal değerlerin üzerinde bulunmaları halinde ortamda aktif rol oynayarak taşların bozulmalarına sebebiyet vermektedirler (Küçükkaya, 2004). Hava kirliliğine benzer etkileri gösteren asit yağmurları l tozlarını taşıyan ve ciddi kir etkisi oluşturan yağış türleri de bu kapsamda eserlere zarar veren etkenlerden sayılabilir.

1.4.2.17. Trafik

Trafik titreşimi genellikle yolları eski, tarihi kentlerde büyük bir sorundur. Ağır vasıtaların oluşturduğu zemin titreşimleri yapılarda çatlaklara, parçalanmalara, kopmalara neden olduğu gibi bu bozulmaların atmosferik tahriplerle geliştiği ve giderilmesi g sonuçlara vardığı gözlenmiştir. Tarihi köprülerin yoğun taşıt trafiğinden arındırılması, tarihi eserler yakınındaki eski yolların düzeltilmesi, bakımlarının yapılması koruma açısından önemli adımlardır (Küçükkaya, 2004).

1.4.2.18. Hatalı Tasarım

Tasarımdan kaynaklı hasarlar, yapının orijinal halinde olan ve sistematik olarak yapısal sorunlara sebebiyet verebilecek birtakım kusurlardır. Simetriden uzak olmak, boşluk oranları gibi düzensizliklerin yanında zemin problemlerinin göz ardı edilmesinden

kaynaklı oturmaya bağlı sorunlar yığma yapıların başlıca tasarım sorunlarındanır (Çırak, 2011)

1.4.2.19.Hatalı Malzeme Kullanımı ve Detay

Gerek yapının ilk yapımı gerekse restorasyon süreçlerinde kullanılan malzeme kalitesi ve detay çözümleri eserde hasarlara neden olabilmektedir. Örnek olarak gözenekli ve su emme kapasitesi olan bir taşın donma çözülmeye müsait bir yerde kullanılıp, kısa zamanda çatlaması düşünülebilir.

1.4.2.20.Turizm

Taşınmaz kültür varlıklarının birer turizm değeri olduğu inkar edilemez bir gerçektir. Ancak turistik faaliyetler adına eserlerin özgün kimliklerine ve yapılarına tahribatlar ne yazık ki sıkça karşılaşılan sorunlardandır. Ayrıca turistlerin de özellikle süsleme elemanlarına müdahale ederek zarar vermeleri de yine önemli bir sorun teşkil etmektedir.

1.4.2.21.Diğer Etkenler

Araç çarpmaları, yıldırım düşmesi, bitkilenmeler, define arama faaliyetleri gibi bazı etkenler de tarihi eserlere önemli derecede zararlar verebilmektedir.

1.5. Restorasyon Teknikleri

Taşınmaz kültür varlıklarında yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı oluşmuş hasarların restorasyonu ile ilgili insanlığın birikimleri ve bilimsel çalışmalar neticesinde birtakım müdahale teknikleri gelişmiştir. Her ne kadar her türlü esere kendi özelliğine göre müdahalelerin yapılması ilkesel olarak önemli bir kabul olsa da yapılan müdahalelerin bazı başlıklar altında toplanması mümkündür. Bu müdahale çeşitleri aşağıda tanımlanmaktadır:

1.5.1. Sağlamaştırma

Sağlamaştırma (reinforzman), esas olarak eserin taşıyıcı sisteminin sağlamaştırılması diye algılansa da gerek malzemenin gerekse yapının oturduğu zeminin sağlamaştırılmasını da içeren bir kavramdır (Ahunbay, 1996). Taşıyıcı sistem bazında en sık kullanılan sağlamaştırma teknikleri, kesit genişletme, destekleme, gergi, çember gibi metal eleman takviyeleri, temel güçlendirme, dikiş ve enjeksiyon yöntemleridir. Eleman bazında ise mikroenjeksiyonlar ve kenet takviyeleri, zemin ile ilgili de enjeksiyon ve zemin değiştirilmesi sağlamaştırma teknikleri olarak sayılabilir.

1.5.2. Bütünleme

Hasar görmüş ya da kısmen yıkılmış yapıların özgün karakterine uygun olarak, tercihe göre geleneksel ya da çağdaş malzemeler kullanılarak yeniden tamamlanmasına bütünleme (reintegrasyon) denilmektedir (Ahunbay, 1995). Gerek işlev gerek estetik kaygılarla ön plana çıkan bu yöntem, kullanıma imkân vererek eserin yaşamasını sağlaması açısından önemli bir yöntemdir. İşlev kaygısı olmayan yapılarda bütünleme pek kabul gören bir yöntem olarak değerlendirilmemektedir.

1.5.3. Yenileme

Yenileme (renovasyon, rehabilitasyon), gelişen ve değişen toplumsal hayatın gereksinimlerinden uzak kalan, işlev ve fiziki şartlara sahip eserlerin kullanım şekillerinin değişimi ile ilgili bir kavramdır (Ahunbay, 1996). Hamam, tekke, muvakkithane, cemaati kalmayan ibadethaneler gibi eserlerin yeni işlevlerine göre düzenlenmesini ve bu kapsamda yapılacak değişiklikleri içermektedir. Yapılara kısmi ekleme yapılması da bu kapsamda değerlendirilebilir.

1.5.4. Yeniden Yapma

Deprem, yangın, toprak kayması gibi doğal afetlerle ya da insan eliyle tamamen yıkılan eserlerin eldeki belgeler ve bilgiler doğrultusunda yeniden yapılması (rekonstrüksiyon) mümkündür (Ahunbay, 1996; Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Yeniden

yapım ile ilgili alınacak kararlar yapının tekrar yapılmasının gerekliliği üzerinde derinlemesine tartışıldıktan sonra karar verilmelidir. Her yıkılmış eserin yeniden yapılması mümkün ve gerekli olmamakla birlikte, kaynak kullanımı açısından da ekonomik değildir.

1.5.5. Temizleme

Eserlerde eleman, cephe, süsleme gibi öğelerin fiziksel veya kimyasal yöntemlerle temizlenmesi bu kavramı oluşturmaktadır. Kristalize kum, su ve kimi zaman da çeşitli aletler ile elle yapılan mekanik temizlik, çeşitli kimyasal ürünler ile yapılan kimyasal temizlik, kağıt hamurları ve emici çeşitli malzemeler yardımıyla yapılan temizlik yöntemleri bulunmaktadır (Ahunbay, 1996). Seçilecek uygulama yöntemleri uygulanacak yüzeyin malzemesine, cinsine ve temizlenecek kirin çeşidine göre farklılık göstermektedir.

1.5.6. Taşıma

Yol ve baraj yapımı gibi faaliyetlerin icrası ve heyelan gibi doğal afetler sebebiyle orijinal mekânında varlığını sürdüremeyecek eserlerin taşınarak farklı yerlerde yeniden inşası işlemidir (Ahunbay, 1996; Zakar ve Eyüpgiller, 2015). Eserin orijinal öğelerinin numaralandırılarak, itinalı şekilde sökülüp yeni mekânında aslına uygun şekilde yeniden yapımı özellikle kesme taş ve ahşap içerikli eserler için uygulanabilir bir yöntemdir.

1.5.7. Diğer Müdahale Yöntemleri

Yukarıda sunulan literatürdeki restorasyon tekniklerinin içinde de sayılabilecek ancak özellikleri ve detayları bakımından özellik arz eden ve uygulamada karşılaşılan birtakım restorasyon yöntemleri bu başlık altında sunulmuştur.

1.5.7.1. Yanlış Restorasyon Etkilerinin Düzeltilmesi

Restorasyon sürecinde yapılan yanlış uygulamaların kaldırılması (de-restorasyon), farklı bir restorasyon süreci oluşturmaktadır. Kimi zaman dönemsel restorasyon anlayışları sebebiyle kimi zaman da malzeme ve uygulayıcıların yetersizliği sebebiyle restorasyonlarda yanlışlıklar yapıldığı inkar edilemez bir gerçektir. 1960-70'li yıllarda

beton ve çimento malzeme ile eski eserlerin restore edildiği ve bu çalışmalarda hiçbir sakınca görülmediği halde, çimentonun esere zararı ortaya çıktıktan sonra bu uygulamadan vazgeçilmiş ve yanlış uygulama olarak değerlendirilmiştir. Bu süreçten sonra da tüm çimentolu bileşenlerin yapılardan arındırılması için işlemler yürütülmüştür. Çimento örneğinde olduğu gibi bir çok restorasyon etkisini düzeltir faaliyetlerin sürdürüldüğü gözlenmektedir.

1.5.7.2. Destekleme

Yapıların statik sorunları nedeniyle yaşadıkları sıkıntıları gidermek ve olası göçmelerini önlemek adına alınan geçici ya da kalıcı sistemlerdir. Yapıların askıya alınması, payandalanması ve çeşitli metal destek elemanların takviyesi gibi örnekleri bulunmaktadır.

1.5.7.3. Eklerden Arındırma

Eserlere eklenmiş olan niteliksiz öğelerin kaldırılarak yapının ayıklanması (liberasyon) işlemidir. Eserin eklerinden arındırılması, niteliksiz ekler ile ilgili bir husus olup, dönemsel etkileri olan ve yapının parçaları haline gelen eklentileri içermemektedir. Bu konunun uzmanları tarafından derinlemesine incelenerek müdahalelerin yapılması oldukça önemlidir.

1.5.7.4. Koruma, Dondurma

Eserin olduğu şekliyle muhafaza altına alınması (prezervasyon), hasar riskini ortadan kaldıracak önlemlerin alınarak herhangi bir tamamlamaya gitmeden mevcut haliyle dondurulması işlemidir. Özellikle kalıntılar, duvar resimleri ve mozaikler gibi işlev kaybı olmayan ve muhafazası yapılabilecek eleman bazında önemli bir uygulama tekniğidir.

1.5.7.5. Canlandırma

Kullanılmayan eski eserin ya da yapı grubunun veya kentsel dokunun çağdaş kullanım gereksinimleri çerçevesinde düzenlenerek yeniden kullanılabilir duruma getirme

(rövizalizasyon) yöntemidir. Bu işlem çerçevesinde gerekli ve yeterli müdahaleler projelerde ayrıntılarıyla çözümlenmelidir.

1.5.7.6. Dönüştürme

Eski eser bir yapının yeni ve farklı bir kullanıma dönük olarak dönüştürülmesidir (transformasyon). Restorasyon ilkelerini zaman zaman zorlayan müdahaleler bu yaklaşımda mevcuttur. Yapıların dış duvarlarının korunarak iç yapısının yeniden ve modern şekilde inşası gibi uygulamaları en yaygın dönüştürme modellerdir.

1.5.7.7. Kopyasının Üretilmesi

Kopya üretimi (reprodüksiyon, replikasyon), genellikle taşınır kültür varlıklarında ve yenilenmesi gerekli sistemlerde uygulanan bir yöntemdir. Güvenlik, uzun süreli hizmet veremeyecek olmak ya da yok olması gibi nedenlerden dolayı teşhiri mümkün olmayan eserlerin kopyasının üretilerek, sergileme ve kullanıma yönelik faaliyetinin devam ettirilmesi işlemidir. Yapısal anlamda özellikle anı değeri olan yapıların farklı mekânlarda sembolik olarak tekrar inşasına dönük örnekleri mevcuttur.

1.5.7.8. Yapı Sağlığı İzlenmesi

Yapıların güncel teknolojiler yardımıyla sürekli kontrol altında tutulması ve hasar sebebi ile değişen verilerin tespiti mümkündür. Çeşitli tahribatsız yöntemlerle yapılan bu izlemelerde, hasar oluşumunun hızlıca tespiti mümkün olmakta, yapıya daha fazla zarar gelmeden tedavi amaçlı müdahalelere imkan sağlamaktadır. Sürekli yapı sağlığının izlenmesi, özellikle yapılarda uygulanması önemle tavsiye edilen ve günden güne gelişen bir sistemdir.

1.5.7.9. Sürekli Bakım

İçlerinde en kolay ve en az masraflı olan bu teknik, eserlerin sürekli bakımının yapılarak oluşabilecek hasarları daha başında önlemektir. Bu vesile ile eser, hem hasar görmekten hem de hasar sonucu oluşacak restorasyonlardaki zararlı müdahalelerden

kurtulacaktır. Elbette ki bu konuda da görev alacak insanların eski eser bilincine sahip ve yetişmiş bireyler olması esere en az müdahale ile en fazla katkıyı sağlamaya vesile olacaktır.

1.6. Eski Eser Projeleri

Taşınmaz kültür varlıklarında, yukarıdaki bölümlerde sayılan nedenlerden kaynaklanan hasarlar sebebiyle belirtilen teknikler doğrultusunda restorasyonlar yapılmaktadır. Restorasyonların planlanması ve müdahale kararlarının alınması, hazırlanan eski eser projeleri ve dokümanlar ile mümkün olmaktadır. Bu dokümanlar rölöve, restitüsyon, restorasyon, güçlendirme projeleri, müdahale paftaları ve bunları destekler sanat tarihi, statik ve mimari raporlardır. Bu dokümanlar aşağıda ana hatlarıyla açıklanmıştır.

1.6.1. Rölöve Çizimleri

Eski eserin mevcut halini yansıtan, mimari ölçüleri, durumu, bileşenleri, malzemeleri hakkında kapsamlı bilgileri içeren ve belgelendirmeyi amaçlayan çizimlerdir. Detaylı bir rölöve, eserin tüm detaylarını, ölçülerini, malzemelerini ve bozulmalarını yansıtır. El ile ya da gelişen teknolojiler ile her detayı ölçülen eserin hazırlanan rölöve çizimlerinde, cepheler, planlar, görünüşler, yeterli sayıda kesitler ve detaylar mutlak öğelerdir.

1.6.2. Restitüsyon Projesi

Belirli özellikleri ve yapısal öğeleri değişikliğe uğramış ya da yıkılmış eski eserlerin, ilk tasarım ve yapım zamanı ile dönemsel müdahale zamanındaki hallerini, arşiv araştırmaları, yapıdaki izler ve çeşitli belgelerden yararlanarak oluşturulan projelere restitüsyon projeleri adı verilir. Bu kapsamda hazırlanan projelerde arşiv taraması ve benzer örneklerin ve yapısal izlerin incelenmesi çok önemlidir. Eserin restorasyon kararlarının alınmasında, restitüsyon projesi çok önemli bir dayanak teşkil etmektedir.

1.6.3. Restorasyon Projesi

Eserin mevcut durumu, hasarları ve uğradığı değişiklikler rölöve ve restitüsyon projelerinde ortaya konulduktan sonra yapılacak olan iş ve işlemlerin belirlenmesi aşamasına geçilir. Gerekli statik ve malzeme bazlı incelemelerin de yapılması ile yapıdaki uygulamaları içeren ve yapının restorasyondan sonraki halini belirleyen restorasyon projeleri hazırlanır. Restorasyon projelerinin doğru ve detaylı hazırlanması, restorasyon sürecinin sağlıklı yürütülmesini sağlamaktadır. Bu projeyi destekler mahiyetteki müdahale paftaları ve güçlendirme projeleri restorasyon sürecinin bir parçası olmakla birlikte burada ayrıca açıklanacaktır.

1.6.4. Müdahale Paftaları

Müdahale paftaları, restorasyon kararlarının ayrıntılı ve renklendirilmiş şekilde sunulması, yapılacak işlemlerin net olarak anlaşılmasına yönelik projelerdir. Uygulamacılar için kolay çözümlenebilir olması ve restorasyonlardaki yanlış uygulamaların önüne geçmesi açısından kıymetli projelerdir.

1.6.5. Hasar Analizleri

Hasar analizleri, rölöve projesinde belirtilen hasarların belirli bir lejant çalışması ile renklendirilmiş olarak ayrıntılarıyla sunulmasına yönelik projedir. Hasarların dereceleri, önemleri ve risklerini de içeren bu çalışma nereye ne kadar müdahale edilmesi gerektiğine atıf teşkil etmektedir.

1.6.6. Güçlendirme (Statik) Projesi

Yapının yaşamış olduğu sorunlardan kaynaklanan hasarlarının taşıyıcı sisteme zarar verir yada verebilecek boyutlara ulaşması neticesinde belirli güçlendirme projelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Eserin taşıyıcı elemanları ve zeminine yapılacak müdahalelerin detaylı olarak sunulduğu projelerin eski eser konusunda birikimi olan mühendisler tarafından sayısal verilerle desteklenerek hazırlanması önemlidir. Yalnızca mühendislik tecrübeleri ve içgüdüleriyle yaklaşım, telafisi zor hatalara sebebiyet verebilir. Bu nedenle

güçlendirme projelerinin düzenlenmesi süreçleri; gözlem, tecrübe, deneysel ve sayısal verilerin elde edilmesiyle yürütülmelidir.

1.6.7. Raporlar

Hazırlanan rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri belirli bir görsel ölçümlerin yanında bilgi, veri, öngörü ve kabulleri de içeren çalışmalardır. Bu çalışmaları destekleyen bu bilgilerin, verilerin, öngörü ve kabullerin hikâyeleri dayanaklarıyla beraber ilgili raporlarında verilir. Rölöve raporu, restitüsyon raporu, restorasyon raporu, statik rapor ve sanat tarihi raporları ayrı ayrı ya da bir bütün olarak belgelenecek projelere altlık oluştururlar. Raporlamanın doğru verilerle başarılı hazırlanması, proje sürecini, dolayısıyla uygulama sürecini de olumlu yönde etkilemektedir.

1.6.8. Görsel Albümler

Görsel albümler, tüm eski eser çalışmalarında olmazsa olmaz unsurlardandır. Belgeleme açısından hem en değerli kaynak hem de anlatımı kolaylaştırır unsurlar görsel albümlerle arşivlenirler. Günümüzde daha çok dijital ortamlarda saklanabilen bu unsurlar tarihin ilk çağlarından beri insanoğlu tarafından kullanılan bir anlatım tekniğidir. Fotografik belgelerin yanında; video çekimleri, uydu fotoğrafları ve sayısal tarama verileri de bu kategoride değerlendirilebilir.

1.7. Cami ve Minareler

Cami, Müslümanların namaz ibadeti için toplandıkları mekânlardır. İslamiyet'te, cuma ve bayram namazlarının camilerde toplu olarak kılınması zorunludur. Hz. Muhammet'in, günde 5 vakit olan farz namazların da camilerde cemaatle kılınmasını tavsiye eden öğütleri nedeniyle vakit namazları için de müslümanlar camilerde ibadetlerini gerçekleştirmeye önem vermektedirler. Namaz vakitleri, sabah, öğle, ikindi, akşam ve yatsıdır. Camiler, vakitlerde cemaatle kılınan namazların yanında bireysel olarak namaz kılmak veya Kuran okumak isteyen cemaate de sürekli hizmet edecek şekilde günün yirmidört saati kamuya açık mekânlardır.

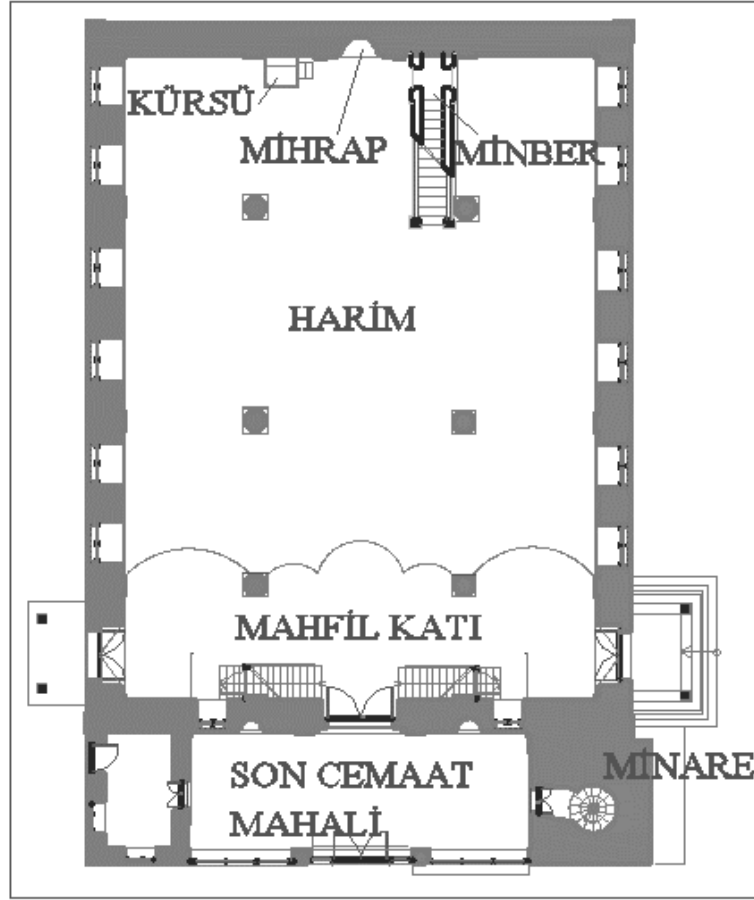
Esasen “Cami” terimi, İslami literatüre “Mescit” kavramından sonra girmiştir. Kuran-ı Kerimde Tevbe Süresinin 18. ayetinde “Allah’ın mescitlerini ancak Allah’a ve ahiret gününe inanan, namazı dosdoğru kılan, zekâtı veren ve Allah’tan başkasından korkmayan kimseler imar eder. İşte onların doğru yolu bulanlardan olmaları umulur.” buyurulmaktadır. Bu ayette zikredilen “Mescit” kelimesi “Allah’a secde edilen yer” anlamındaki mekan ismidir (Gündüzöz vd., 2011). “Cami” terimi başlangıçta sadece Cuma namazı kılınan büyük mescitler için kullanılmış olan “el-mescidü’l-cami (cemaati toplayan mescit)” tamlamasından kısaltılarak kullanılmıştır (Gündüzöz vd., 2011). Günümüzde halk arasında küçük ebatta ibadet yerleri mescit, daha büyük olanlar ise cami olarak belirtilmektedir. Osmanlı Döneminde ve Cumhuriyetin ilk dönemlerinde küçük çaplı mescitlerde Cuma ve bayram namazlarının kılınmasına berat verilmez, büyük çaplı merkez camiler Cuma camileri beratını alırlardı. Güncel olarak böyle bir ayırım kalmamış ve irili ufaklı tüm mescitlerde Cuma kılma izni yetkili kurum olan Diyanet İşleri Başkanlığı tarafından verilmiştir. Bu duruma paralel şekilde, hâlihazırda tüm ibadet mekânları genel itibari ile cami terimi ile isimlendirilmekte olduğundan bu çalışma kapsamında da mekânlar cami terimi ile ifade edilecektir.

Yeryüzündeki ilk mescit, Mekke’deki Mescid-i Haram iken, Hz. Muhammed dönemindeki ilk mescit Medine yakınlarındaki Kuba Mescidi olup daha sonra Medine’de Mescid-i Nebevi inşa edilmiştir (Karaman vd., 2006). Kentlerdeki en büyük camiler genellikle “Ulu Cami”, padişahların yaptırttıkları camiler de “Selatin Camii” olarak isimlendirilmektedir.

Camilerin ibadet dışında Müslümanların birbirleriyle görüşmeleri, istişare etmeleri ve toplumsal sorunları görüştükleri mekânlar olma özellikleri de bulunmaktadır. Özellikle İslamiyet’in ilk yıllarında bir tür halk meclisi işlevi üstlenen camiler aynı zamanda dini eğitimin verildiği mekânlar olarak da ön plana çıkmaktadır.

Camiler yapıldıkları coğrafyalar, yapanların kültürel birikimleri ve çevresel etkenler nedeniyle mimari olarak farklılık göstermektedir. Ancak ilkesel olarak ortak noktaları çok fazladır. Camilerin kible duvarının, bulunduğu noktadan Kâbe’ye geçirilen doğruya dik olarak teşkil edilmesi genel yaklaşımdır. Bu duvarda teşkil edilen mihrap ibadet yönünü cemaate gösteren camilerin en önemli mimari öğelerinden biridir. Geleneksel Osmanlı tipi bir camide; namaz kılınan ana mekân “harim”, bu mekânın üst kotunda genellikle kadınların ibadet alanı olarak ayrılan kısım “mahfil”, caminin giriş kısmında olan ve revak ya da sütunlar ile teşkil edilmiş mekân “son cemaat mekânı” olarak adlandırılmaktadır.

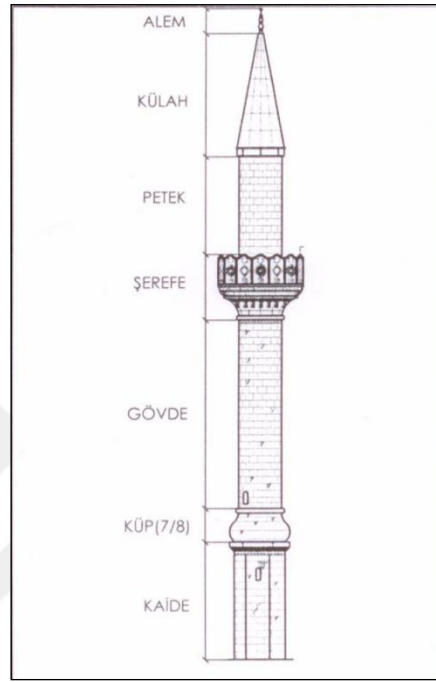
Kadınlar mahfili kotunda yer alan ve Padişahların kullanımına ayrılan “hünkâr mahfili” ve müezzinlerin kullanımına tahsis edilen “müezzin mahfili” de bazı camilerde bulunan öğelerdendir. Camilerdeki mihrap, minber ve vaaz kürsüsü yapıyı tamamlayan esas öğelerdendir. Mihrap, kible duvarındaki İmamın namazı kıldırıldığı genellikle estetik olarak düzenlenen niştir. Minber, hatibin hutbe okuduğu, genellikle dokuz basamaklı merdiven ile çıkılan yüksek platformdur. Camide cemaate vaaz verilen kısım ise vaaz kürsüsü olarak isimlendirilmektedir. Şekil 1.23’te cami kısımlarına ait çizim verilmektedir.



Şekil 1.23. Cami kısımları (Şebinkarahisar Fatih Camii)

Camilerin en önemli bütünleyen elemanı minarelerdir. Minareler cami mimarisinin gelişimi ile hem estetik hem de simgesel olarak camilerin ayrılmaz parçaları haline gelmişlerdir. Minareler genel itibari ile temel kısmın üstünde kaide, kaideden gövdeye geçişi sağlayan soğan ya da yedi sekiz denilen kısım, gövde, şerefe, petek, külah ve âlem ile yukarı çıkışı sağlayan merdivenden oluşmaktadır. Bazı uygulamalarında birden çok

şerefe bulunan minarelerin geleneksel uygulamaları genellikle taş ve tuğladan yapılmış olup, yöresel olarak ahşap örneklere de rastlamak mümkündür. Günümüzde bu elemanlarla inşa edilen minarelerin yanında betonarme ve çelik elemanlar ile yapılmış minareler de mevcuttur. Minarenin kısımlarını gösteren görsel Şekil 1.24’te sunulmuştur.



Şekil 1.24. Minare kısımları

Tarihi minare envanterinin önemli bir bölümünü yığma taş minareler teşkil etmektedir. Yığma taş minareleri oluşturan her taş taşıyıcı özellik göstermekte olup, aynı hizadaki taşların oluşturduğu taş dizisine “kur” denilmektedir (Acar, 2009). Bir kur basamak ve çevresindeki duvarlardan oluşmakta olup her bir taş düşeydeki komşu taşlara zıvanalara, yatay taşlara kenetli demir ankrajlarla sabitlenir. Bu ankraj ve zıvanaların taşlardaki oyuklara sabitlenmesi, eritilen kurşunun dökülerek soğumasıyla sertleşmesiyle sağlanır. Ayrıca taşlar arasında ince bir tabaka halinde harçla da elemanların birbirine yapışması sağlanır. Minarelerin yapısal olarak da önemli parçalarından olan döner merdivenler, genellikle zeminden başlayan, mahfil katından girilen örneklerinde ise bu kottan başlayarak son şerefeye kadar çıkmayı sağlayan yapı elemanlarıdır. Kama formuna benzer yontulmuş tek parça taşların üst üste binecek şekilde yerleştirilmesiyle teşkil edilen merdivenlerde her basamak, çekirdek ortalarında açılmış içi kurşun dolu oyuklara

yerleştirilen çubuklar ile birbirine kenetlenmektedir (Tuluk vd., 2006). Şekil 1.25'te geleneksel minare yapımına ilişkin görseller sunulmuştur.



Şekil 1.25. Geleneksel yığma taş minare yapım görüntüleri

Ahşap minareler, genel olarak ortasında bulunan yekpare ve geniş kesitli serin direği etrafında dönen ahşap merdiven ve merdiven aksının etrafında dönen ahşap kalas sisteminin ahşap kaplama malzemesiyle kaplanması ile oluşturulan sisteme sahiptir. Gövde ve petek kısmı genellikle aynı kalınlıkta olup yine ahşap külah ve alem ile sonlanmaktadır. Şerefe altları çoğu zaman yığma minarelerdeki gibi konik olarak değil düz olarak yapılmaktadır. Ahşap elemanın özelliğinden dolayı salınma ve hasara yığma taş minarelere oranla daha yatkındırlar.

1.8. Analitik ve Deneysel Modal Analiz

1.8.1. Analitik (Sonlu Eleman Yöntemiyle) Modal Analiz

Sonlu Eleman Yöntemine dayalı N serbestlik dereceli bir sistemin genel hareket denklemleri aşağıda verilmiştir.

$$[M]\{\ddot{U}(t)\} + [C]\{\dot{U}(t)\} + [K]\{U(t)\} = \{R(t)\} \quad (1.1)$$

Bu denklemde, [M], [C] ve [K] sırasıyla çok serbestlik dereceli sistemin kütle, sönüm ve rijitlik matrislerini ve $\{\ddot{U}(t)\}$, $\{\dot{U}(t)\}$, $\{U(t)\}$ ve $\{R(t)\}$ ise sırasıyla çok serbestlik dereceli sistemin zamana bağlı ivme, hız, yer değiştirme ve kuvvet vektörlerini ifade etmektedir (Petyt, 1990).

Yapıda sönüm olmaması durumunda, analitik model kütle ve rijitlik terimleriyle bağıntılı hale gelecektir. Bu halde hareket denklemi,

$$[M]\{\ddot{U}(t)\}+[K]\{U(t)\} = \{R(t)\} \quad (1.2)$$

şekline dönüşecektir. Yapının doğal frekansları veya modal özelliklerini bulmak için yapının serbest titreşim yaptığı düşünülürse, hareket denklemi,

$$[M]\{\ddot{U}(t)\}+[K]\{U(t)\} = \{0\} \quad (1.3)$$

olacaktır. Bu denklemin çözümü için aşağıdaki kabul yapılır (Petyt, 1990).

$$\{U(t)\} = \{U_g\}e^{i\omega t} \quad (1.4)$$

Burada $\{U_g\}$, $N*1$ boyutunda zamandan bağımsız genliği ifade etmektedir. (1.4) ifadesi (1.3) denkleminde yerine yazıldığında (1.5) denklemi bulunur.

$$([K]-\omega^2 [M])\{U_g\} e^{i\omega t} = \{0\} \quad (1.5)$$

Bu denklemin sıfırdan farklı çözümü için,

$$\det[K]-\omega^2[M] = 0 \quad (1.6)$$

olması gereklidir (Petyt, 1990). Bu denklemin çözümünden, serbestlik derecesi kadar (N tane) sönümsüz doğal açısal frekanslar ($\omega_1, \omega_2, \omega_3, \dots, \omega_N$) ve mod şekilleri (öz vektörler) bulunur. Belirlenen her doğal frekansa karşılık yapının almış olduğu şekil, mod şekli olarak ifade edilir. Doğal frekansların küçükten büyüğe doğru sıralanması sonucunda elde edilen en küçük frekans temel frekans ve bu frekansa karşılık gelen mod şekli temel mod şekli olarak adlandırılır (Türker, 2011).

Normalleştirilmiş mod şekilleri denklem (1.7)'den elde edilebilir (Petyt, 1990).

$$\{ \phi \}_r = (1/\sqrt{m_r})\{U_g\} \quad (1.7)$$

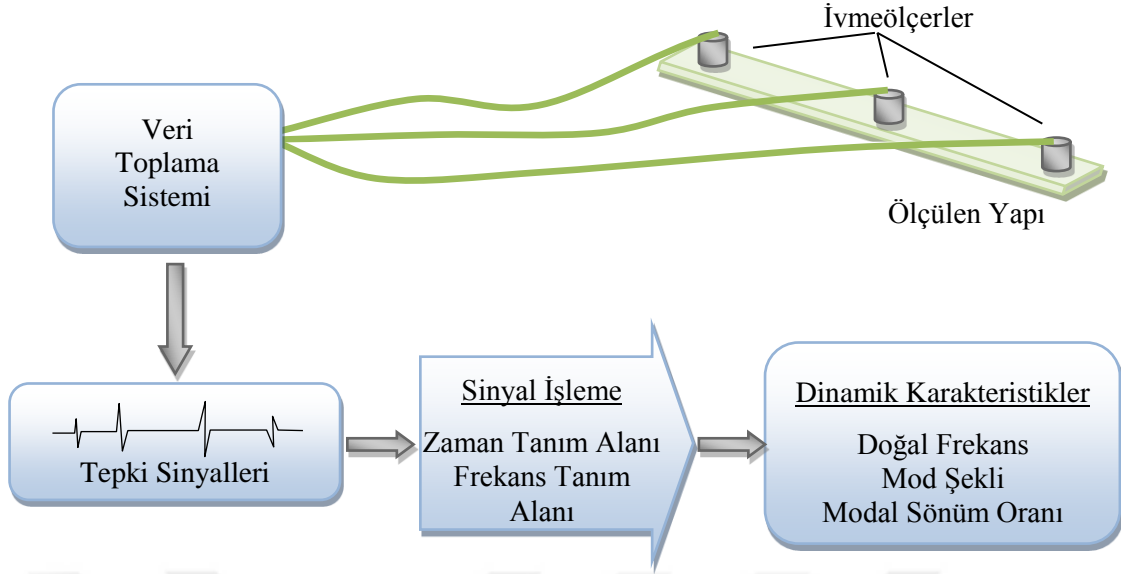
Burada, m_r r. ilgili moda ait genelleştirilmiş kütleli ifade etmektedir.

1.8.2. Deneysel Modal Analiz

Yapı dinamik karakteristiklerinin belirlenmesinde, deneysel modal analiz yöntemleri etkin sonuç veren, hasarsız olması nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir (Ewins, 1995). Bu yöntem, titreşim kaynağına bağlı olarak Geleneksel Deneysel Modal Analiz ve Operasyonel Modal Analiz Yöntemleri olmak üzere kendi içerisinde iki gruba ayrılmaktadır. Geleneksel Modal Analiz Yönteminde sistem zorlayıcı bir etki ile titreştirilirken, Operasyonel Modal Analiz Yönteminde tamamen doğal olarak çevresel titreşim şartları altında dinamik karakteristiklerin belirlenmesini gerçekleştirmektedir. Bu çalışma kapsamında yapılacak deneysel modal analiz çalışmaları, Çevresel Titreşim Testi adıyla da anılan Operasyonel Modal Analiz (OMA) yöntemi ile yapılmıştır.

1.8.2.1. Operasyonel Modal Analiz

Operasyonel Modal Analiz Yöntemi, deprem, trafik, rüzgâr, dalga, sürekli maruz kalınan ses, insan hareketi gibi çevresel etkilerden oluşan titreşimler altında dinamik karakteristiklerinin deneysel olarak belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir (Zhang vd., 2002; Brincker vd., 2003). Bu yöntemle yapılan ölçümlerde, yapıya etkiyen titreşimlerin genliği ve zamanla değişimi bilinmemektedir. Dinamik karakteristikler yapı üzerinden ölçülen tepki verilerinin zaman ve frekans tanım alanlarında çeşitli istatistiksel yöntemlerle işlenmesiyle elde edilmektedir. Operasyonel Modal Analiz Yönteminde yapıların dinamik karakteristiklerinin nasıl belirlendiğini gösteren akış şeması Şekil 1.26'da verilmektedir.



Şekil 1.26. Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ölçüm düzeneği (Türker, 2011)

1.8.2.1.1. Operasyonel Modal Analiz Yönteminin Uygulama Alanları

Operasyonel Modal Analiz Yöntemi, teknolojik ve teorik altyapıdaki hızlı gelişimle birlikte birçok mühendislik alanında yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Mikro hassasiyetteki makine parçalarının titreşim analizlerinden mühendislik yapılarındaki titreşimlerin analizine kadar birçok alanda Operasyonel Modal Analiz Yöntemi kullanılmaktadır. İnşaat Mühendisliği alanında (Türker, 2011);

- Yapıların projelendirilmesi aşamasında yapılan kabullerin güvenilirliklerinin belirlenmesinde,
- Analitik analizler sonucu elde edilen dinamik karakteristiklerin deneysel olarak elde edilenlerle karşılaştırılması ve sonlu eleman modellerinin iyileştirilmesinde,
- Analitik analizlerinin yapılması zor olan yapıların dinamik karakteristiklerinin deneysel olarak tespitinde,
- Yapıların hasar durumlarının tespitinde,
- Yapılara yapılan onarım ve güçlendirme işlemlerinin performans değerlendirilmelerinde Operasyonel Modal Analiz Yöntemi kullanılmaktadır.

1.8.2.1.2. Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle Ölçüm

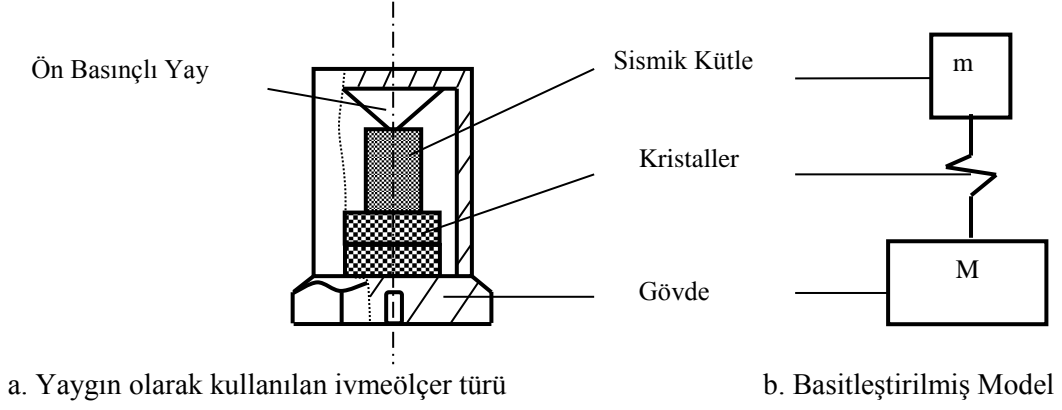
Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle gerçekleştirilen ölçümlerde, ölçümler sırasında sıcaklık değişimi ve nem gibi etkiler altında yapının malzeme özelliklerinin ve sınır şartlarının değişmediği, yapıda oluşan titreşimlerin küçük olduğu yani yapının lineer davranış sergilemeye devam ettiği, yapının bir bütün ve sürekli olduğu yani yapının bir noktasında elde edilen davranışın bütün yapıyı temsil ettiği kabul edilmektedir (Türker, 2011). Bunun yanında ölçüm anındaki çevresel şartların ölçümler üzerinde etkisinin olduğu ve bu değerlerin farklılaşmasıyla da elde edilecek sonuçların değişebileceği bilinmektedir.

Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle gerçekleştirilen ölçümlerde titreşim kaynakları, ivmeölçerler, kablolar, veri toplama üniteleri ve sinyal işleme programlarından oluşan bir ölçüm sistemi kullanılmaktadır. Çevresel titreşim etkisi altında yapılan operasyonel modal analiz ölçüm sistemine ait bileşenler aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

Titreşim Kaynakları: Operasyonel Modal Analiz Yönteminde, yapıların deprem, rüzgar, trafik ve insan hareketleri gibi çevresel etkiler altında titreşimlerinden elde edilen veriler kullanılmaktadır. Test esnasında titreşim kaynaklarının durumu gözlenip, gerekirse ani olmayan ancak çevresel titreşime etki sağlayabilecek etkiler ortaya konulmalıdır.

İvmeölçerler: Yapılarda oluşan titreşimleri ölçmek amacıyla ivmeölçerler kullanılmaktadır. İvmeölçerlerde tepkinin iletimi sismik kütle kullanılarak yapılır (Türker, 2011). İvmeölçerlerin çalışma mantığı, oluşan titreşimlere karşı elektriksel voltajların üretilmesine dayanmakta olup, bu elektrik yükünün kristal üzerindeki değişimi yer çekimi ivmesinin değişimi ile doğru orantılıdır. İvmeölçerlerdeki kütlenin ivme etkisi altında maruz kaldığı atalet kuvveti piezoelektrik kristale etkimekte ve ivme ile doğru orantılı bir elektrik sinyali çıkışı sağlamaktadır. Aynı zamanda, ivmeölçerlerin içinde sinyali taşınabilir voltaj sinyaline çeviren bir sinyal koşullayıcı devre de bulunmaktadır. Bu şekilde üretilen sinyal veri toplama ünitesine iletilmektedir. Şekil 1.27'de tipik bir ivmeölçerin içyapısı sunulmaktadır.

Uygulama da farklı tipte ivmeölçerler bulunmasına rağmen yapısal titreşimlerin ölçümlerinde genellikle piezoelektrik ivmeölçerler kullanılmaktadır.



Şekil.1.27. İvmeölçerlerin genel yapısı (Türker, 2011)

İvmeölçer hassasiyet değerleri tiplerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yüksek hassasiyet doğru sonuçlara ulaşma noktasında önemli bir ayrıntıdır, ancak istenilen yüksek hassasiyet ivmeölçer boyutlarını arttırmakta ve küçük yapılarla ilgili uygulamalarda zorluk oluşturmaktadır. Bu nedenle, ölçülecek sisteme bağlı olarak optimum hassasiyeti sağlayan ivmeölçerler tercih edilmelidir. İvmeölçerin seçiminde, ölçüm frekans aralığı, hassasiyeti, maksimum ivme değeri, çalışma sıcaklığı, ağırlığı gibi özelliklere dikkat edilmelidir. Ölçüm frekans aralığı, ivmeölçerin ölçebileceği maksimum ve minimum frekans aralığını, hassasiyet, ivmeölçerin yerçekimi ivmesiyle orantılı üretebileceği elektrik gücünü, maksimum ivme değeri, ivmeölçerin elektrik sinyali bozulmadan veya kaybolmadan ölçebileceği en büyük ivme genliği değerini, çalışma sıcaklığı ise ivmeölçerin sağlıklı sinyal üretebileceği maksimum ve minimum ortam sıcaklığını belirtmektedir (Türker, 2011). İvmeölçerin ölçülecek sisteme bağlanmasında vidalı, yapışkanlı vb. birkaç farklı yöntem mevcuttur. İvmeölçerlerin, nereye, nasıl ve hangi yönde tespit edilmesine ilişkin kabuller ve öngörüler ölçüm çıktılarını direkt etkilemektedir. Her bir bağlama yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu nedenle, yapı ve kullanılacak ivmeölçer türüne göre uygun bağlantı düzeni kararlaştırılıp ölçüm alınmalıdır.

Bu tez çalışmasında, tarihi cami ve minarelerde B&K8340 tipi tek eksenli sismik ivmeölçerler çelik dübellere vidalı bağlantılarla kullanılmıştır. Şekil 1.28'de kullanılan ivmeölçerlere ait görsel ve boyutlar, Tablo 1.1'de ise ivmeölçerlere ait teknik bilgiler verilmektedir.



Şekil 1.28. B&K8340 tipi tek eksenli ivmeölçerler

Tablo 1.1. B&K8340 tipi tek eksenli ivmeölçerlere ait bazı özellikler

Model	B&K8340
Hassasiyet	10V/g
Frekans Aralığı	0.1-1500Hz
Maksimum İvme	$\pm 0.5g$
Çalışma Sıcaklığı	-51 ile +74°C arası
Boyutlar	50.3*50.3*91.9mm
Toplam Kütle	775gr

Veri Toplama Ünitesi: İvmeölçerlerden gelen sinyallerin ölçüm geometrisi de dikkate alınarak birleştirilmesini sağlayan ünedir. İvmeölçerler yapıdan aldıkları sinyalleri doğrudan ya da çeşitli sinyal koşullama ünitelerinden geçirdikten sonra veri toplama sistemine aktarmakta, sinyaller içeriklerine göre uygun hızda ve çözünürlükte örneklendikten sonra bilgisayar ortamında kaydedilmektedir. Hâlihazırda ham durumda olan sinyaller, ölçüm ortamındaki gürültüleri (rüzgâr sesi, insan sesi, ezan sesi, dere sesi vb.) içermektedir. Bu tarz gürültü sinyalleri sağlıklı sonuçların belirlenmesine engel olmaktadır. Sinyallerin düşük hızda ölçülmesi durumunda yüksek frekans içeriğine sahip sinyaller, düşük frekanslara sahipmiş gibi algılanmakta ve ölçümde hata meydana getirmektedir. Bu bakımdan veri toplama sistemi bu ayıklamayı yapmak üzere sinyal koşullama işlemini gerçekleştirmektedir. Bu işlem genellikle düşük seviyeli bir sinyalin kalitesini artırmak, gürültü sinyallerinin etkisini azaltmak, istenmeyen sinyalleri filtrelemek, gerekli durumlarda ivmeölçerlerdeki elektrik gücünü ayarlamak veya

ivmeölçerlerin davranışlarını kontrol etmek için yapılmaktadır (Türker, 2011). Bu işlemlerin en kritiği istenmeyen sinyallerin filtrelenmesidir ki, bunlar seçilen frekans ölçüm aralığı dışında kalan yüksek frekanslı sinyallerdir.

Bu tez çalışmasında, gerçekleştirilen deneysel ölçümlerde on yedi kanallı B&K3560-C tipi veri toplama ünitesi kullanılmıştır. Şekil 1.29'da gösterilen veri toplama ünitesi bir adet beşlik ve bir adet on ikilik olmak üzere iki adet ivmeölçer giriş devresine sahiptir. Ayrıca zorlanmış titreşim testlerinde darbe çekicinden gelen etki sinyallerini ölçmek için bir adet kuvvet sensörü girişi de bulunmaktadır. Kullanılan veri toplama ünitesinde ölçüm yapılacak yapının büyük olması ve ivmeölçer giriş sayısının yetersiz olması durumunda referanslı ölçüm yapılabilmektedir. Referanslı ölçümlerde yapı üzerine bağlanan ivmeölçerlerden bir tanesi sabit tutulurken diğer ivmeölçerler istenilen sayıda farklı noktalara yerleştirilebilmektedir. Ölçüm işlemlerinden sonra elde edilen ivme kayıtları ünite tarafından birleştirilerek yapı üzerinde tek seferde ölçüm yapılmış gibi sonuç vermektedir. Çalışma kapsamında özellikle kubbeli camilerin kubbe ölçümlerinde referans ivmeölçerler yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1.29. B&K3560 tipi veri toplama ünitesi

Sinyal İşleme: İvmeölçerlerden veri toplama ünitesine aktarılan sinyaller, sinyal işleme sürecine tabi tutularak yapıların dinamik karakteristikleri belirlenebilmektedir. Bu işlem öncelikle sinyallerin veri toplama ünitesinde sinyal koşullama işlemlerinden sonra bilgisayar ortamına aktarılmasıyla başlamaktadır. Sinyal işleme, bilgisayar vasıtası ile geliştirilen özel yazılımlar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Sinyaller bilgisayara zaman tanım alanında aktarılmakta olup, gerek pratik sebeplerden gerekse hesaplama

gereksinimlerinden dolayı zaman tanım alanından gelen sinyaller frekans tanım alanına dönüştürülmektedir. Zaman tanım alanındaki sinyallerin frekans tanım alanına aktarılmasında Fourier dönüşümleri kullanılmaktadır.

Sinyal işleme sırasında, sinyal periyodunun tam katlı olmamasından yani sinyalin periyodik olmamasından kaynaklanan sızıntı hatası oluşmaktadır. Bu hatayı azaltmak için ölçüm süresinin uzun tutulması faydalıdır. Ayrıca pencereleme yöntemleri ile sinyal periyodunu tam katlı hale getirerek sızıntı problemi ortadan kaldırılabilir (Heylen vd., 2007; Ramos, 2007).

Bu çalışması kapsamında yapılan deneysel çalışmalarda; ivmeölçerlerin veri toplama ünitesine tanıtılmasında, ivmeölçerlerden sinyallerin alınarak veri toplama ünitesinde depolanmasında, depolanan sinyallerin sinyal koşullandırma işlemlerinin tamamlanmasında ve bilgisayara dayalı sinyal işleme programına aktarılmasında PULSE (PULSE, 2006) yazılımı kullanılmıştır. Titreşim testlerinden alınan sinyallerin işlenmesinde ve yapıların dinamik karakteristiklerinin belirlenmesinde ise OMA (OMA, 2006) yazılımı kullanılmıştır.

Deneysel ölçümlerin sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için uygulamacıların hem kullanılan yöntem hem de ölçülecek yapı davranışı hakkında genel mühendislik bilgisine sahip olması önemlidir. Hangi amaçla ölçüm yapılacağına yönelik değerlendirmelerin yapılması ve o sisteme yönelik olarak test düzeni oluşturulması gerekmektedir. Ölçüm düzeninin hazırlanmasında aşağıda belirtilen hususlar uygulamacılar tarafından titizlikle irdelenmelidir:

- Ölçülecek yapının dinamik karakteristikleri hakkında ön bilgiler (yaklaşık frekans değerleri, mod şekilleri) belirlenmeli.
- Yapının frekans değerlerine göre ölçümlerde kullanılacak ivmeölçer tipleri belirlenmeli.
- Elde edilmesi hedeflenen mod şekillerine göre ivmeölçerin tespit edileceği noktalar ve ivmeölçerlerin yönleri belirlenmeli.
- Ölçülecek yapıdaki titreşim düzeyi gözlemlenmeli, gerekli ise çevresel titreşimi artırıcı (taşıt, kalabalık insan hareketi vb.) titreştiriciler ile desteklenmeli.
- Veri toplama ünitesi ayarları yapılmalı (frekans aralığı seçilmeli, model ve ivmeölçer bağlantıları oluşturulmalı, ölçüm süresi belirlenmeli vb.).

1.8.2.1.3. Modal Parametrelerin Elde Edilmesi

Operasyonel Modal Analiz Yönteminde ölçümü gerçekleştirilen yapının sadece belirli noktalarından titreşimleri ölçüldüğünden dolayı dinamik karakteristikler bu veriler kullanılarak elde edilmektedir. Bu durumda, yapıların dinamik karakteristikleri frekans ve zaman tanım alanında algoritmalara sahip yöntemlerle belirlenmektedir (Zhang vd., 2002; Brincker vd., 2003). Frekans tanım alanındaki yöntemler, her bir noktada ölçülen sinyalin analizine ve sinyaller arasındaki korelasyona dayanmakta olup, parametrik olmayan yöntemler olarak da adlandırılmaktadır. Zaman tanım alanındaki yöntemler ise her bir noktada sinyalin zaman geçmişine veya korelasyon fonksiyonlarıyla model uydurmaya dayanmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen deneysel çalışmalarda, ölçümü gerçekleştirilen yapıların dinamik karakteristiklerinin belirlenmesinde literatürde sıklıkla tercih edilen yöntemlerden Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma (GFTAA) ve Stokastik Altalan Belirleme (SAB) yöntemleri kullanılmıştır.

1.8.2.1.3.1. Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma Yöntemi

Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma (GFTAA) Yöntemi, Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma Yönteminin genişletilmiş hali olup, modlar sinyal işleme sonucunda elde edilen spektral yoğunluk fonksiyonlarında piklerin seçilmesiyle belirlenmektedir (Jacobsen vd., 2006).

Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma Yönteminde, bir titreşim pikinin etrafında tanımlanan tek serbestlik dereceli Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonu Ters Ayrık Fourier Dönüşümü kullanılarak zaman tanım alanına geri dönüştürülebilmektedir (Türker, 2011). Doğal frekans, zamana bağlı sıfır geçiş sayısının belirlenmesi yardımıyla, sönüm ise tek serbestlik dereceli normalize edilmiş oto-korelasyon fonksiyonunun logaritmik azalmasıyla belirlenir. Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayırıştırma Yönteminde ölçülmeyen etki kuvveti ve ölçülen davranış fonksiyonu arasındaki bağıntı,

$$G_{yy}(j\omega) = H(j\omega)^* G_{xx}(j\omega)H(j\omega)^T \quad (1.8)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Bendat ve Piersol, 2004). Burada $G_{xx}(j\omega)$ etki sinyalinin Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonunu, $G_{yy}(j\omega)$ tepki sinyalinin Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonunu ve $H(j\omega)$ frekans davranış fonksiyonunu belirtmektedir. (1.8) denklemindeki * ve T sırasıyla ifadelerin kompleks eşleniğini ve transpozisini göstermekte olup, matematiksel düzenlemelerden sonra tepki sinyaline ait Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonu tek kutuplu artık değer fonksiyonu formunda,

$$H(j\omega) = \sum_{k=1}^n \frac{R_k}{j\omega - \lambda_k} + \frac{R_k^*}{j\omega - \lambda_k^*} \quad (1.9)$$

şeklinde bulunmaktadır (Bendat ve Piersol, 2004). Burada, n mod sayısını, λ_k kutup fonksiyonunu ve R_k artık değer fonksiyonunu belirtmektedir. Gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra (1.9) denklemi,

$$G_{yy}(j\omega) = \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^n \left[\frac{R_k}{j\omega - \lambda_k} + \frac{R_k^*}{j\omega - \lambda_k^*} \right] G_{xx}(j\omega) \left[\frac{R_s}{j\omega - \lambda_s} + \frac{R_s^*}{j\omega - \lambda_s^*} \right]^{\bar{H}} \quad (1.10)$$

şeklinde elde edilmektedir (Brincker vd., 2000). Burada s tekil değerleri, \bar{H} kompleks eşleniği ve transpozeyi belirtmektedir. Matematiksel ifadeler sadeleştirildiğinde tepki sinyaline ait Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonu tek kutuplu artık değer fonksiyonu formunda,

$$G_{yy}(j\omega) = \sum_{k=1}^n \frac{A_k}{j\omega - \lambda_k} + \frac{A_k^*}{j\omega - \lambda_k^*} + \frac{B_k}{-j\omega - \lambda_k} + \frac{B_k^*}{-j\omega - \lambda_k^*} \quad (1.11)$$

şeklinde belirlenmektedir (Bendat ve Piersol, 2004). Burada, A_k tepki sinyalinin Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonuna ait k artık değer matrisini ifade etmektedir. Ayrık frekanslarda tepki sinyali Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonun tahmini $\omega = \omega_i$ olarak bilinmekte ve sonra tekil değer ayırışım matrisi alınarak ayrıştırılmaktadır. Buna göre (1.11) denklemi,

$$G_{yy}(j\omega_i) = U_i S_i U_i^H \quad (1.12)$$

şeklinde belirtilmektedir (Bendat ve Piersol, 2004). Burada u_{ij} tekil vektörleri, $U_i = [u_{i1}, u_{i2}, \dots, u_{im}]$ tekil vektörleri içeren bütün matrisi, s_{ij} skaler tekil değerleri ve $S_i = [s_{i1}, s_{i2}, \dots, s_{im}]$ skaler tekil değerleri içeren diyagonal matrisi ifade etmektedir. (1.12) denkleminde verilen Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonunda, pik değer yapan noktalar doğal frekanslara, pik noktaları oluşturan tekil vektörler (u_{ij}) ise doğal mod şekillerine denk gelmektedir. Pik etrafındaki Güç Spektral Yoğunluk fonksiyonundan elde edilen tek serbestlik dereceli tekil değer yoğunluk fonksiyonu yardımıyla doğal frekans ve sönüm belirlenmektedir. Bu yöntemin işlem adımları aşağıda sunulmuştur:

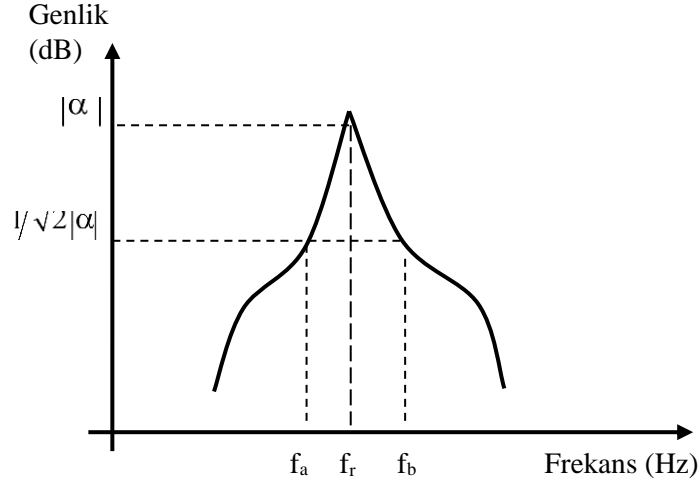
- Spektral yoğunluk fonksiyonunda her bir rezonansa ait tepe noktası ve bu noktaya karşılık gelen frekans değeri (yapının doğal frekansı), f_r , tespit edilir.
- Tepe noktasına karşılık gelen genlik değeri, $|\alpha|$, bulunur ve bu tepe noktasından genlik değerinin $1/\sqrt{2}$ 'si kadar aşağıda o rezonansa ait frekans bant genişliği, Δf , tespit edilir. Bu noktalar f_a ve f_b olarak frekans davranış fonksiyonu üzerinde işaretlenir ve yarı-güç noktaları olarak isimlendirilir (Şekil 1.30).
- Modal sönüm oranı ξ ,

$$n_r = \frac{f_a^2 - f_b^2}{2 f_r^2} = \frac{\Delta f}{f_r} \quad (1.13)$$

$$\xi = 2 * n_r \quad (1.14)$$

denklemleriyle bulunur (Bendat ve Piersol, 2004).

Bu yöntemde sönüm maksimum genliğe bağlı olarak hesaplandığından, maksimum genlik değerinin güvenilirlik derecesi, yapının sönümünün de o kadar doğru hesaplanmasını sağlar.



Şekil 1.30. Modal sönüm oranının tespiti (Bendat ve Piersol, 2004)

1.8.2.1.3.2. Stokastik Altalan Belirleme Yöntemi

Zaman tanım alanına dayalı Stokastik Altalan Belirleme (SAB) Yöntemi korelasyon veya spektrum dönüşümüne ihtiyaç duymadan doğrudan zaman tanım alanındaki verilerle sonuç vermekte olup, dinamik karakteristiklerin belirlenmesi için çok uygundur (Overschee ve Moor, 1996; Peeters ve Roeck, 2000; Peeters, 2000). Bu yöntemde yapı sisteminin dinamik davranışı lineer, sabit katsayılı ikinci derece diferansiyel bir denklem olarak,

$$[M]\{\ddot{U}(t)\} + [C]\{\dot{U}(t)\} + [K]\{U(t)\} = \{R(t)\} = [B]\{u(t)\} \quad (1.15)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Yu ve Ren, 2005, Türker, 2011). Burada; $[M]$, $[C]$, $[K]$ sırasıyla sistemin kütle, sönüm ve rijitlik matrislerini, $\{R(t)\}$ titreşim kuvvetini, $\{U(t)\}$, $\{\dot{U}(t)\}$, $\{\ddot{U}(t)\}$ ise zamana bağlı yerdeğiştirme, hız ve ivme vektörlerini belirtmektedir. Burada, $R(t)$ kuvvet vektörü, ortamdaki verileri simgeleyen $[B]$ matrisi ve $\{u(t)\}$ vektörü cinsinden sunulmaktadır. Dinamik denge denklemi, titreşen yapının davranışını temsil etmesine rağmen Stokastik Altalan Belirleme Yöntemine bu haliyle uygun değildir. Bu yüzden, denklem (1.15) daha uygun bir form olan ayrık-zaman stokastik durum-uzayı

modeline dönüştürülmektedir (Yu ve Ren, 2005). Aşağıdaki tanımlamalar kullanılarak (1.15) denklemi,

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{x}(t) &= \begin{pmatrix} \mathbf{U}(t) \\ \dot{\mathbf{U}}(t) \end{pmatrix} \\ \mathbf{A}_* &= \begin{pmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{I}_{n_2} \\ -\mathbf{M}^{-1}\mathbf{K} & -\mathbf{M}^{-1}\mathbf{C} \end{pmatrix} \\ \mathbf{B}_* &= \begin{pmatrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{M}^{-1}\mathbf{B} \end{pmatrix} \end{aligned} \right\} \quad (1.16)$$

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{A}_*\mathbf{x}(t) + \mathbf{B}_*\mathbf{u}(t) \quad (1.17)$$

şekline dönüştürülebilir (Yu ve Ren, 2005). Burada, \mathbf{A}_* durum matrisini, \mathbf{B}_* veri matrisini ve $\mathbf{x}(t)$ durum vektörünü ifade etmektedir. Deneysel ölçümden yapının bütün serbestliklerini ölçmek mümkün olmadığından durum-uzay vektörünün eleman sayısı sistemin durumunu tanımlayan bağımsız değişken sayısına eşitlenir ve gözlem denklemi,

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{C}_*\mathbf{x}(t) + \mathbf{D}_*\mathbf{u}(t) \quad (1.18)$$

şeklinde ifade edilir (Yu ve Ren, 2005). Burada, \mathbf{C}_* sistem davranış matrisini, \mathbf{D}_* doğrudan iletim matrisini ifade etmektedir. (1.17) ve (1.18) denklemleri sürekli-zaman belirli durum-uzayı modelini oluşturmakta olup, “sürekli zaman” ile ifadelerin herhangi bir $t \in \mathbb{N}$ anında değerlendirilebileceği ifade edilmektedir. Ancak ölçümler $k\Delta t$ ($k \in \mathbb{N}$) gibi ayırık zamanlarda gerçekleştirilmekte, örnekleme süresi ve ortamdaki gürültü, sinyal verilerini her zaman için etkilemektedir. Örneklemeden sonra durum-uzay modeli,

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{x}_{k+1} &= \mathbf{A}_*\mathbf{x}_k + \mathbf{B}_*\mathbf{u}_k \\ \mathbf{y}_k &= \mathbf{C}_*\mathbf{x}_k + \mathbf{D}_*\mathbf{u}_k \end{aligned} \right\} \quad (1.19)$$

şeklinde belirtilebilmektedir (Yu ve Ren, 2005). Burada, $\mathbf{x}_k = \mathbf{x}(k\Delta t)$ ayırık-zaman durum vektörünü, \mathbf{u}_k belirgin etki sinyal vektörünü ifade etmektedir. Gerçek çalışma koşullarında

yapılan ölçümler, yapıya ve dış ortamdaki gürültüye ait sinyalleri içermekte olduğundan (1.19) denkleminde stokastik gürültü bileşenleri eklendiğinde belirli-stokastik durum-uzay modeli,

$$\left. \begin{aligned} x_{k+1} &= A_* x_k + B_* u_k + w_k \\ y_k &= C_* x_k + D_* u_k + v_k \end{aligned} \right\} \quad (1.20)$$

şeklini alır (Yu ve Ren, 2005). Burada, w_k , modeldeki belirsizlikler ve kusurlar nedeniyle işlenen gürültü sinyallerini, v_k ivmeölçer kusurlarından dolayı işlenen gürültü sinyalini ifade etmektedir. Her iki vektör de değeri ölçülemeyen sinyallerden oluşmakta olup, etkisi olmayan beyaz gürültü ve kovaryans matrisleri,

$$E_* \left[\begin{pmatrix} w_p \\ v_p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_q^T & v_q^T \end{pmatrix} \right] = \begin{pmatrix} Q & S \\ S^T & R \end{pmatrix} \delta_{pq} \quad (1.21)$$

şeklinde belirtilmektedir (Yu ve Ren, 2005). Burada E_* beklenen değer operatörünü, δ_{pq} ise Kronecker deltayı ifade etmektedir. Kronecker delta iki değişkenli bir fonksiyon olup, aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Yu ve Ren, 2005).

$$\delta_{pq} = \begin{cases} 1, & \text{eğer } p = q \\ 0, & \text{eğer } p \neq q \end{cases} \quad (1.22)$$

Stokastik Altalan Belirleme Yönteminde yapı sisteminin davranışı, normal operasyon koşullarında değeri ölçülemeyen sinyallerle titreştirilerek belirlenmekte olup, bu veri eksikliğinden dolayı, (1.20) denkleminde gösterilen belirgin sinyal verisi u_k 'yi, gürültü terimleri olan w_k ve v_k 'den ayırt etmek mümkün olmamaktadır. Bu durumda, u_k gürültü terimleri w_k ve v_k cinsinden yazılırsa yapının ayrık-zaman stokastik durum-uzay modeli,

$$\left. \begin{aligned} x_{k+1} &= A_* x_k + w_k \\ y_k &= C_* x_k + v_k \end{aligned} \right\} \quad (1.23)$$

şeklinde ifade edilmektedir (Yu ve Ren, 2005, Türker, 2011). (1.23) denklemi çevresel titreşimlerden dolayı dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde zaman tanım alanının temelini oluşturmaktadır.

1.9. Tarihi Yapılarla İlgili Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Tarihi eserlerin yapısal davranışlarının belirlenmesi ile ilgili birçok araştırmacı çeşitli yöntemlerle incelemeler yapmış ve yapmaktadır. Bu konuda analitik ve deneysel yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

1.9.1. Analitik Çalışmalar

Tarihi eserlere ilişkin son yıllarda yapılan güncel analitik çalışmalar aşağıda sıralanmıştır:

Timur (2001), 16. yüzyılda inşa edilmiş ve çeşitli depremlere maruz kalmış Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisinin serbest titreşim modlarını belirlemek amacıyla sonlu eleman modeli oluşturmuştur. 1999 Marmara Depremine ait ivme kayıtları kullanılarak yapılan deprem analizi 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 önemine dikkat çekmiş ve kullanılacak analiz türünün iyi belirlenmesine vurgu yapmıştır. Bu kapsamda, çalışmasında tarihi yapılar ile ilgili analizler için bir takım kurallar önermiştir.

Mele vd. (2003), bazilika tipi kiliselerin yapısal davranışını ve sismik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışmalar yapmışlardır. 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.

Güler vd. (2004), Küçük Ayasofya Camisini detaylı olarak ele almış ve tarihi yapının yapısal ve deprem davranışını incelemiş ve onarım ve güçlendirme teknikleri üzerine çalışmışlardır.

Akan ve Özen (2005), Bursa Yeşil Türbe'nin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile deprem analizini yapmıştır. SAP2000 bilgisayar programı ile analizi yapılan yapının çekme gerilmelerinin azaltılmasının sağlanması önerilmiştir.

Aköz (2005), yığma kargir yapılarda hasar tespitine ilişkin yaptığı teorik çalışmada yapısal hasarların tespitinde özellikle tahribatsız deneysel yöntemlerin önemini vurgulamış ve bu yöntemlerin bir kısmını açıklamıştır. Yığma yapıların mevcut durum analizinin doğru yapılması için yeterli ölçümün, konusunda uzman kişilerce yapılıp değerlendirilmesi vurgulanmıştır. Ayrıca test sonuçlarının tek başına uygulanmasından ziyade tüm verilerin beraber değerlendirilmesinin de doğru sonuca ulaşmak için gerekli olduğu belirtilmiştir.

Block vd. (2006), tonozlu yığma yapıların eş zamanlı limit analizi konusunda bir çalışma yapmışlardır.

Angotti vd. (2006), yaptıkları çalışmada mevcut bir İtalyan yığma anıt yapısı üzerinde analizler yapmış, yapıda zorlanan kısımları tespit etmişlerdir. Düşey yükler etkisinde yapıda fazla zorlanma oluşmadığı, fakat deprem etkilerine karşı hassas noktaların olduğu belirlenmiştir.

Bilgin (2006), Mimar Sinan yapılarında kubbeli örtü sistemlerinin yapısal davranışlarını SAP2000 programı ile modelleyerek araştırmışlardır. Çözüm sonunda, ana kubbe, kemer, yarım kubbe ve pandantif dörtlüsünün karşılıklı yapısal etkileşimi belirlenmiş ve her bir sisteminin yapısal davranışı sayısal olarak ortaya konulmuştur. Altıgen ve sekizgen destek sistemi ile desteklenmiş yapıların gerek yer değiştirme gerekse gerilme dağılımı bakımından diğer sistemlere göre daha emniyetli tarafta kaldığı belirlenmiştir.

Fahjan ve Keypour (2006), yaptıkları çalışmada tarihi Osmanlı yapılarının sismik davranışına kubbe sistemlerinin ve yatay destek elemanlarının etkisini Fatih Camisi ve Süleymaniye Camisi üzerinde incelemişlerdir. Yapılar üzerinde uygun yük aktarım mekanizması ve güçlü diyafram etkileri olduğu belirlenmiştir.

Lourenco vd. (2007), yaptığı çalışmada Lizbon'daki bir tarihi manastır üzerinde sismik analiz yapmıştır. 3 boyutlu olarak modellenen manastırın maksimum gerilme ve deformasyon değerleri belirlenmiştir. Gerilme yığılmalarının olduğu bölgeler için doğrusal olmayan analiz yapılmıştır.

Ertek ve Fahjan (2007), Osmanlı Minarelerinin yapısal sistemlerini sınıflandırma, modelleme ve analizi üzerinde yaptıkları çalışmada tarihi yapıların gerçekçi şekilde modellenmesinin zorluğunu vurgulayarak sadece geometrik özelliklerin değil yapının tüm bölümlerinin, seçilen elemanların özelliklerinin ve birleşim yöntemlerinin de modelleme başarısındaki katkısı vurgulanmıştır. Katı elemanlarla modellenen minare sisteminde merdivensiz çözüm ile merdivenli çözümlerde yer değiştirmeler ve gerilmelerde artış veya

azalış belirlenirken; aynı işlemlerin kabuk elemanlar ile modellenmesi durumunda gerilme ve yer değiştirmelerde, merdivenli sistemlerin merdivensizlere göre her zaman artış gösterdiği belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ise katı elemanlar ile modellenen sistemdeki bağlantıların yüzey alanının kabuk elemanlarla modellenen sisteme göre fazla olması ve sistemin rijitliğinin artması olarak açıklanmıştır.

Aköz (2008), deprem etkisi altındaki tarihi yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesi üzerine teorik olarak çalışmıştır. Örnek olarak tarihi bir yığma yapının üç boyutlu sonlu eleman modeli hazırlanarak statik ve dinamik çözümlemesi yapılmış, deprem güvenliği belirlenip güçlendirme ihtiyacı ve yöntemi tartışılmıştır.

D'Ayala ve Tomasoni (2008), yığma tonozların yapısal davranışlarını sonlu sürtünmeli limit analizi ile incelemiş ve elde edilen sonuçları doğrusal olmayan sonlu eleman modeli sonuçlarıyla karşılaştırmıştır.

Dabanlı (2008), tarihi yığma yapıların deprem performansının belirlenmesi üzerine çalışma yapmıştır. Tarihi yığma yapıların güvenlik seviyelerinin belirlenmesinde ve yapısal değerlendirme sürecinde izlenmesi gereken yöntem ve yaklaşımlar üzerinde durulmuştur. Örnek olarak İstanbul Hırka-i Şerif Camii için hazırlanan üç boyutlu sayısal analiz modeli kullanılarak Hırka-i Şerif Camii'nin çeşitli yükleme durumları için sayısal çözümü yapılmıştır.

Gedik ve Celep (2008), İstanbul Mehmet Ağa Camisi'nin deprem analizini yapmış ve güçlendirme önerisinde bulunmuşlardır. Yapı SAP2000 bilgisayar programı ile modellenmiş ve deprem anında oluşacak gerilmeler tespit edilmiştir. Buna göre hasar görmesi en muhtemel yer olarak belirlenen kubbe çevresinin çelik halka ile güçlendirilmesi önerilmiştir.

Necevskaya ve Apostolska (2008), St Clement Kilisesinin doğrusal-elastik ve doğrusal olmayan dinamik analizlerini yapmış ve elde edilen sonuçlara dayanarak, kilisenin onarımı ve sismik güçlendirmesine yönelik öneriler geliştirmiştir.

Ertek (2009), Osmanlı minarelerinin yapısal modellenmesi ve deprem analizlerini belirlemek üzere bir çalışma yapmıştır. Çalışma kapsamında Osmanlı döneminde inşa edilen minarelerde kullanılan farklı yapı teknolojileri ve malzemeler araştırılmıştır. Sonlu elemanlar tekniği farklı minare sistemlerini modellemede kullanılmıştır. Dış kabuk ve iç merdivenler için farklı sonlu eleman modelleri çalışılmıştır. Kullanılan farklı malzemelerin ve mesnet koşullarının, minarenin dinamik özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Acar (2009), anıtsal kule türü yapıların deprem davranışlarını incelemiş ve alternatif sistem önerisinde bulunmuştur. Çalışmada özellikle minare yapıları ile ilgili ayrıntılı inceleme yapılmış ve hasar tipi ile nedenleri ortaya konulmuştur.

Akan (2010), tarafından Anadolu'daki tarihi ahşap sütunlu camilerin önemli örneklerinden biri olan Ankara Ahi Elvan Camisi'nin yapısal analizi yapılmıştır. Ahşap sütunlu tarihi camilerin taşıyıcı sistemlerinin, deprem ve rüzgar gibi doğal olayların neden olduğu yatay yükler karşısında önemli bir zayıflığı gözlenmemiştir. Ahşap taşıyıcı sisteminin de basit geometrik biçimden dolayı düşey yükler altında da yapısal performansının iyi durumda olduğu belirlenmiştir.

Chiorino vd. (2011), yaptığı çalışmada dünyanın en büyük eliptik kubbesinin lineer ve lineer olmayan analizini yapmış, kubbe yapımından sonra kubbede ve temeldeki etkilerini incelemişlerdir.

Doğangün vd. (2011) tarafından İzmir Bergama Kızılavlu Bazilikasının ana girişinin sismik performansı analitik olarak incelenmiştir.

Soyluk ve Tuna (2011), sismik taban izolasyonu uygulaması için tarihi Şehzade Mehmet Camisinin dinamik analizini çalışmışlardır. Caminin sonlu eleman modeli oluşturulmuş, yığma sistemin ankastre mesnetli, kurşun çekirdekli kauçuk mesnetli ve yüksek sönümlü kauçuk mesnetli modellerinin dinamik davranışları belirlenerek birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak sismik taban izolatörü uygulamasının tarihi yığma caminin dinamik davranışını önemli ölçüde iyileştirildiği gözlenmiştir.

Şeker (2011), Mimar Sinan Camilerinin statik ve dinamik yükler etkisinde davranışlarının incelenmesi üzerine çalışmış ve ANSYS programı ile oluşturduğu çok sayıda sayısal modeller üzerinden inceleme yapmıştır.

Bayülke (2011), yığma yapıların deprem davranışları ve güvenlikleri üzerine yaptığı çalışmada yaklaşık kırk yılı aşkın bu alanda çalışma birikimi ile konuyu incelerken yığma yapıların dinamik özelliklerinin deneysel yöntemlerle belirlenmesinin önemini vurgulamıştır.

Can ve Ünay (2012) tarafından tarihi yapıların deprem davranışlarını belirlemek için sayısal yöntemlerle ilgili bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında, yapı mühendisleri tarafından geliştirilen sayısal modellerin ve yapılan hesapların mimarlar, restorasyon uzmanları ve mimarlık tarihçileri tarafından da kolaylıkla anlaşılmasını hedeflenmiş ve bu kapsamda açıklayıcı bir sistematik sunulmuştur.

Milani ve Tralli (2012), çalışmalarında iki eğrilikli yığma kubbenin üç boyutlu analitik modelini oluşturmuşlar ve kurulan model üzerinden lineer olmayan analizini gerçekleştirmişlerdir.

Rovero ve Toniatti (2012), erken dönem Aleppo tapınaklarında toprak kubbelerin yapısal davranışlarını belirlemişlerdir.

Mortezaei vd. (2012), İran'da 11. Yüzyıl yapısı olan Jame Mescidinin yapısal davranışını analitik olarak incelemişlerdir. Yapılan çalışmada analitik olarak hasar oluşumu ve güçlendirme yöntemi üzerine değerlendirme yapılmıştır.

Aras (2013), tarihi yığma binalara uygulanan yapısal restorasyonların bina dinamik özelliklerine etkilerini incelediği çalışmasında, restorasyon etkilerini analitik olarak irdelenmiştir.

Baratta (2013), tonoz ve kubbelerin yapısal analizleri hakkında analitik bir çalışma yapmıştır ve yapıların yük aktarma mekanizmaları ve davranışları belirlenmiştir.

Reyhan vd. (2013) çalışmalarında Osmanlı hamamlarının yapım tekniklerini incelemişlerdir. Özellikle malzeme, kubbe sistemi ve yapım tekniklerini detaylı olarak irdelenmiş ve Osmanlı hamam yapılarının yapım aşamalarında dikkat edilen hususları belirtilmiştir.

Mustafaraj ve Yardım (2013), Arnavutluk'taki Osmanlı yapılarından olan Mirahor İshak Bey Camisini konu alan çalışma yapmışlardır. Çalışmada camide oluşan hasarlar irdelenmiş, hasar şekillerine müdahale önerileri geliştirilmiştir.

Lancioni vd. (2013), İtalya'nın Corinaldo kentindeki Portuno St. Maria Kilisesinin sayısal modelini oluşturmuşlardır. Sayısal analiz sonuçlarına göre sismik güvenilirlik analizi yapılmış ve birçok göçme mekanizması belirlenmiştir.

Çavuş (2013), tarihi Niksar Kulak Kümbetinin deprem altındaki sismik davranışının değerlendirilmesini yaptığı çalışmasında, eseri SAP2000 programı ile modelleyerek deprem performansını araştırmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçların teorik yöntem ve yapılan kabullerle sınırlı olduğu ve bu sonuçların ayrıca doğrusal olmayan yöntemlerle ve deneysel çalışmalarla değerlendirilmesi gerektiği ortaya koyulmuştur.

Zabin vd. (2013), Ermenek Tol Medresesinin deprem etkisi altındaki davranışını SAP 2000 programı kullanılarak belirlemişlerdir.

Şeker vd. (2013), çalışmalarında Merzifon ilçe merkezinde bulunan Kara Mustafa Paşa Camisinin yapısal davranışına belirlemek amacıyla, sayısal ortamda modelini yapmış

ve hazırlanan model üzerinde statik ve dinamik analizler yapılarak caminin yapısal performansını araştırmışlardır.

Palmisiano (2013), kargir kemer ve kubbelerin davranışlarının basit modeller yardımı ile irdelenmesi üzerine çalışmıştır. Çalışma kapsamında kendi ağırlığı ve simetrik yükler altında kemer ve kubbelerin davranışlarını belirlemişlerdir.

Çakır vd. (2014), tarihi Erzurum Lala Paşa Camiinin malzeme özelliklerini deneysel olarak belirlemiş ve bu malzeme özelliklerini kullanarak oluşturdukları sayısal model ile caminin analitik analizini yapmışlardır. Analiz sonucunda caminin yapısal olarak en kritik noktalarının kubbe ve kasnağı ile kubbeyi taşıyan askı kemer sisteminin mesnetleri olduğu, ayrıca son cemaat mekânın da depremde hasar görebilecek en önemli kısım olduğu belirlemiştir.

Korkmaz vd. (2014), Rize Merkez Kurşunlu Camisi'nin deprem davranışının incelenmesi amacıyla bir çalışma yapmışlardır. SAP2000 programı kullanılarak analitik olarak modelledikleri Rize Merkezdeki 1570 yılında yapılmış tarihi Kurşunlu Camisinin, farklı deprem kayıtları için zaman tanım alanında dinamik analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Analizler sonucunda tarihi yapıyı oluşturan duvar ve minarede büyük gerilmelerin olduğu ve yapıda olası deprem durumunda hasar oluşması muhtemel olarak değerlendirilmiştir.

Ural ve Fırat (2015), Aksaray İlinde 2013 yılında oluşan şiddetli fırtına neticesinde yıkılan iki adet yığma minare ve hasar gören bir adet minareye ilişkin bilgileri sundukları çalışmalarında, yıkılan bir minare için analitik model oluşturmuştur. Zati ve rüzgar yükleri altında yapılan analizler ile gerilme değerleri belirlenmiş ve yıkılma mekanizması incelenmiştir. Bu inceleme neticesinde yapım hataları ile ilgili birtakım veriler ortaya konulmuştur.

Genç (2015), tarihi köprülerin yapısal davranışına restorasyon etkisini incelemiştir. Çalışma kapsamında seçilen Aydın İli Karacasu İlçesi Dandalaz Köprüsünün ANSYS programında oluşturulan sayısal modelinin restorasyon öncesi ve sonrası durumlar için, kendi ağırlığı, hareketli ve deprem yükleri altında analizleri gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen analizler sonucunda restorasyon sonrasında köprü kemerinde oluşan gerilme dağılımlarının restorasyon öncesine göre düzgün ve istenilen şekilde yayıldığı belirlenmiş ve doğru olarak yapılan restorasyonların köprülerin yapısal davranışına olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çalık vd. (2015-a) çalışmalarında Doğu Karadeniz Bölgesi tarihi yığma camilerin restorasyonlarının yapısal değerlendirmeleri üzerinde çalışma yapmışlardır. Geç Osmanlı dönemine ait moloz ya da kesme taş duvarlı ahşap çatılı camiler üzerinde yapılan incelemede genel hasar tipleri, hasarların oluşum nedenleri ve bu hasarlara müdahale yöntemleri ortaya koyulmuştur. Eserlerde derz ve sıva yenilemelerinin, çatı tahkimatının ve bozulmuş taş öğelerin çürütülerek yenilenmesinin yapısal davranışa olumlu etkisi vurgulanmıştır.

Shakya vd. (2016), çeşitli çalışmalardan derledikleri deneysel verilerden narin yığma yapıların doğal frekansının ampirik formülasyonlar ile tahmini üzerine çalışmışlardır. Kule, minare ve baca örneklerinin deneysel doğal frekanslarının boyutları ile ilişkisi üzerine yaptıkları çalışmada Faccio vd. (2009), Rainieri ve Fabbrocin (2011), İspanyol Standartı (NCSE, 2002) ve Clough ve Penzien (1993)'in formül önerilerinden de yola çıkarak istatistiki çalışma yapmışlar ve yaklaşık analitik frekans formülü geliştirmişlerdir.

Kocatürk ve Erdoğan (2016), İstanbul'un simgelerinden tarihi Sultan Ahmet Camisinin, M1 diye adlandırdıkları minaresinin analitik incelemesini yapmışlardır. ANSYS/LS-DYNA programları ile gerçekleştirdikleri analiz kapsamında minarenin düşey ve yatay kenetlerinin önemini analitik modellerin deprem performansları ile ortaya koymuşlardır.

Altunışık vd. (2016), 2011 Van depreminden etkilenen tarihi yığma Van Kaya Çelebi Camisinin restorasyon etkisini analitik olarak incelemişlerdir. SAP2000 programında kurdukları modelin restorasyon öncesi ve sonrası performansı üzerinden yapılan değerlendirmede, çekme gerilmesinin yığma yapılar için önemi vurgulanmış ve tarihi dokulara zarar vermeden çekme yığılmalarının oluştukları bölgelerde güçlendirme yapılmasına ilişkin öneri sunulmuştur.

Hejazi vd. (2016), İran'ın İsfahan kentindeki 11. ve 12. yüzyıllarda yapılmış dokuz tuğla yığma minarenin deprem, rüzgar ve sıcaklık değişimleri ve kendi ağırlığı altındaki performansını belirlemeye ilişkin çalışma yapmışlardır. Minare boylarının kısalması veya elemanlarının güçlendirilmesinin deprem performansını arttırdığı vurgulanmıştır.

1.9.2. Deneysel Çalışmalar

Tarihi eserlerle ilgili son yıllarda yapılan deneysel çalışmalar aşağıda özetlenmektedir;

Creazza vd. (2000), yığma tonoz elemanların laboratuvar ortamında ürettikleri örneklerinin hasar analizlerini üç boyutlu modelleri ile destekleyerek araştırmışlardır. Sayısal modelin analiz sonuçları ile deneysel modelin sonuçlarını karşılaştırmışlar ve deneysel modellemelerde belirlenen hasar şeklinin analitik modelde de olduğu gözlenmiştir.

Creazza vd. (2001) tarafından FRP ile güçlendirilmiş tonoz yapısının analitik ve deneysel davranışının karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışma neticesinde FRP ile güçlendirilmiş tonozun güçlendirilmemiş olan duruma göre daha mukavemetli olduğu belirlenmiştir.

Turek vd. (2002), Güney Amerika'da Ekvator'un Quito kentinde yer alan 16. ve 17. yüzyıllarda yaklaşık 80 senede inşa edilen tarihi La Iglesia de la Compañía de Jesus kilisesinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle deneysel davranışını belirlemişlerdir. Restorasyon öncesi ve sonrası yapılan çevresel titreşim ölçümleri neticesinde onarım sonrasında yapının doğal frekansında artış gözlenmiştir.

Durukal vd. (2003), çalışmalarında İstanbul Ayasofya ve Sultanahmet Camilerinin 1999 Kocaeli ve Düzce depremlerine tepkilerini titreşim testlerinde oluşan değişimlerinden faydalanarak araştırmışlardır. Yapıların geçirdiği iki depremden sonra doğal frekanslarda %4-5 oranında azalmanın olduğunu belirlemişlerdir.

Kanıt ve Işık (2004), horosan harcı kullanılarak yapılan model kemerin performansının deneysel ve sayısal olarak belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, horosan harcının mekanik özellikleri incelenmiş ve kemer modelin deneysel sayısal davranışını karşılaştırılmıştır.

Bayraktar (2005), tarihi yapıların depreme karşı güçlendirilmesiyle ilgili deprem anında oluşan çekme gerilmelerini alacak çekme elemanlarının uygulanmasını irdelemiştir. Söz konusu çalışma kapsamında ayrıntılarıyla açıklanan yöntemin çelik elemanlar ile güçlendirmeden avantajları ortaya koyulmuştur.

Beyen (2005), İstanbul Fatih Camii yapısal davranışının dinamik özelliklerinin çevresel ölçüm verileri ışığında tanımlanmasına ilişkin bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda Fatih Camiinin özellikle kuzey kemeri ana kubbe altı seviyesinde ciddi

hasarların oluşabileceği belirlenmiş ve özellikle bu alanda tamir ve güçlendirmenin yapılması önerilmiştir.

Bayraktar vd. (2007), tarihi Trabzon İskenderpaşa Camii Minaresinin Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ile dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Bu kapsamda eserin analitik modeli yapılmış, Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile elde edilen verilere göre modelin iyileştirilmesi yapılmış ve yapı güvenliği belirlenmiştir.

Kanıt ve Işık (2007) çalışmasında, değişik geometrilere sahip model tuğla kemerlerin deneysel sonuçları ile sayısal analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Gentile ve Saisi (2007), 17.yüzyılda yapılmış 74m yüksekliğinde tarihi çan kulesinin çevresel titreşim testi ile hasar tespitine ilişkin çalışma yapmışlardır. Kurulan başlangıç modeli, elde edilen deneysel verilerle kalibre edilerek iyileştirilmiş analitik model elde edilmiştir.

Beyen (2007), 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde deprem merkezinden yaklaşık 70 km uzaklıkta bulunan Fatih Camisinin aldığı yapısal hasarlar ile ilgili çalışma yapmıştır. Yapıda çevresel titreşimler ölçülmüş, kayıtlara sayısal işaret işlemleri uygulanarak spektral ve parametrik analizler yapılmıştır.

Bayraktar vd. (2009-a), analitik ve operasyonel modal analiz yöntemi ile Türk sitili betonarme minarenin yapısal analizini yapmışlardır. Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle belirlenen dinamik karakteristikler analitik yöntemle belirlenenlerle karşılaştırılmıştır.

Bayraktar vd. (2009-b), çalışmalarında kiliseden dönme Trabzon Ayasofya Camisinin minare olarak kullanılan çan kulesinin çevresel titreşim testi ile yapılan ölçümleri sonucunda dinamik karakteristikleri belirlenmiştir.

Fidanboylu vd. (2009), betonarme ve tarihi yapılardaki yıpranmaların fiber optik sensörlerle tespiti üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma kapsamında fiber optik sensörlerin yapılardaki durum gözlemleri için uygun olabileceği ve ileride geliştirilebilecek daha karmaşık sistemlerin geliştirilmesine temel oluşturabileceği ifade edilmiştir.

Bayraktar vd. (2010), tarihi yapıların deprem güvenilirliklerinin tahribatsız deneysel yöntemlerle belirlenmesini incelemişlerdir. Bu çalışmada çeşitli tarihi yapılarda Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ile belirlenmiş dinamik karakteristiklerle analitik yöntemlerle belirlenmiş olanlar karşılaştırılmış ve analitik modeller bu veriler ışığında iyileştirilmiştir. İyileştirilen model üzerinden, yapıların deprem güvenlikleri belirlenmiştir.

Birinci (2010), taş kemer köprülerin sonlu eleman modellerinin Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle iyileştirilmesi üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, taş kemer köprülerin doğal frekansları, mod şekilleri ve sönüm oranları deneysel ve teorik olarak belirlenmiş ve köprülerin sonlu eleman modelleri deneysel sonuçlar kullanılarak iyileştirilmiştir.

Aoki vd. (2011), İtalya'daki Vicoforte Kilisesi'nin güvenlik değerlendirmesini hasarsız deneysel yöntemler ile belirlenmesi üzerine çalışmışlardır. Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile yapılan çalışmada, yapının ilk iki doğal frekansı 1.93Hz ve 2.07Hz olarak tespit edilmiştir. Yapılan değerlendirmede yapının kubbesinin olası sismik hareketler karşısında yeterince güvenli olmadığı belirlenmiştir.

Atamturktur vd. (2011) çalışmalarında İngiltere'de Gotik mimari üslubunun örneklerinden Beverley Manastırında titreşim testleri ile hasar tespiti yapmışlardır. Elde edilen bulgulardan titreşim testleri ile duvar, kubbe, tonoz hasarlarının tespitinde titreşim testlerinin başarılı ve hızlı sonuç verdiği değerlendirilmiştir.

Bayraktar vd. (2011), tarihi yapılarda Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile yapısal sistem tanımlaması üzerine çalışmışlardır. Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile çeşitli tarihi eserler üzerinde deneysel çalışmalar yapılmış ve sonuçlar irdelenerek tarihi eserlerin hasarsız olarak dinamik karakteristiklerinin belirlenmesinde ÇTT yönteminin başarısı vurgulanmıştır.

Aras vd. (2011) çalışmalarında İstanbul'da 1861-1865 yılları arasında yapılmış tarihi yığma saray yapısı üzerinde modal parametrelerin tespitini deneysel ve analitik olarak yapmışlardır. Deneysel olarak ÇTT Yöntemi kullanılmış ve analitik model kalibre edilerek yapının güvenliği belirlenmiştir.

Chiorino vd. (2011), 1596 yılında Dük I.Carlo Emanuele tarafından Savovy Hanedanlığının türbesi olarak yaptırılan yapıda titreşim testleri yadımı ile ölçümler yapmışlardır. Dünyadaki en büyük kargir kubbelerden biri olan bu yapının analitik modeli, titreşim testleri ile elde edilen verilere göre kalibre edilmiş ve eserin yapısal analizi gerçekleştirilmiştir.

Lourenço ve Ramos (2011) , hasarsız deneysel yöntemler ile tarihi eserlerde deneysel çalışmalar yapmışlardır. Titreşim testleri ile laboratuvar ortamında kurulan yığma kemerin ve tarihi iki kilisenin dinamik davranışını incelemişlerdir. Çalışma kapsamında kablolu ve kablosuz ivmeölçereler kullanılmış olup, elde edilen veriler kıyaslanmıştır. Buna göre

gerek frekans dağılımı ve gerekse mod şekillerinin belirlenmesinde kablolu sistemlerin kablolu sistemlere göre daha güçlü veri toplayıcılar olduğu belirlenmiştir.

Portioli vd. (2011), Üsküp'te bulunan Mustafa Paşa Camiinin sayısal analiz yöntemi ile dinamik davranışının belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. İncelenen caminin küçük ölçekle modelini yapıp, sarsma masasında deneye tabi tutan araştırmacılar, sayısal modelleri de deneyden elde ettikleri verilerle kalibre etmişlerdir. Yapılan test ve analitik sonuçlar karşılaştırılmış, yatay yük altında çatlak oluşumlarına ilişkin tespitler yapılmıştır.

Atamturktur vd. (2012) tarafından hasarsız ve hasar verilmiş bir kubbenin dinamik karakteristikleri ve yük taşıma kapasitesi deneysel olarak belirlenmiştir.

Çalık vd. (2012) çalışmalarında, Trabzon Merkez Muhittin Camisinin yığma taş minaresinin dinamik karakterleri belirlenmiş ve analitik modeli bu veriler ışığında güncellenerek yapı güvenliği belirlemiştir.

Uçak (2012) çalışmasında, tarihi yığma kubbelerin dinamik davranışlarını Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle deneysel olarak belirlemiş ve hazırlamış olduğu analitik modelleri bu deneysel verilerle iyileştirmiştir. Trabzon Ortahisar da bulunan tarihi Hamza Paşa Türbesi ve Kavak Meydan Şadırvanı kubbelerinin örnek olarak incelendiği çalışmada deneysel verilerle iyileştirilen sayısal modellerin deneysel dinamik değerlere yaklaştığı belirlenmiştir.

Atamturktur ve Laman (2012), tarihi eserlerin karmaşık yapısı, malzemelerin homojen olmayan özellikleri ve karmaşık düzenleri nedeniyle analitik modellemesinin zorluğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmalarında analitik model kalibrasyonu ile ilgili öneriler sunmuş ve çeşitli tarihi eserler üzerinde uygulamalar yapmışlardır.

Votsis vd. (2012), Kıbrıs'ta bulunan iki tarihi yapının Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle ile yapısal özelliklerini tespit etmişlerdir. Bu kapsamda incelenen Gazi Magosa'da bulunan St. Nicholas Katedrali ve Morphou şehrinde bulunan St. Mamas Kilisesinde yapılan ölçümlerden elde edilen dinamik özellikler analitik modelin bulgularıyla karşılaştırılmıştır.

Bayraktar vd. (2013), restorasyon sonrası tarihi Artvin Hopa Sundura Camisi ve Minaresinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile dinamik özelliklerinin belirlenmesi üzerine çalışma yapmışlardır. Bu kapsamda restore edilen eserin ve yeniden yapılan yığma minarenin doğal frekans, mod şekilleri ve sönüm oranları deneysel olarak tespit edilmiştir.

Çalık vd. (2013), tarihi yığma yapıların dinamik karakteristiklerine restorasyon etkisinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada

Rize Merkez Büyük Gülbahar Camisinin restorasyon etkisi ile dinamik karakteristiklerinin değişimini incelemişlerdir.

Moeeni ve Saab (2013), tarihi yapılardaki kubbelerin güçlendirilmesinde genleşen harcın etkisini araştırmışlardır.

Çalık vd. (2014-a), hasarlı ve güçlendirilmiş bir tonozun dinamik karakteristiklerinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile deneysel olarak belirlenmesi ve karşılaştırılması üzerine çalışmışlardır. Bu kapsamda Trabzon Ortahisar Bahçecik Küçük Fatih Camiinin tonozundaki hasarın restorasyon öncesi ve sonrası çevresel titreşim testi ölçümleri yapılmış ve onarımın yapıya etkisi araştırılmıştır.

Çalık vd. (2014-b) çalışmalarında, yığma ve betonarme kubbeli tarihi camilerin deneysel dinamik davranışlarının karşılaştırılmasını yapmışlardır. İnceleme kapsamında yığma taş duvarlar üzerine monte edilen çelik kasnak ve betonarme geçiş elemanı üzerine yığma tuğladan yapılmış kubbeye sahip Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Muhittin Camisi ve yığma taş duvarlar üzerine tamamen betonarme olarak teşkil edilmiş kubbeye sahip Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camisi ele alınmıştır. Yapılan deneysel ölçümlerle belirlenen sonuçları karşılaştırıldığında, betonarme kubbeli Dürbinar Camisinin yığma kubbeli Hacı Kasım Muhittin Camisine oranla doğal frekanslarının daha yüksek olduğu, mod şekillerinin ise benzeştiği belirlenmiştir.

Fırat ve Eren (2015), FRP ile güçlendirilmiş hasarlı yığma kemer modellerinin deneysel davranışlarını araştırmışlardır. Farklı boyutlarda FRP şeritleri, ankraj uygulamaları ve derz dolgu teknikleri ile güçlendirilen modeller üzerinde yapılan araştırmaları neticesinde, güçlendirilmemiş referans numunesine oranla güçlendirilmiş kemer numune kapasitesinin en az %58 oranında arttığı, aynı zamanda kemer derzlerinin yalnızca epoksi reçinesi ile güçlendirilmesinin hasar görmüş tuğla kemer kapasitesini arttırmada etkili bir alternatif olduğu belirtilmiştir.

Çalık vd. (2015-b), yığma taş duvarlı camilerin ilk üç doğal frekans aralığının deneysel yöntemle belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada boyutları 10-12m civarında kare ya da kareye yakın dikdörtgen planlı 60cm-90cm duvar kalınlığına sahip yığma taş duvarlı camilerin ilk doğal frekansının 3.5-5.5Hz aralığında, ikinci doğal frekansının 4-6.5Hz aralığında ve üçüncü doğal frekansının ise 6.5-11Hz aralığında olduğu, caminin en-boy oranının bir değerine yakın olduğu durumlarda birinci ve ikinci frekansın birbirine oldukça yakın olduğu, duvar kalınlığı arttıka doğal frekansların arttığı ve cami yüksekliği arttıka frekansların azaldığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çalık vd. (2015-c), ahşap camilerin dinamik davranışına restorasyon etkisini Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle incelemişlerdir. Örnek olarak seçilen Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Masele Camisinin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel ölçümleri alınmış ve dinamik karakteristiklerinin değişimi üzerinden inceleme yapılmıştır. Ayrıca ahşap minare için de aynı inceleme yapılmış olup restorasyon kapsamında cami ve minarenin bozuk elemanlarının değişimi ve bağlantılarının güçlendirilmesi ile doğal frekanslarında camide %24, minarede ise %27 oranında artışın olduğu belirlenmiştir.

Başaran vd. (2016), tuğla ve doğal taş malzemenin birlikte kullanıldığı Hacı Mahmut Camisi Minaresinin deprem performans analizini yaptıkları çalışmada, kurdukları sayısal modeli Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ile elde ettikleri veriler ile güncelleyerek kullanmışlardır.

Çalık vd. (2016-a), Trabzon ilinde kiliseden camiye dönüştürülmüş Ortahisar Molla Siyah Camisinde yapmış oldukları çalışmada, restorasyon uygulamalarının yapıya etkisini araştırmışlardır. Kargir kubbeli ve küçük ölçekli yapının restorasyon öncesi Çevresel Titreşim Testi ölçümleri alınarak dinamik karakteristikler belirlenmiş, restorasyon sonrasında da aynı ölçümler yapılarak aynı özellikler tekrar belirlenmiştir. Yapılan tespitte güçlendirme etkisi ile artması beklenen rijitlik ve doğal frekansın yapıya payanda etkisi yapan duvarın kaldırılmasının etkisi ile beklenen seviyenin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

Çalık vd. (2016-b), Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan ahşap çatılı yığma taş camilerin dinamik karakteristiklerinin hasarsız deneysel yöntemlerle tespit edilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, Rize Gülbahar Mahallesi Büyük Camii, Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camii ve Trabzon Merkez Tavanlı Camii örnekleri üzerinde deneysel çalışmalar yapmışlardır. Yakın zamanda restorasyonu yapılmış ve geometrileri ile özellikleri benzer camilerin frekans, sönüm oranı ve mod şeklinden oluşan dinamik karakteristikleri sismik ivmeölçerler kullanılarak Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle belirlenmiştir. Deneysel sonuçlara göre Doğu Karadeniz Bölgesi tarihi yığma taş ve ahşap çatılı camileri için birinci doğal frekans değerinin 4-5Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

Çalık vd. (2016-c), tarihi camilerde en sık rastlanılan bilinçsiz müdahale şekillerinden, ahşap çatılı tarihi yığma camilerin ahşap çatısının yerine betonarme kubbe yapılmasını deneysel yöntemlerle incelemişlerdir. Çalışma kapsamında, bu tip müdahalelerin tarihi taş duvarlı camilerin dinamik özelliklerini nasıl etkidiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örnek olarak seçilen Trabzon'un Akçaabat ilçesinde bulunan

Dürbinar Mahallesi Camisinin dışı doğal kesme taş içi moloz taş örgülü yığma duvarlar üzerine sonraki dönemlerde eklenmiş betonarme kubbe, mahfil ve son cemaat mekanını ile orijinal karakterinden bir hayli uzaklaşmış yapı, gerçekleştirilen restorasyon sonrası orijinal haline dönüştürülmüştür. Yapılan bu uygulama kapsamında eserin restorasyon öncesi dinamik özellikleri Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle ölçülmüş ve mevcut duruma ait dinamik karakteristikleri belirlenmiştir. Restorasyon uygulamasının ardından ölçümler tekrarlanmış ve onarım sonrası durum için dinamik karakteristikler tekrar bulunmuştur. Elde edilen veriler ile caminin restorasyon öncesi durumundaki betonarme kubbe, kasnak ve mahfil gibi elemanlarının etkisi ile daha rijit davrandığı, orijinal karakterine dönüştürüldüğünde ise rijitliğinde azalmanın etkisiyle doğal frekanslarda azalma olduğu tespit edilmiştir. Eski eser camilere yapılan yaygın müdahale tekniklerinden biri olan betonarme kubbe eklenmesi durumunun, eserlerin dinamik karakteristiklerine önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Livaoğlu vd. (2016), çalışmalarında tarihi minarelerin boyutlarının dinamik davranışına etkisi üzerine inceleme yapmışlardır. Bursa ilindeki yedi adet tuğla malzemeli tarihi minarenin sayısal modelini oluşturmuşlar ve yapılan çevresel titreşim testleri yardımıyla modelleri kalibre etmişlerdir. Elde edilen nihai model üzerinde yaptıkları incelemelerde tuğla minare örneklerinde periyot tahminini kolaylaştırıcı formül geliştirmişlerdir.

Demir vd. (2016), çalışmalarında tarihi Manisa Hafsa Sultan Camisinin deprem davranışını Operasyonel Modal Analiz Yöntemi ile incelemişlerdir. Geliştirdikleri analitik modelin deneysel verilerle kalibrasyonu yapılarak, kalibre edilmiş ve edilmemiş modellerde deprem etkisi durumunda gerilme dağılımları belirlenmiştir.

Hacıfendioğlu ve Maraş (2016) tarihi yığma Samsun Büyük Cami minaresinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile dinamik karakteristiklerini tespit etmiş ve ANSYS programında oluşturdukları modelin kalibrasyonunu gerçekleştirerek yapısal analiz yapmışlardır. Kalibre edilmiş ve edilmemiş verilerin karşılaştırmaları yapılarak deneysel verilerle kalibrasyonun önemi vurgulanmıştır.

1.10. Tezin Amaç ve Kapsamı

Literatür araştırmalarında tarihi eserlerle ilgili birçok analitik çalışmaya rastlanmakla birlikte bu çalışmaların birçoğunda eserlerin karmaşık yapısı ve davranışı hakkındaki kısıtlı bilgilerden dolayı analitik modellemelerde betonarme veya çelik yapılar gibi sağlıklı sonuçlara ulaşılamadığı vurgulanmaktadır. Bu nedenle, kurgulanan tarihi eser modellerinde malzeme, inşa biçimi, çevresel etkiler gibi değişkenlerin birçoğu çeşitli kabullere dayalı olduğundan, analitik modellerin kontrolü üzerine sağlıklı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Tarihi cami ve minarelerde de bu durum diğer tarihi eserlerdeki gibidir. Bu itibarla sunulan tez çalışmasında, araştırmacılara ve uygulamacılara farklı taşıyıcı sistemli tarihi cami ve minare analitik modellerin kontrolü için deneysel verilere dayalı yaklaşık değer ve formülasyonların geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışma kapsamında incelenen camiler ahşap çatılı yığma, kargir kubbeli yığma ve ahşap taşıyıcı sistemli olarak sınıflandırılmış ve Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile seçilen camilerin deneysel dinamik karakteristikleri belirlenmiştir. Minareler ise yığma taş minare, ahşap minare ve günümüzde tarihi camilerin bileşkeleri olarak da yaygın olarak kullanılan betonarme minareler olarak sınıflandırılmış ve seçilen minarelerin deneysel dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Ölçüm alınan cami örnekleri seçilirken, tez çalışması sürecinde restorasyona tabi tutulan ve ölçüm imkânı olan eserler tercih edilmiştir. Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait olan eserlerin ağırlıklı olduğu örnekler, Doğu Karadeniz Bölgesinin çeşitli yörelerinden seçilmiştir. Eserlerin ulaşılabilirliği ve fiziksel olarak ölçümün yapılabilmesine imkân vermesi dikkate alınmış ve veri sayısının çeşitlendirilmesi hedeflenmiştir. Eski eser cami ve minarelerin değerlendirildiği çalışma kapsamında tarihi camilerin yanında yaygın olarak karşılaşılan betonarme minareler, gerek eserler için gerekse insanlar için ciddi risk unsuru olarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda eski eserlerdeki dinamik karakteristiklerin tespitine yönelik çalışmalara benzer çalışma seçilen betonarme minareler için de yapılmıştır. Betonarme minarelerin çalışma kapsamında elde edilen bulguları, tarihi minareler ile karşılaştırma imkanı vermiştir.

Tespit edilen doğal frekanslar istatistiksel yaklaşımlarla incelenip, eserlerden deneysel olarak veri alma imkânı olmayan kullanıcıların analitik modellerinin kontrolü ve kalibrasyonuna imkân verecek şekilde yaklaşık değer ve formülasyonların elde edilmesi üzerine çalışılmıştır. Ayrıca, seçilen farklı taşıyıcı sistemli cami ve minareler için deneysel sönüm oranı değeri ve mod şekil davranış şekilleri sunulmuştur. Bunun yanında gerek

önerilen formülasyonlar yardımıyla hesaplanacak yaklaşık doğal frekanslar gerekse yaklaşık olarak alınması önerilen doğal frekans değerleri, cami ve minarelerin deneysel ölçümlerinin tespitine yönelik çalışmalarda, uygulamacılara yol gösterici olacaktır.

Tez çalışmasının önemli başka bir kısmı ise literatürde yeterince araştırılmamış olan restorasyon uygulamalarının tarihi eserlerin dinamik davranışlarına etkilerinin ortaya koyulmasına yöneliktir. Taşınmaz kültür varlığı özelliği gösteren cami ve minarelerde yürütülen restorasyon işlemlerinin yalnızca makyaj ve güzelleştirmeden ziyade, yapı sağlığını ve dayanımını nasıl etkilediğinin incelenmesi de literatürde eksik görülen bir konudur. Tarihi eserlerin restorasyonlarında genel yargı mimari özelliklerin korunması ve restorasyonu olup, yapısal analiz ve değerlendirmeler genellikle arka planda kalmaktadır. Yapılan restorasyon uygulamalarının tarihi yapıların dinamik karakteristiklerini nasıl etkilediği bu çalışma kapsamında deneysel olarak araştırılmıştır. Restorasyon işlemlerinin yapı üzerindeki etkilerinin de incelenmesi adına dinamik karakteristiklerin restorasyon öncesi ve sonrası belirlenmesi üzerine bir yöntem ortaya konularak, restorasyon etkilerinin nicel olarak tespit edilmesine yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Belirtilen amaçlar doğrultusunda hazırlanan tez çalışması, başlıca dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, tarihi eser çeşitleri, hasar türleri ve nedenleri, restorasyon teknikleri, kullanılan deneysel yöntemlere ait formülasyonlar, cami ve minareler hakkında bilgiler ve konu ile ilgili yapılan önceki çalışmalar verilmektedir. İkinci bölümde, örnek olarak seçilen eserlerin tanıtımları, restorasyon işlemleri ve yapılan deneysel ölçümler ile ilgili saha uygulamalarına ilişkin bilgiler sunulmaktadır. Üçüncü bölümde, elde edilen deneysel sonuçlar değerlendirilerek, cami ve minarelerin doğal frekanslarının analitik olarak tespitine ilişkin basitleştirilmiş yaklaşık formüller geliştirilmekte, sönüm oranı ve mod davranışına yönelik değerlendirmeler sunulmakta ve restorasyon etkileri ortaya konulmaktadır. Dördüncü bölümde ise, yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve gelecek çalışmalara ışık tutacağı ümit edilen öneriler sunulmaktadır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Tarihi yığma camilerin ve minarelerin dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi ve restorasyon etkilerinin araştırması ile ilgili yapılan bu çalışma kapsamında Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan çeşitli üst örtülere ve yapım malzemelerine sahip cami ve minareler incelenmiştir. Camiler üst örtülerine ve malzeme özelliklerine göre; ahşap çatılı yığma taş camiler, kargir kubbeli yığma taş camiler ve ahşap taşıyıcı sistemli camiler olarak sınıflandırılıp incelenmiştir. Minareler ise yığma taş minareler, ahşap minareler ve betonarme minareler olarak sınıflandırılarak incelenmiştir.

2.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camiler

Yığma taş camilerin üzerinin ahşap çatılar ile örtülmesi ile teşkil edilen cami tipi geleneksel mimaride özellikle küçük ebatlı camilerde çok sık rastlanılan bir yapım tekniğidir. Camilerin çatı taşıyıcılarının ahşap malzeme ile teşkili yapım süresini ve maliyetini azaltan bir teknik olmasının yanında, bakım açısından da tercih edilen bir yöntemdir. Gerek Karadeniz Bölgesi gerekse tüm Anadolu coğrafyasında oldukça yaygın olan bu yöntemde, duvarların üzerine yerleştirilen ahşap kirişlemelerin üzerine oturtulan çatı genellikle oturtma kimi zaman da asma ya da makaslı çatı tekniğiyle kurulmaktadır. Bazı örneklerinde ahşap ya da taş sütunlar ile açıklıkları azaltılarak daha geniş mekânlar sağlanmaktadır. Genellikle ahşap tavan malzemesi ile kaplı olan bu tür yapıların bir kısmında, çatı içinde gizli bağdadi yada tümüyle ahşap gizli kubbeler bulunmaktadır. Ahşap tavan ve bağdadi kubbe gibi elemanlar, camilerdeki ahşap ve bezeme süslemelerine imkân vermekte ve yapıların estetik olarak fark oluşturmalarını da sağlamaktadır (Kazaz, 2016). Aşağıda seçilen ahşap çatılı yığma taş cami ve minarelere ait genel bilgiler, restorasyon uygulamaları, restorasyon öncesi ve sonrası çevresel titreşim testi ölçümleri verilmektedir.

2.1.1. Rize Büyük Gülbahar Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Rize İli Gülbahar Mahallesi'nde yer alan Büyük Gülbahar Camii 73 pafta 544 ada 2 parselde kayıtlıdır. İlk yapım tarihi 1660 olan eser, 1931 yılında mahalle halkı tarafından bugünkü haline dönüştürülmüştür. Büyük Gülbahar Camiinin uydu görüntüsü Şekil 2.1'de verilmektedir.



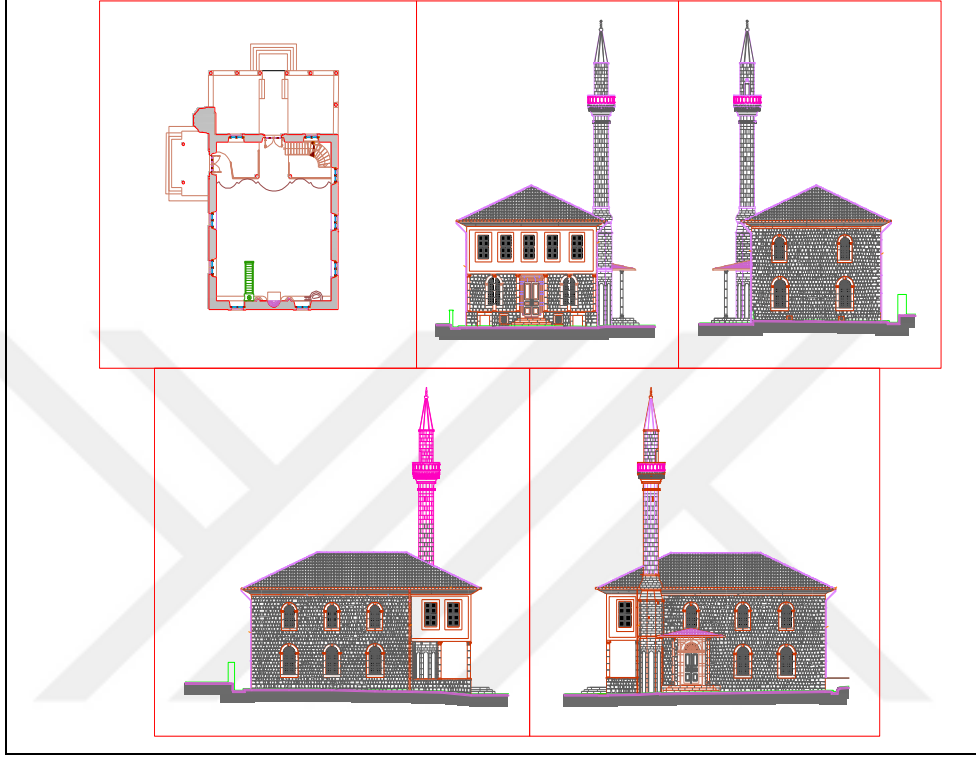
Şekil 2.1. Büyük Gülbahar Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti “(Gülbahar) Vakıflar Genel Müdürlüğüne” ait Büyük Gülbahar Camii, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu tarafından 13.11.1982 tarih ve 3966 numaralı karar ile korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir. Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu 26.05.2011 tarih ve 3448 numaralı karar ile koruma grubunun I olduğuna karar vermiştir. Camiye ait restorasyon öncesi durumunu yansıtır fotoğraflar Şekil 2.2’de verilmektedir.



Şekil 2.2. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2011 yılında rölöve, restitüsyon ve restorasyon projeleri hazırlatılan eser, 2012-2013 yıllarında restore edilmiştir. Şekil 2.3'te caminin restorasyon projesine ait kat planı ve yan cephe görünüşleri verilmektedir.



Şekil 2.3. Büyük Gülbahar Camisi kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2011)

Caminin ana ibadet mekânı moloz taş duvardan yapılmış kare planlıdır. Caminin dıştan dışa boyutları 11.93m x 14.93m olup, son cemaat mekânının uzunluğu 5.33m'dir. Duvar kalınlıkları ortalama 64cm'dir. Kiremit kaplı ahşap çatının içinde bağdadi kubbe bulunmaktadır. Kubbenin içi bağdadi sıvalı, tavanın geri kalan kısmı ise çıtalı ahşap tavadır. Eserin iç duvarları sıvalı ve boyalı, mihrabı beton, minberi ve kürsüsü ahşaptır. Ahşap mahfil katına caminin içinden ve son cemaat mekânından çıkılmaktadır. Restorasyon esnasında son cemaat kısmında bulunan merdiven iptal edilmiştir.

Yapının kuzey batı köşesinde yapıya bitişik halde yapılmış tek şerefeli narin kesme taştan minare mevcuttur. Şerefe altı ve korkulukları sade olan minarenin yerden yüksekliği toplam 26.91m olup, kaide genişliği ise 2.25m'dir.

Son cemaat mekânı onarımından sonra orijinal şekli ile açık hale getirilmiştir. Caminin projeleri Zan İnş. Mimarlık Müh. Müş. Ltd. Şti tarafından hazırlanmış, restorasyonu Mimar Kemal Bektaş tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.4'te Büyük Gülbahar Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.4. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2012-2013 yıllarında yapılan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Çatı kaplaması kaldırılmış, çatıda tahkimat yapılarak üst örtü su ve ısı yalıtımı yapılarak yenilenmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Büyük Gülbahar Camisi çatı onarımına ilişkin görüntüler

- Eserin çürümüş ahşap döşeme, tavan kaplaması ve doğramaları yenilenmiştir.
- Minber ve giriş kapısı yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal ahşap dokuları ortaya çıkarılmıştır.
- Mihrap yağlı boyadan arındırılmış, sıva raspası yapılarak taş öğelerin araştırması yapılmıştır. Ancak mihrabın beton olarak yapılmış olduğu tespit edilmiştir. Estetik olarak

başarılı bir şekilde düzenlenmiş olan mihrabın orijinal haline ilişkin belgelere ulaşamadığı için beton mihrap sökülmemiş, alçı çekilerek boyanmıştır.

- Cami iç sıvası horasan sıva ile yenilenmiştir.
- Taş pencere sövelerinde ve dış kaplama taşlarında özelliklerini kaybetmiş taşlar çürütülerek yenileri ile değiştirilmiştir. Cami dış cephelerinin derzleri yenilenmiştir.
- Ahşap tavan ve bağdadi kubbesi orijinal örneğine göre yenilenmiştir.
- Kuzey cephedeki son cemaat üstündeki mekânlarda sıva yenileme, boya ve ahşap tavan kaplama imalatları yapılmış ve döşeme ve doğramaları yenilenmiştir (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Büyük Gülbahar Camii restorasyonu cephe ve tavan işleri

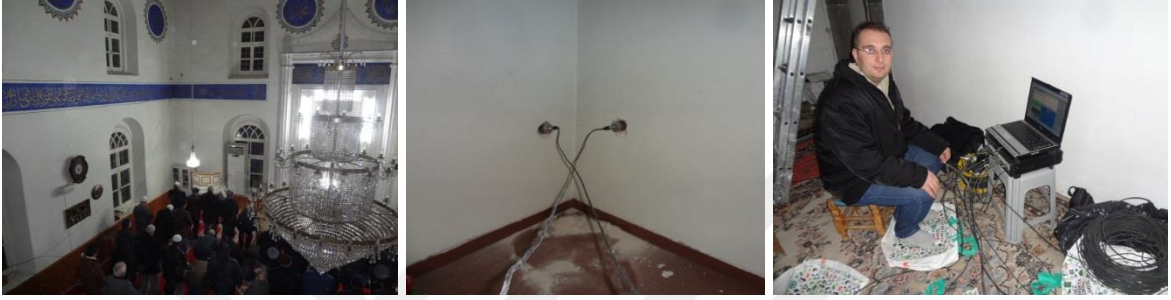
- Caminin son cemaat mekânında ve batı kısmındaki sundurmanın taşıyıcı sütunlarının büyük çoğunluğunun taş başlık ve kaideleri değiştirilmiş, kuzey batı köşesinde bulunan taş sütun tamamıyla yenilenmiştir.
- Minare korkuluklarından bozuk olanlar yenilenmiş, şerefe altında, gövdede ve minare kaidesinde bulunan bozulmuş taşlar yenileri ile değiştirilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Büyük Gülbahar Camii minare onarımı görüntüleri

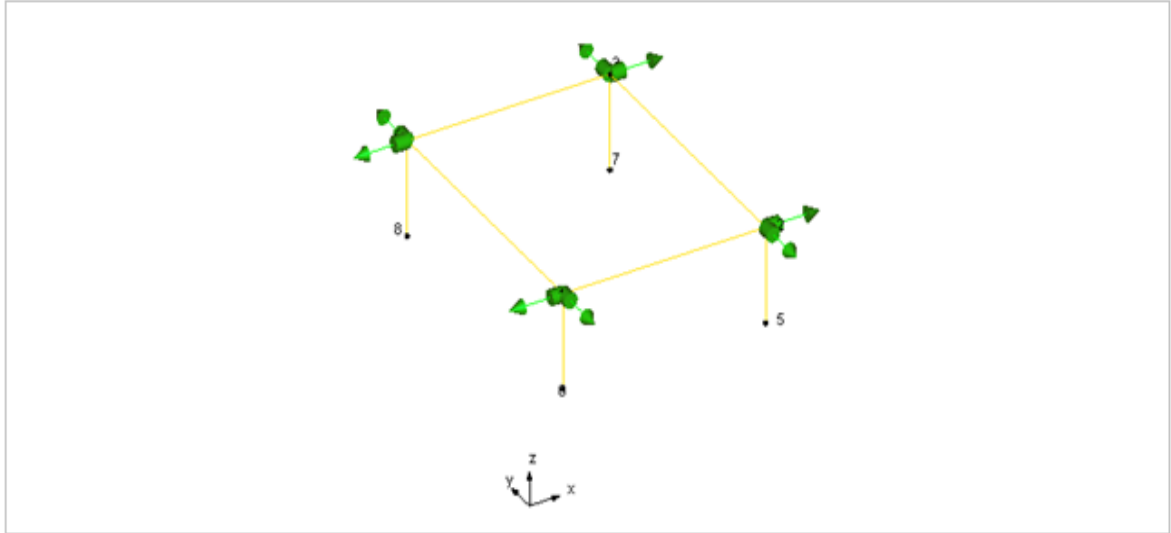
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Öncesi

Büyük Gülbahar Camisinde restorasyon öncesi gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında iç yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.8’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



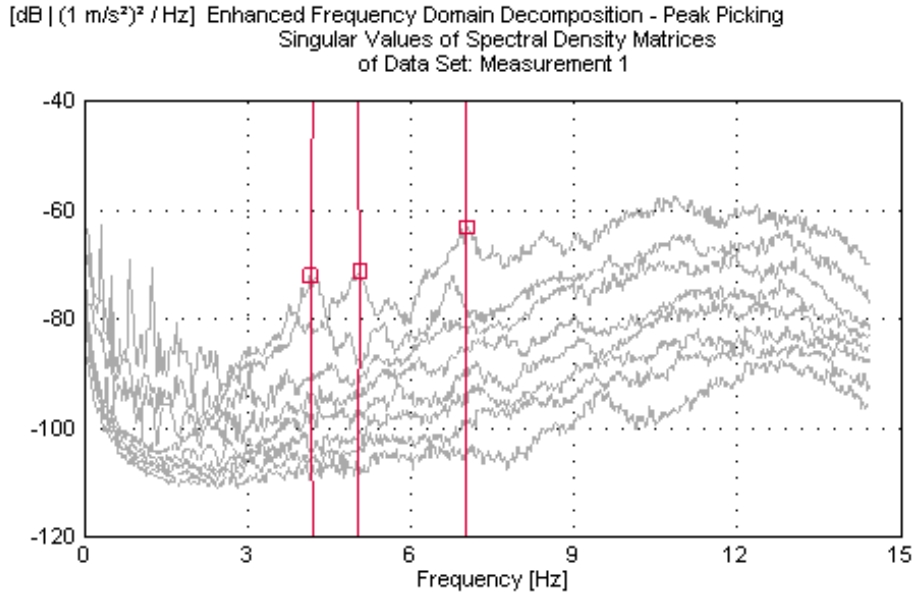
Şekil 2.8. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.9’da verilmektedir.



Şekil 2.9. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

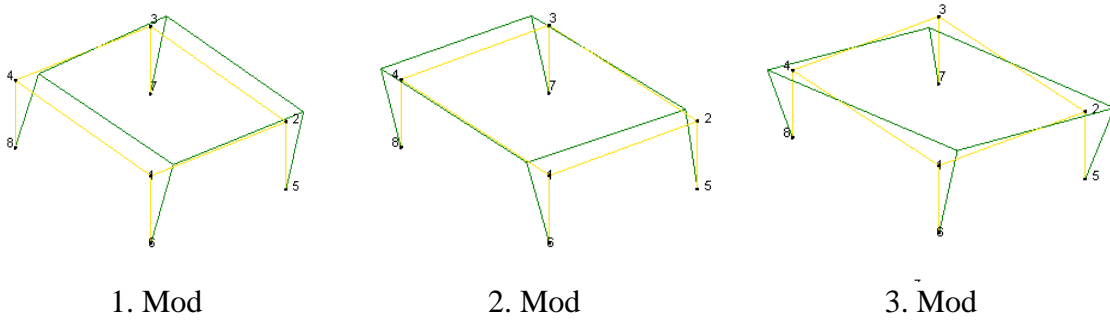
Caminin dış gövde duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden Geliştirilmiş Frekans Tanım Alanında Ayrıştırma (GFTAA) Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.10'da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.1'de ise restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.11'de verilmektedir.



Şekil 2.10. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.1. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.763	0.466
2	4.199	2.801
3	5.027	2.534



Şekil 2.11. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

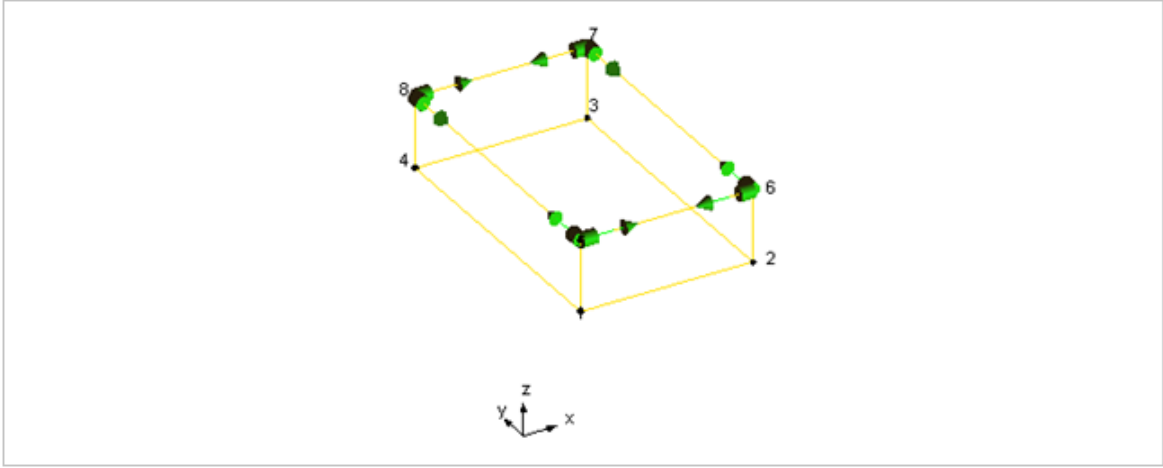
Restorasyon Sonrası

Büyük Gülbahar Camisinin restorasyon sonrası yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerinde restorasyon öncesinde yapılan ölçüm süreleri ve sistemine sadık kalmıştır. Bu bağlamda, gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmış olup, ivmeölçerler cami dış duvarlarına monte edilmiştir. Şekil 2.12’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



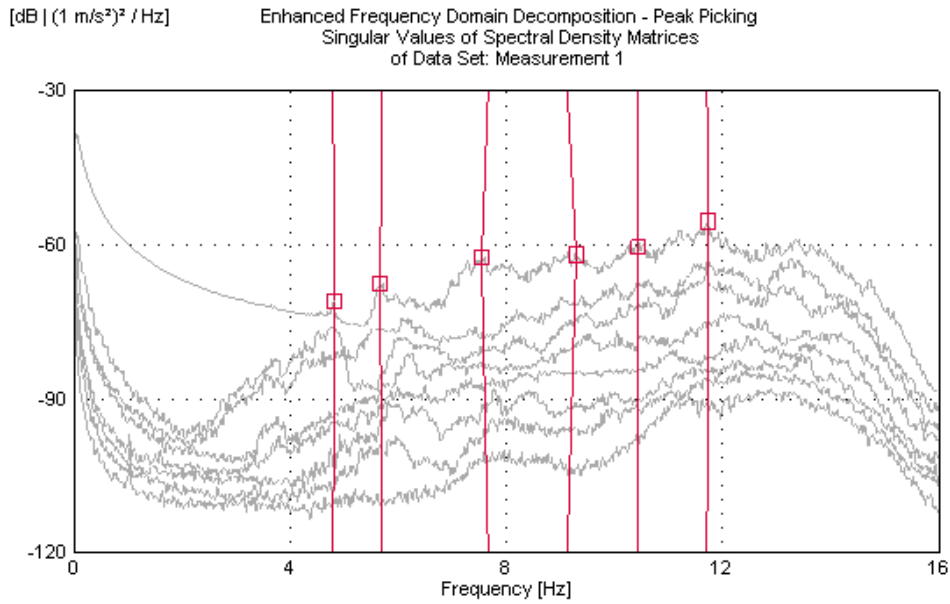
Şekil 2.12. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.13’te verilmektedir.



Şekil 2.13. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

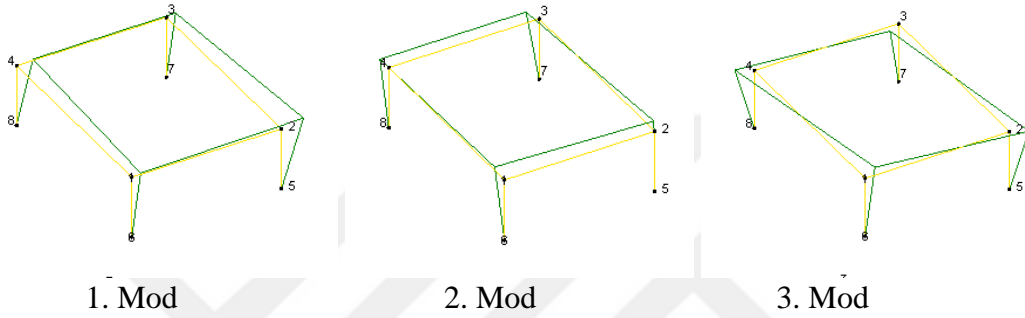
Caminin dış gövde duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.14'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.2'de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.15'de verilmektedir.



Şekil 2.14. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.2. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.801	0.524
2	5.700	2.255
3	7.668	4.949



Şekil 2.15. Büyük Gülbahar Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

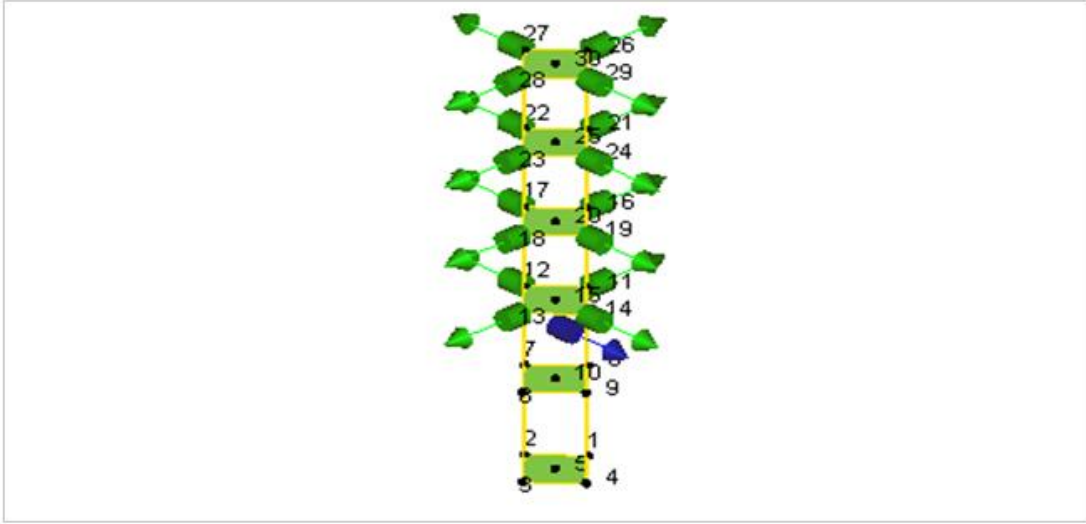
Büyük Gülbahar Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 8 adet ivmeölçer iki tekrar ile referanslı olarak kullanılmış olup, toplam 16 noktadan veri alınmış ve minarenin doğal frekansı, sönüm oranı ile mod şekilleri bulunmuştur. Şekil 2.16'da minarenin ölçümüne ilişkin bazı fotoğraflar verilmektedir.



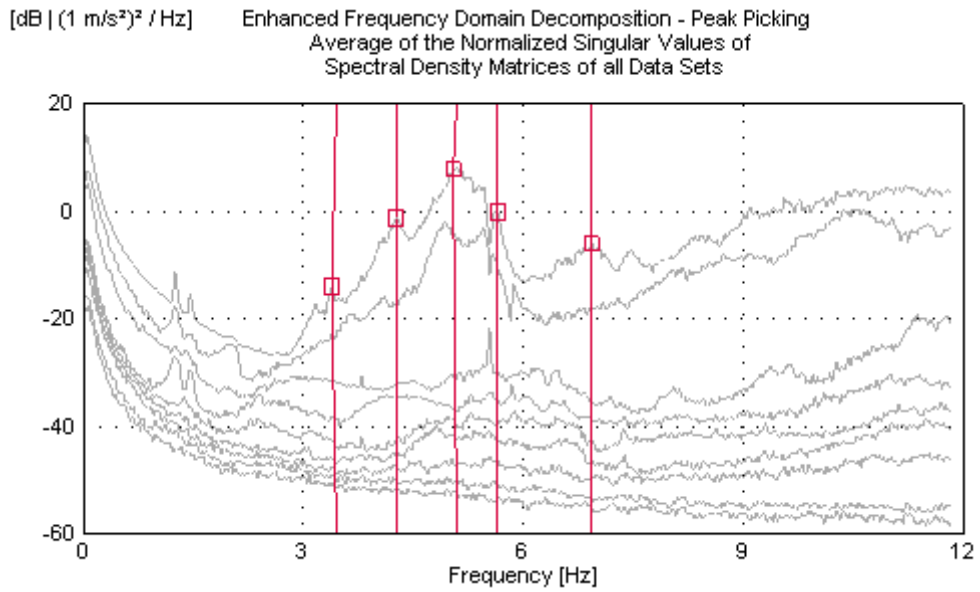
Şekil 2.16. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla minareyi temsilen bir model oluşturulmuştur. Bu temsili model Şekil 2.17’de verilmektedir.

Minarede 30'ar dakika süreyle iki ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller birleştirilerek analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin restorasyon öncesi doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.18’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.



Şekil 2.17. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

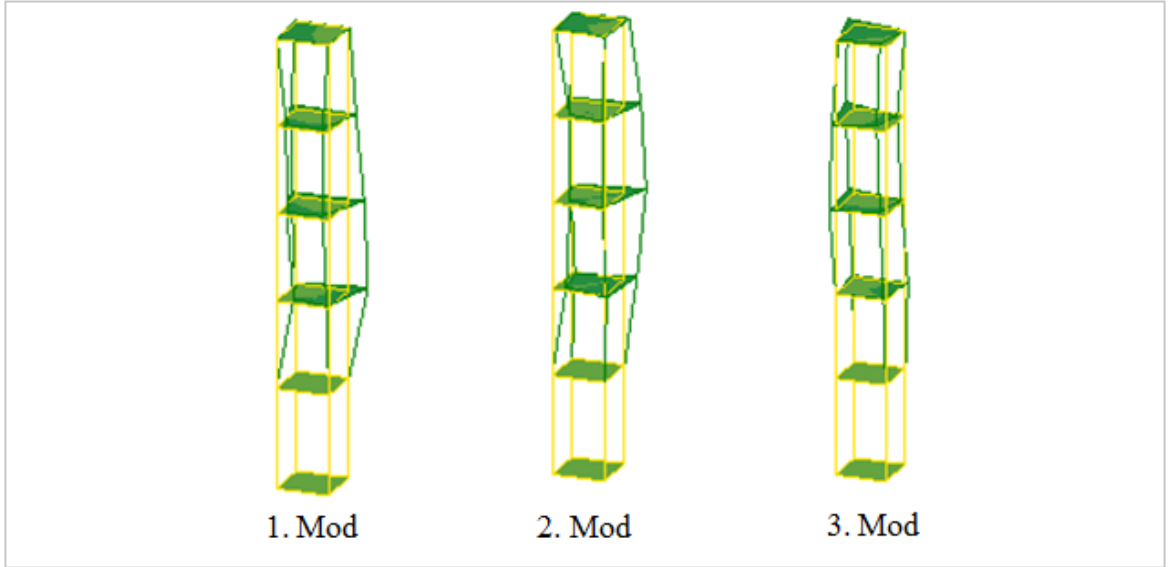


Şekil 2.18. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.3'te minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Minarenin ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.19'da sunulmaktadır.

Tablo 2.3. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.258	1.374
2	1.462	1.551
3	3.457	3.915



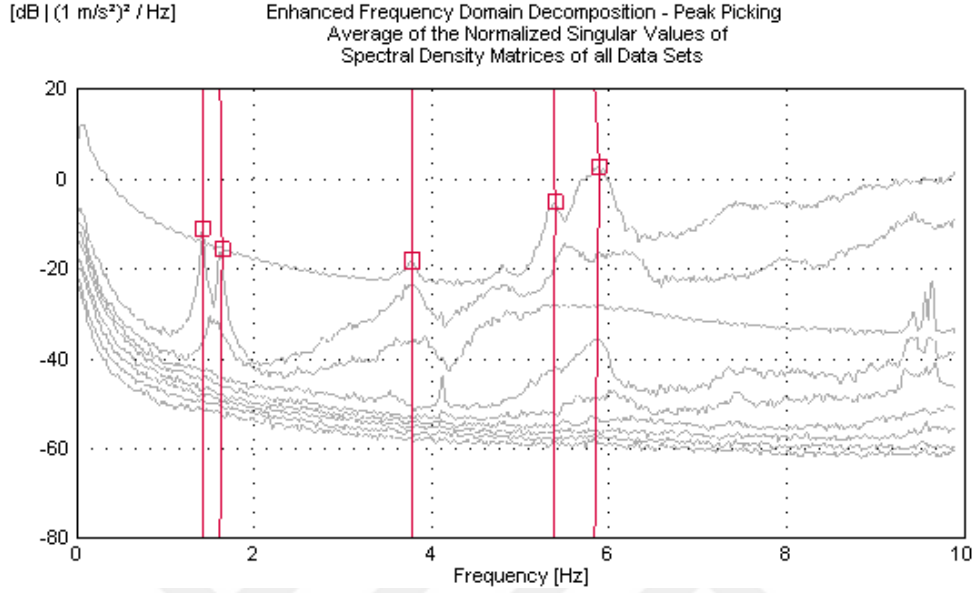
Şekil 2.19. Büyük Gülbahar Camisi Minaresi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

Restorasyon Sonrası

Büyük Gülbahar Camii minaresinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen çevresel titreşim testi ölçümlerinde restorasyon öncesi kurulan sistem aynen tekrarlanmıştır. Dolayısıyla burada tekrar ölçüm sistemi verilmemiştir.

Minareden alınan ölçümlerden elde edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin yapım sonrası için doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.20'de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2. 4'te minarenin

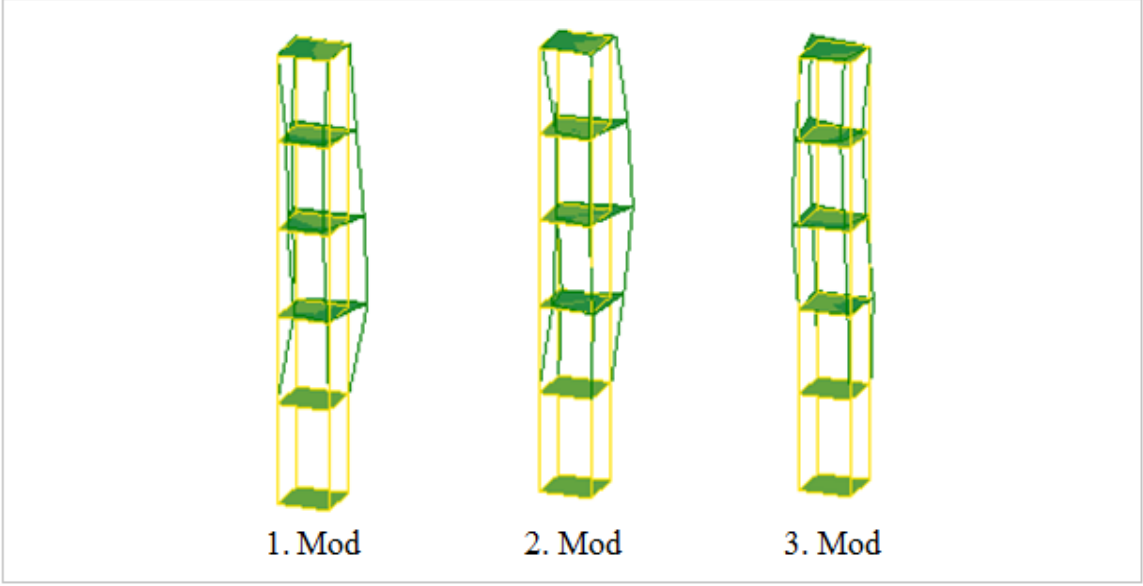
ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Minarenin ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.21’de sunulmaktadır.



Şekil 2.20. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.4. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekansı ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.419	0.821
2	1.617	1.181
3	3.771	1.328



Şekil 2.21. Büyük Gülbahar Camii Minaresi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.2. Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii

Genel Bilgiler

Trabzon ili Akçaabat ilçesi Orta Mahallede bulunan Orta Mahalle Cami 2627 D-d pafta 90 ada 11 parselde yer almaktadır. Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait olan cami, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunun 04.09.1985 tarih ve 1426 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescil edilmiştir. Ayrıca bulunduğu alan, aynı Koruma Kurulunun 26.04.1988 tarih ve 19 sayılı kararı ile sit alanı olarak da ilan edilmiştir. Şekil 2.22’de Orta Mahalle Camisinin uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 2.22. Orta Mahalle Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

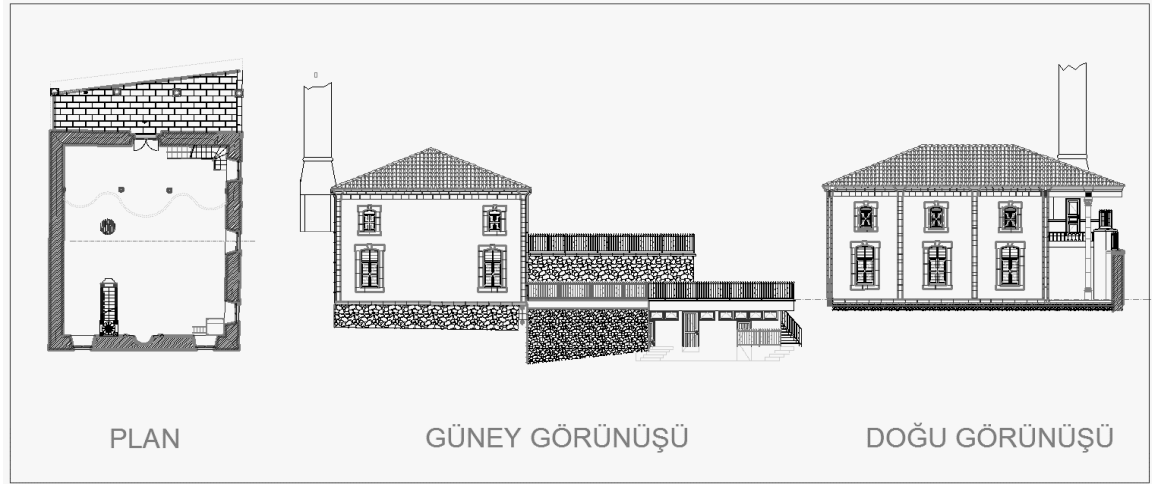
Üç farklı dönem özelliği gösteren cami birinci dönemi ilk yapıldığı dönem olup, bu cami hakkında herhangi bir bilgimiz bulunmamaktadır. Muhtemelen ahşap olan caminin yıkıldığı ve yerine günümüzdeki ikinci dönem olan ve 1807 yılına tarihlendirilen cami yapılmıştır. Geç Dönem Osmanlı'daki köy camileri plan düzeninde yapılan Akçaabat Orta Mahalle Cami, kesme taş ve moloz taşlı dikdörtgen planlı olup, üzeri ahşap çatı ile örtülüdür. Kuzeydoğusunda sonradan eklenmiş yuvarlak gövdeli, tek şerefeli betonarme minaresi bulunmaktadır. Camiye minarenin eklendiği dönemde plan bakımından da yapı bazı müdahalelere maruz kalmıştır (Ataman, 2011). Şekil 2.23'te camiye ait restorasyon öncesi iç ve dış mekan görselleri sunulmuştur.



Şekil 2.23. Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

Eserin ana ibadet mekânı dıştan dışı 9.68m x 11.24m boyutlarında, son cemaat mekânı ise 2.20m uzunluğundadır. Ortalama 68cm duvar kalınlığına sahiptir. Yapının kuzeydoğusuna sonradan yapılan betonarme minare ise yerden 30.30m yükseklikte olup, kaide genişliği 1.93m'dir.

2015 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu İnş. Müh. Abdülaziz Bahadır'ın taahhüdü altında tamamlanan Orta Mahalle Camisinin onarım sonrası halini yansıtan restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.24'te sunulmuştur. Cami hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.25'te Caminin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.24. Orta Mahalle Camisi plan ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)



Şekil 2..25. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Caminin çatısının kiremitleri toplanmış, ahşap çatının bozulmuş öğeleri sökülerek yeni elemanlar ile değiştirilmiştir. Tam kaplamalı ahşap çatının üzerine bitümlü kiremit altı levhası serilerek üzerine oluklu klasik kiremit döşenmiştir (Şekil 2.26).
- Çatı arasında döşeme üzerine 10cm kalınlıkta camyünü şilte serilmiştir.

- Cami saçak alın tahtaları sökülerek orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Çatıda galvanizli çekme sacdan yağmur olukları ve iniş boruları yapılmıştır.



Şekil 2.26. Orta Mahalle Camisi çatı imatları

- Caminin son cemaat mekanının kapatılmış kısmı açılarak restorasyon projesi uyarınca düzenleme yapılmıştır (Şekil 2.27).
- Cami çevresinde temel alt derinliğine kadar kazı yapılarak drenaj uygulaması yapılmıştır.
- Pencere doğramaları sökülerek sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Dış cephedeki sıvalı yüzeyler raspa edilmiş orijinal taş doku ortaya çıkarılmıştır. Taş yüzeylerde mekanik olarak yüzey temizlikleri yapılmış, bozulan taşlar çürütülerek yenilenmiştir.
- Cephedeki derzler sökülerek yeniden horosan harcı ile derz yapılmıştır.



Şekil 2.27. Orta Mahalle Camisi cephe imatları

- Yağlı boya kaplı ahşap tavan yer yer raspa edilmiş ancak ana mekân tavanının tamamen çürümüş ve böceklenmiş olduğu belirlenmiştir. Bu itibarla ahşap tavan kaplaması sökülerek, orijinal örneği doğrultusunda harim tavanı yenilenmiştir.

- Mahfil altı tavanın ise ahşaplarının sağlıklı olduğu belirlenmiş olup, bozuk çıtaları yenilenmiş ve yağlıboyadan arındırılmıştır (Şekil 2.28).
- Ahşap döşeme sökülerek, bozuk ögeler sert ağaçtan kirişli ahşap döşeme olarak yenilenmiştir.
- Ahşap mihrabın taş kısımları boyadan arındırılmış çürüyen taşlar değiştirilerek ıslah edilmiş, alçı kısımları ise elden geçirilmiştir (Şekil 2.29).
- Ahşap minber ıslah edilerek korunmuş, niteliksiz kürsü yenilenmiştir.
- Ahşap işlemeli kapıda itina ile boya raspası yapılarak ıslahı gerçekleştirilmiştir.
- Cami beden duvarlarındaki çimento esaslı sıvalar raspa edilerek horosan harcı ile iç sıvalar yenilenmiştir.



Şekil 2.28. Orta Mahalle Camisi harim ve son cemaat imalatları



Şekil 2.29. Orta Mahalle Camisi mihrap ve minber imalatları

- Caminin batısında avlu altında yer alan mekanda restorasyon projesine göre müştemilat yapılmıştır. Bu kapsamda erkek ve kadın tuvaletleri, abdest alma mekanları, çay ocağı ve depo mekanları oluşturulmuştur (Şekil 2.30).



Şekil 2.30. Orta Mahalle Camisi müştemilatı ve çevre düzenlemesi

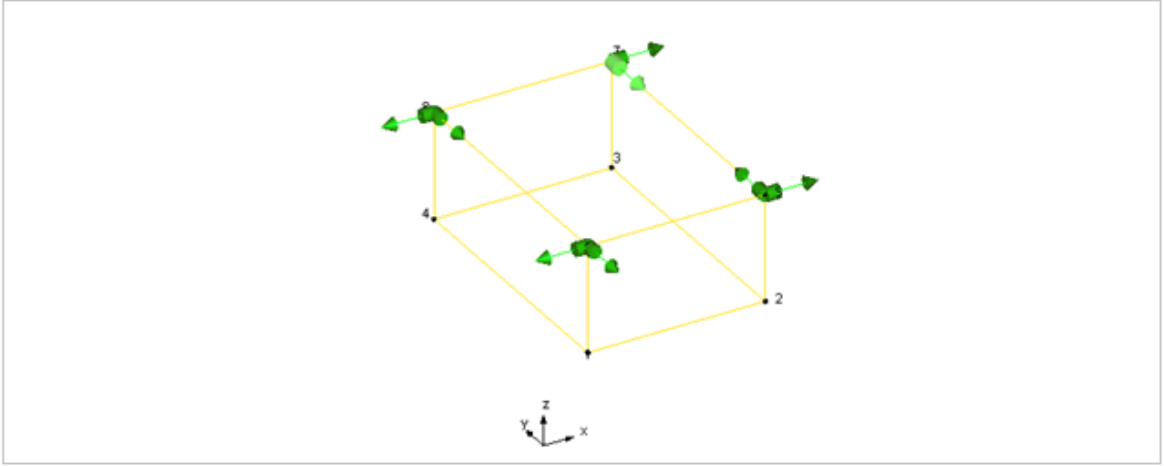
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Akçaabat Orta Mahalle Camisinde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümler, beden duvarlarının iç üst köşe noktalarına yere paralel yerleştirilen 8 adet ivmeölçer yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.31). Bu şekilde yerleştirilen ivmeölçerlerden 30 dakikalık ölçümler alınmış ve veriler değerlendirilmiştir. Tüm ivmeölçer yerleşimlerinin şematik gösterimi Şekil 2.32'de sunulmuştur.

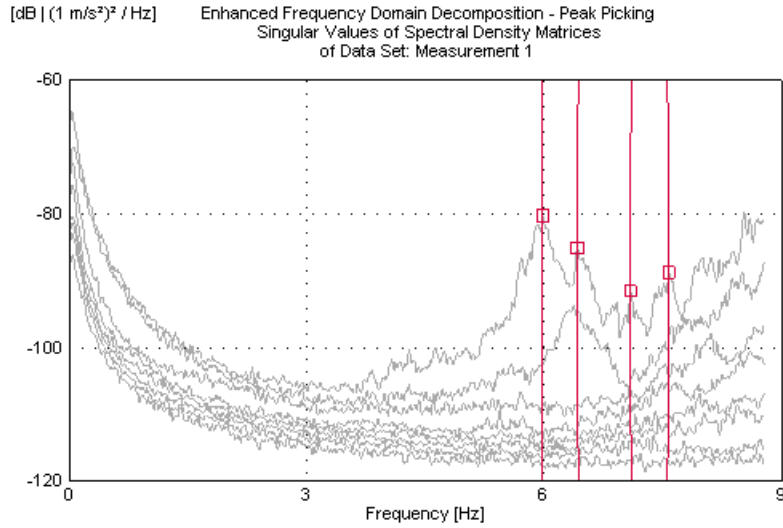


Şekil 2.31. Orta Cami Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.32. Orta Mahalle Camisi restorasyonu öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

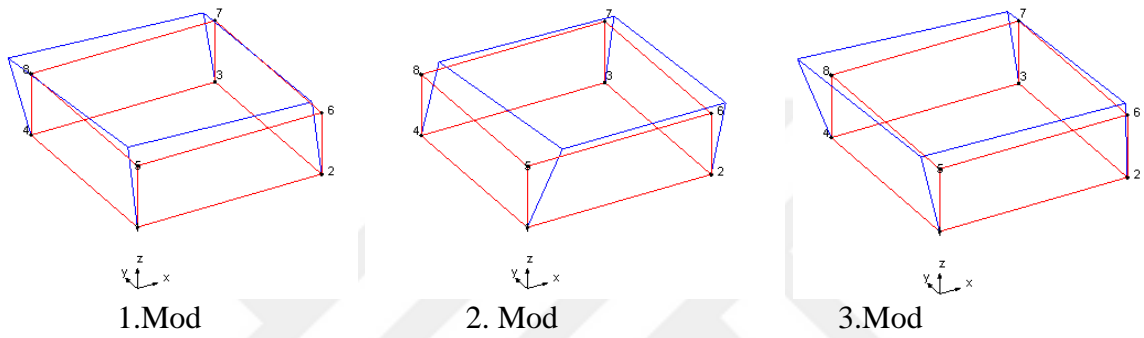
Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.33'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.5'te caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.34'te verilmektedir.



Şekil 2.33. Orta Mahalle Camisi restorasyonu öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.5. Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.974	1.979
2	6.434	0.541
3	7.100	1.252



Şekil 2.34. Orta Mahalle Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

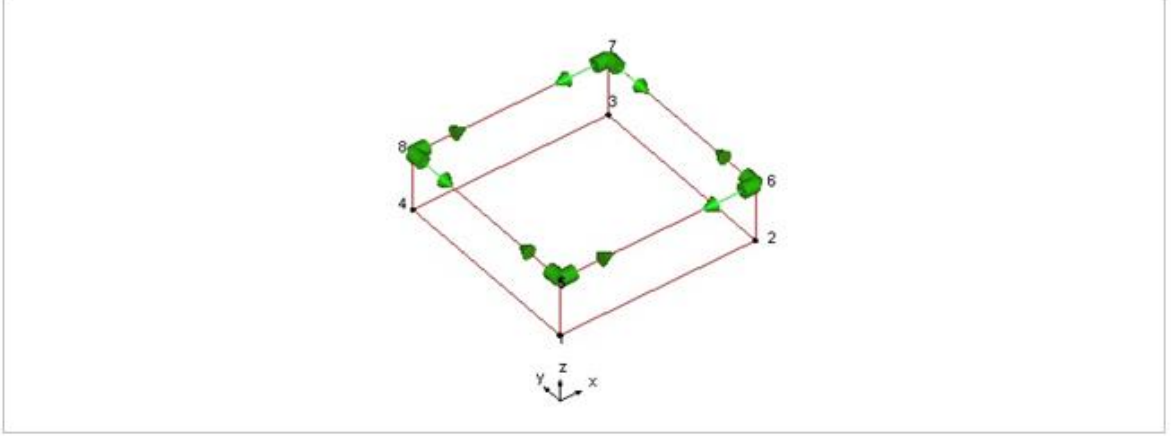
Restorasyon Sonrası

Akçaabat Orta Mahalle Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumda olduğu gibi 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına bu sefer dış köşelere yerleştirilen ivmeölçerler ile 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.35'te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



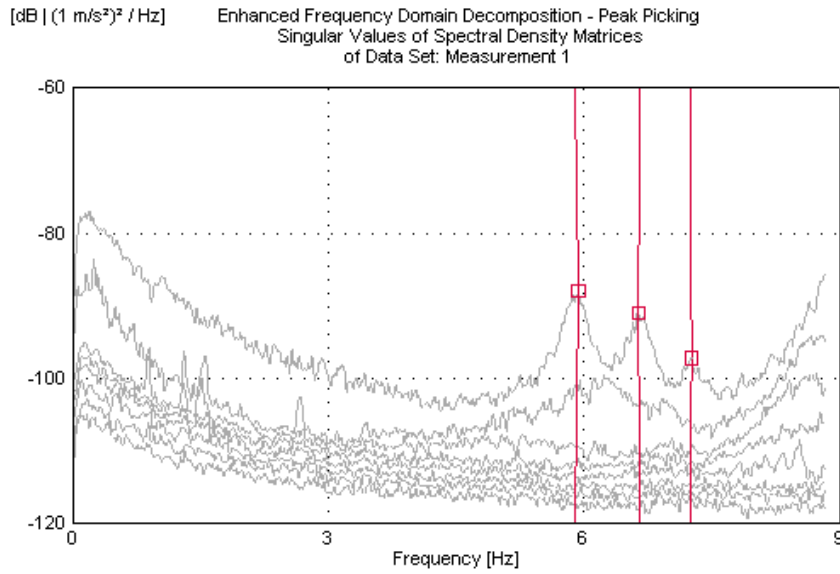
Şekil 2.35. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Caminin restorasyon sonrasında kullanılan ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.36'da verilmektedir.



Şekil 2.36. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.37'de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

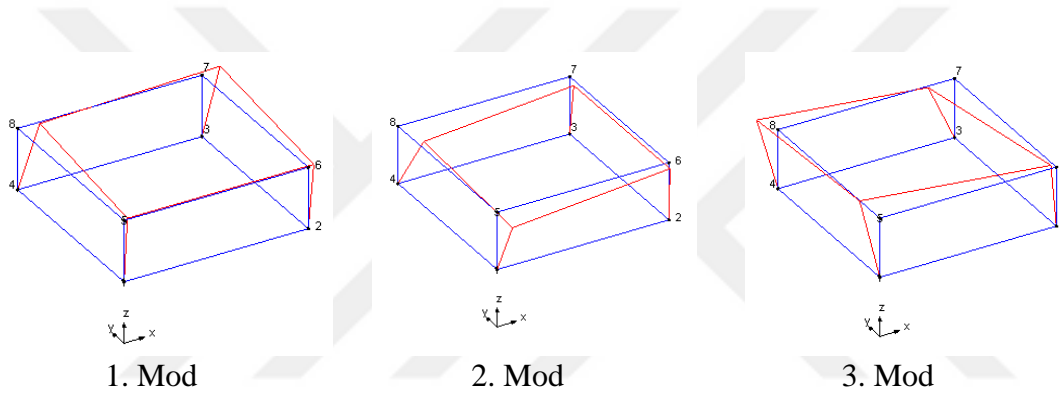


Şekil 2.37. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.6’da ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.38’de sunulmaktadır.

Tablo 2.6. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.897	2.006
2	6.658	2.113
3	7.254	2.085



Şekil 2.38. Orta Mahalle Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.3. Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camii

Genel Bilgiler

Trabzon İli Akçaabat İlçesi Dürbinar Mahallesi Hacimesut Sokak, 160 ada 14 parselde yer alan cami Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulunun 18.12.1992 tarih ve 1506 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescil edilmiştir. Eserin mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne aittir. Yapının uydu görüntüsü Şekil 2.39’da verilmektedir.



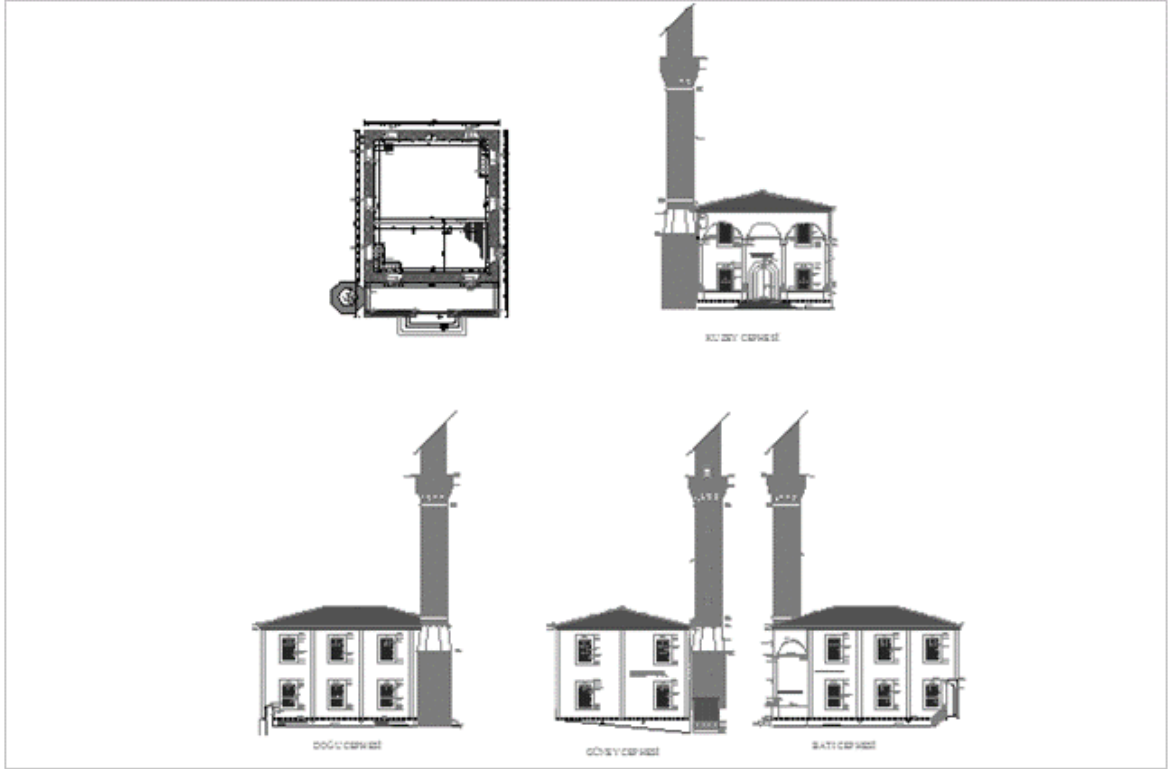
Şekil 2.39. Dürbinar Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camii, 1743 yılında inşa edilmiştir. Yapının orijinal kitabesi günümüze gelmediğinden banisi bilinmemektedir. Cami 1980'li yıllarda tadilat görmüş ve mimari bakımdan büyük oranda değişikliğe uğramıştır. Özgünlüğünü büyük ölçüde yitiren yapı, yöresel cami kimliğinden de uzaklaşmıştır (Bozal ve Yıldırım, 2011). Bu onarımda yapıya betonarme kubbe, mahfil ve son cemaat mekânı eklenmiş ve kuzeydoğusuna camiye oranla çok yüksek betonarme bir minare yapılmıştır. Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013-2014 yıllarında gerçekleştirilen onarım kapsamında Koruma Kurulu onaylı projesine göre yapı eklentilerinden arındırılmış ve betonarme kubbesi yıkılarak ahşap çatılı hale dönüştürülmüştür. Eserin 2013-2014 yılları restorasyon öncesi halini gösterir fotoğraflar Şekil 2.40'da verilmektedir.



Şekil 2.40. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

Dürbinar Camisinin restorasyon projesinin kat planı ve görünüşlerini gösterir kısmı Şekil 2.41'de sunulmuştur.



Şekil 2.41. Dürbinar Camisi kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2011)

Dikdörtgen planlı Dürbinar Mahallesi Camiinin beden duvarları, kesme ve moloz taş kullanılarak inşa edilmiştir. Caminin ana ibadet mekânı dıştan dışa 10.51mx12.02m boyutlarında olup, son cemaat mekânı 2.84m uzunluğundadır. Ortalama 70cm kalınlığında beden duvarının dışı sıralı moloz kaplama, içi moloz taş örgü ile teşkil edilmiştir. Camiinin kuzeydoğusunda ve yapıdan bitişik olarak yakın tarihlerde inşa edilmiş betonarme minaresi bulunmaktadır.

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013-2014 yıllarında restorasyonu tamamlanan eser, hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Eserin projeleri Envar Mimarlık tarafından hazırlanmış, Mimar Kemal Bektaş tarafından onarımı gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.42’de Dürbinar Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.42. Dürbinar Camisine ait dış ve iç mekân görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013-2014 yıllarında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Betonarme olarak yapılmış eklenti betonarme son cemaat mekânı, mahfil katı ve kubbe yıkılarak yapı arındırılmış, çatı ahşap olarak inşa edilmiştir. Son cemaat mekânı projesi doğrultusunda taş sütunlar üzerinde oluşturulan bağdadi kemerler ile geçilerek teşkil edilmiştir.
- Mahfile çıkış merdiveni, yer döşemesi, pencere doğramaları, tavan kaplamaları ve minberi ahşap olarak teşkil edilmiştir.
- Yapının özgün olmayan kuzey cephesi, projesine göre eklentilerinden arındırılmış ve kuzey cephe duvarı tamamlanmıştır.
- Yonu taşı mihrap, yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal taş ve ahşap öğeler ortaya çıkarılmıştır.
- Camideki çimentolu iç sıva horasan sıva olarak yenilenmiş, dış cepheleri sıvadan arındırılmış ve derzlenerek orijinal taş doku ortaya çıkarılmıştır.
- Taş elemanların bozuk olanları çürütülerek yenilenmiştir.

Caminin onarım ve restorasyonuna ilişkin görüntüler Şekil 2.43'te verilmektedir.



Şekil 2.43. Dürbinar Camisi restorasyonuna ait görüntüler

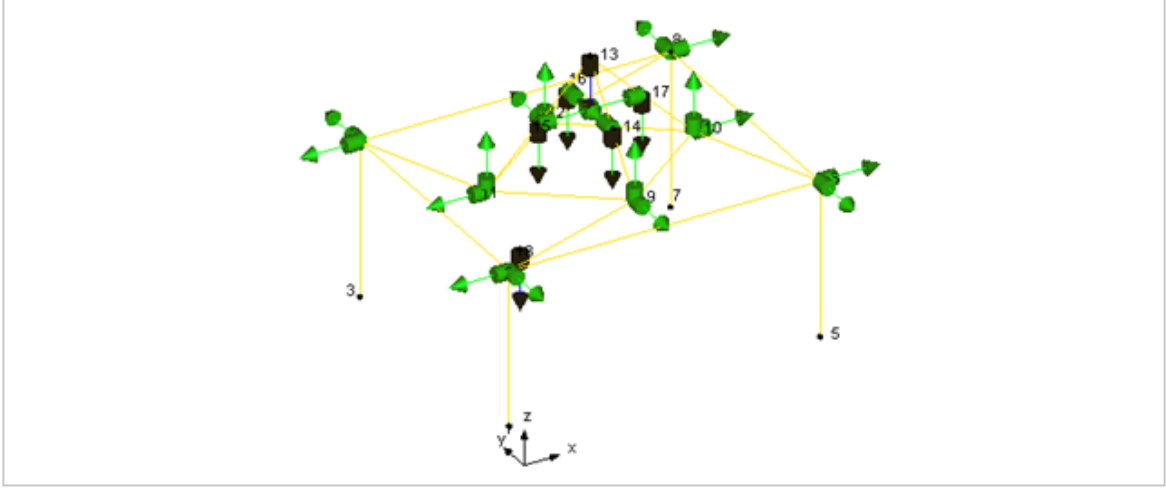
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Öncesi

Dürbinar Mahallesi Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 16 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Ölçüm süreci iki aşamalı olarak yapılmış, ilk aşamada 8 adet ivme ölçer ve bir adet referans ivmeölçer yapıya monte edilerek 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. İkinci aşamada ise referans ivmeölçer ile beraber caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanmış ve 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Bu iki ölçüm verileri referans ivmeölçer vasıtası ile birleştirilerek yapının restorasyon öncesi dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil 2.44'te restorasyon öncesine ait ölçüm görüntüleri verilmektedir.



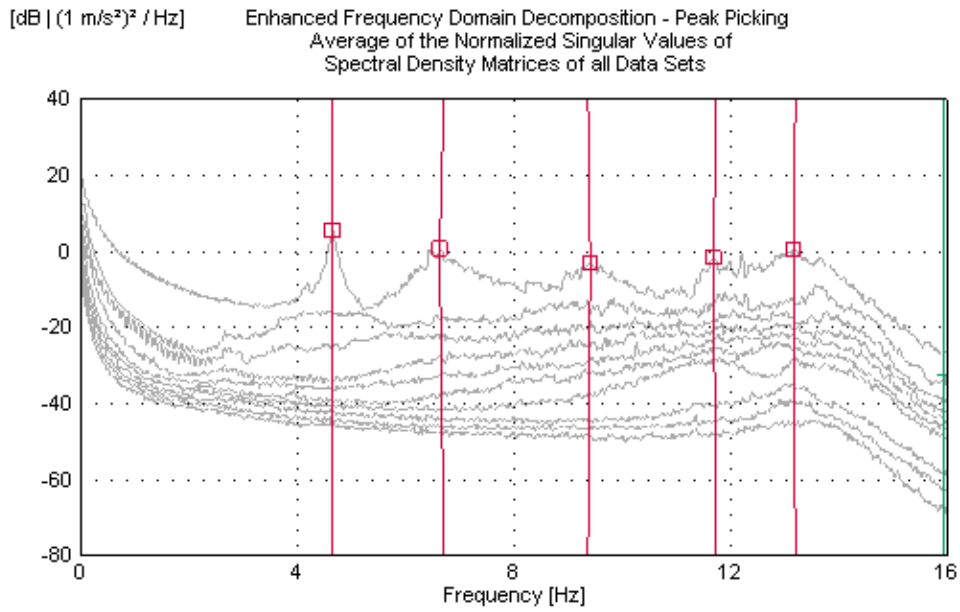
Şekil 2.44. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.45'te verilmektedir.



Şekil 2.45. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon öncesi durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.46'da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

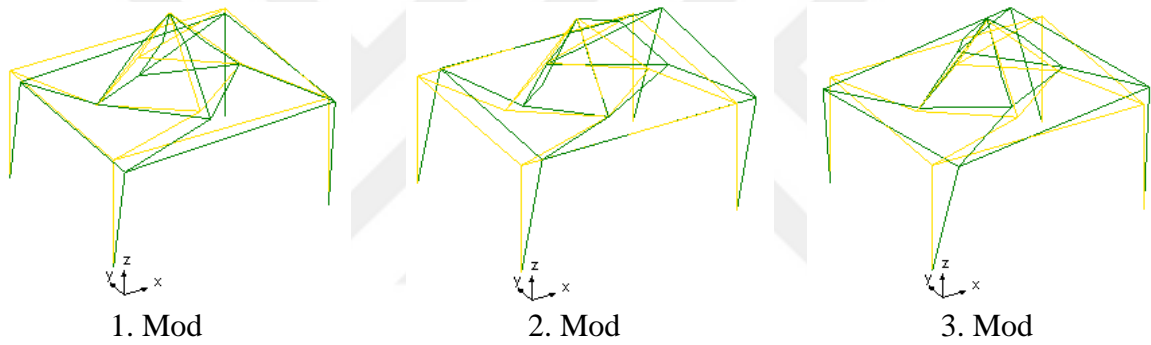


Şekil 2.46. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.7’de restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.47’de verilmektedir.

Tablo 2.7. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.663	1.250
2	6.718	6.056
3	9.378	1.721



Şekil 2.47. Dürbinar Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

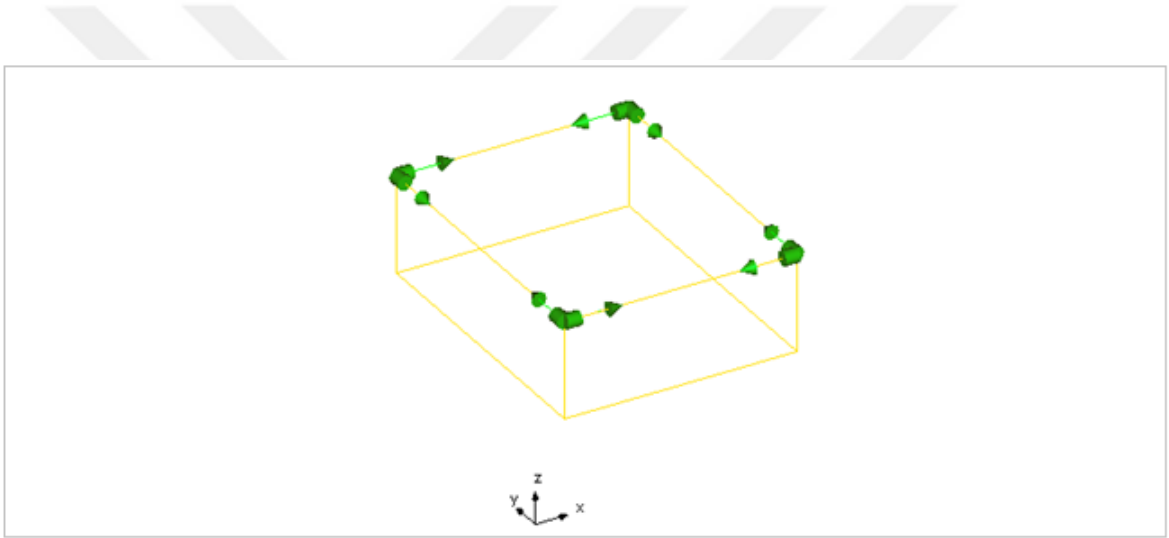
Restorasyon Sonrası

Dürbinar Mahallesi Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.48’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



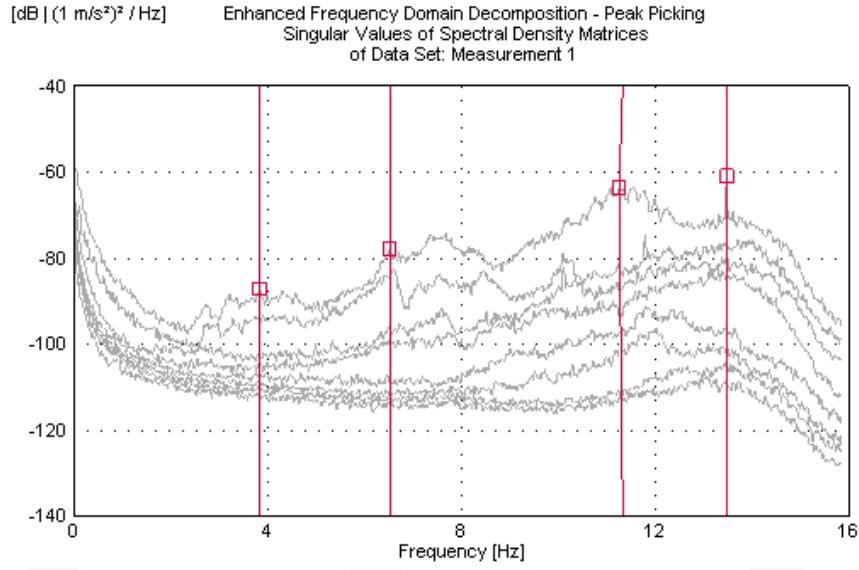
Şekil 2.48. Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.49’da verilmektedir.



Şekil 2.49. Dürbinar Camisindeki restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.50’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

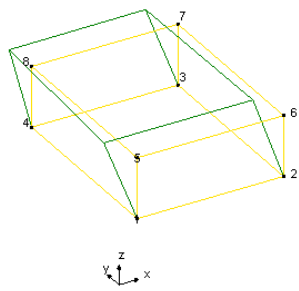


Şekil 2.50. Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

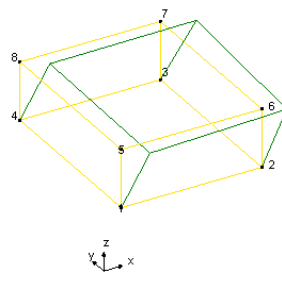
Tablo 2.8’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.51’de verilmektedir.

Tablo 2.8. Dürbinar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

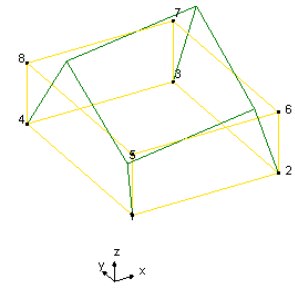
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.851	5.900
2	6.526	0.532
3	11.34	3.228



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.51. Dürbinar Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.4. Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Mahallesi Camii

Genel Bilgiler

Doğu Karadeniz Bölgesi klasik cami tiplerinden biri olan Işıklar Camii, 19. yüzyılın son dönemlerine ait bir yapıdır. Mazbut “Işıklar (İpsori) Köyü Camii Vakfi”na ait olan yapının temsili ve idaresi Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından yürütölmektedir. Eser tapuda Maçka Esiroğlu Mahallesi 254 ada 41 parselde kayıtlıdır. Yapı, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu’nun 22.02.2007 tarih ve 1011 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Şekil 2.52’de caminin uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 2.52. Işıklar Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

Cami ana mekânı kareye yakın planlıdır. Dıştan dışa 8.10m x 8.95m boyutlarında olan caminin son cemaat mekânı 2.60m uzunluğundadır. Düzgün kesme taş kaplı cephe duvarları ortalama 65 cm kalınlıkta olup, duvar iç kısmı moloz taş örgü karakterindedir. Caminin çatısı kırma çatı olup, üzeri kiremit ile örtölüdür. Çatı kuzey yönünde uzanarak dört adet ahşap direğe oturmaktadır. Camiye giriş kuzey cepheden yuvarlak kemerli taş söveli ahşap kapı ile sağlanmaktadır. Harimin solundan ahşap merdiven ile mahfil katına çıkılmaktadır. Tavanda iç içe geçmiş çokgenler ve ortada bitkisel motifle oluşturulmuş göbek yer almaktadır. Mihrabı taş, minberi ise ahşap işçiliklidir. Esere ilişkin restorasyon öncesi durumu gösterir fotoğraflar Şekil 2.53’te sunulmuştur.



Şekil 2.53. Işıklar Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

2015 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu İnş. Müh. Abdülaziz Bahadır'ın taahhüdü altında tamamlanan eserin onarım sonrası halini yansıtan fotoğrafları Şekil 2.54'te sunulmuştur.



Şekil 2.54. Işıklar Camisi restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda belirtilen imalatlar yapılmıştır:

- Caminin çatısının sac örtüsü kaldırılmış çatı içinde gerekli tahkimatlar yapılarak kiremit altı tahta kaplaması yapılmış ve üzerine su yalıtım örtüsü serilerek alaturka kiremit ile kaplanmıştır (Şekil 2.55).
- Çatı arasında tahta kaplama yapılmış ve üzerine cam yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır.



Şekil 2.55. Işıklar Camisi çatı imatları

- Yağlı boya kaplı ve çok büyük ölçüde çürümüş ahşap tavan sökülerek orijinal karakterinde ahşap olarak yenilenmiştir.
- Caminin orijinal olmayan ve çürümüş döşemesi yenilenmiştir.
- Pencere doğramaları ısı yalıtım detaylı olarak ahşap elemanlar ile yenilenmiştir.
- Cami beden duvarlarında yer alan çatlaklar dikiş, enjeksiyon ve kısmi söküm ve yapım teknikleri kullanılarak giderilmiştir.
- Cami tabanındaki oturmayı engellemek adına cami beden duvarları altını destekleyici şekilde betonarme temel takviyesi yapılmış ve bu yapıların önünde drenaj uygulaması gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.56).



Şekil 2.56. Işıklar Camisi temel takviye imatları

- Cami son cemaat mekanındaki eklenti duvarlar kaldırılmış, ahşap sütunlar ıslah edilerek korunmuştur.
- Son cemaat mekanında mozaik döşemenin altından çıkan doğal taşlar ıslah edilerek bırakılmıştır.
- Caminin çimento esaslı iç sıvası tamamen sökülerek horosan harç ile yeniden sıvanıp boyanmıştır (Şekil 2.57).

- Cami mahfilinin çürümüş elemanları ahşap olarak değiştirilmiş, mahfilin sonradan uzatılmış kısmı sökülerek orijinal boyutuna dönüştürülmüştür.
- Caminin beden duvarlarında ve sövelerinde yer alan çürümüş taşlar ve beton elemanlar çürütülerek doğal taş ile bu yüzeyler kaplanmıştır.
- Cephede kumlama yöntemi ile yüzey temizliği yapılmış ve derzler hidrolik kireçli harç ile yenilenmiştir.



Şekil 2.57. Işıklar Camisi cami içi imalatları

- Caminin oluk ve yağmur inişleri çekme galvanizli sacdan yenilenmiştir.
- Mihrap yağlı boyadan arındırılmış, bozuk taş ve derzler yenilenmiştir.
- Ahşap minberde bakım yapılmış ve korunmuştur.
- Orijinal olmayan kürsü yeni kürsü ile değiştirilmiştir.
- Eserde kullanılan tüm ahşaplar emprenye edilmiş olup, görünmeyen yüzeyler yalnız ahşap koruyucu ile görünen yüzeyler ise vernikli ahşap koruyucu sürülerek renklendirilmiştir.

Eserin onarım sonrası görüntüleri Şekil 2.58’de sunulmuştur.



Şekil 2.58. Işıklar Camisi restorasyon sonrası genel görüntüleri

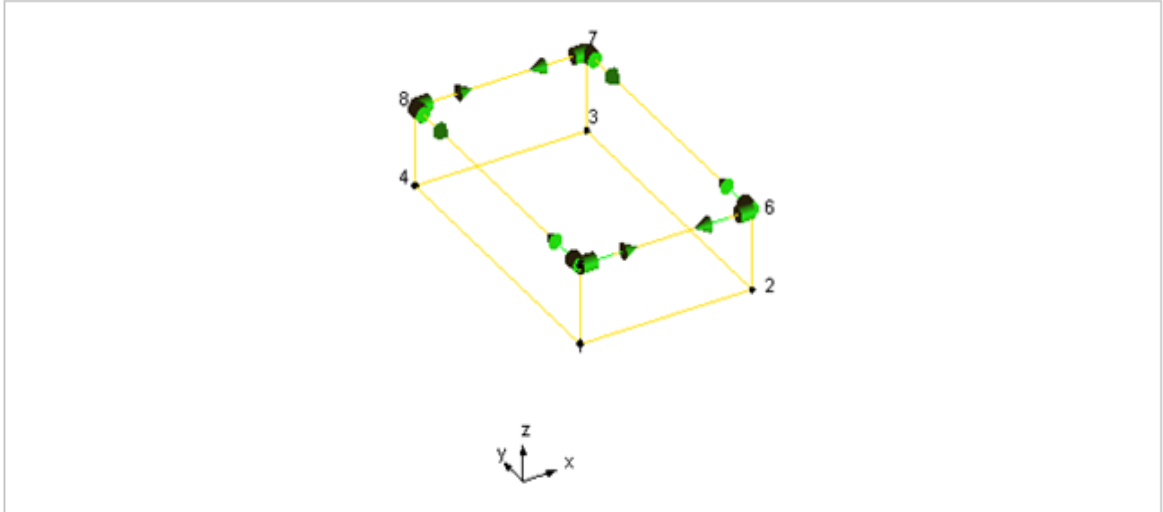
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Öncesi

Esiroğlu Işıklar Camisinde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümde toplam 8 adet ivmeölçerin yapının tüm köşe noktalarına yer eksenine paralel, kuzey güney ve doğu batı istikametinde monte edilmesi ile ölçüm alınmıştır. Ölçüm süresi 30 dakikadır. Bu ölçüm verileri değerlendirilerek yapının restorasyon öncesi dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil 2.59'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



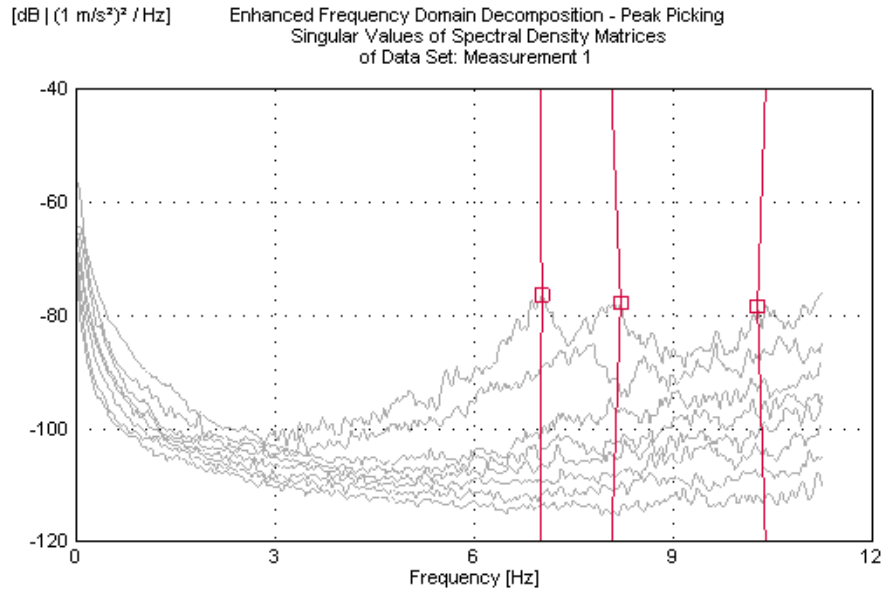
Şekil 2.59. Işıklar Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.60'da verilmektedir.



Şekil 2.60. Işıklar Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon öncesi durumuna ait alınmış ölçüm sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.61’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

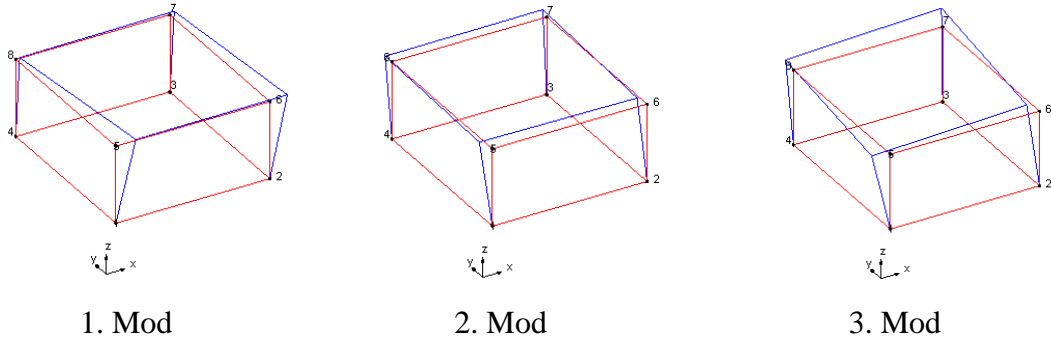


Şekil 2.61. Işıklar Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.9’da restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.62’de verilmektedir.

Tablo 2.9. Işıklar Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	7.003	2.061
2	8.080	2.015
3	10.400	1.100



Şekil 2.62. Işıklar Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

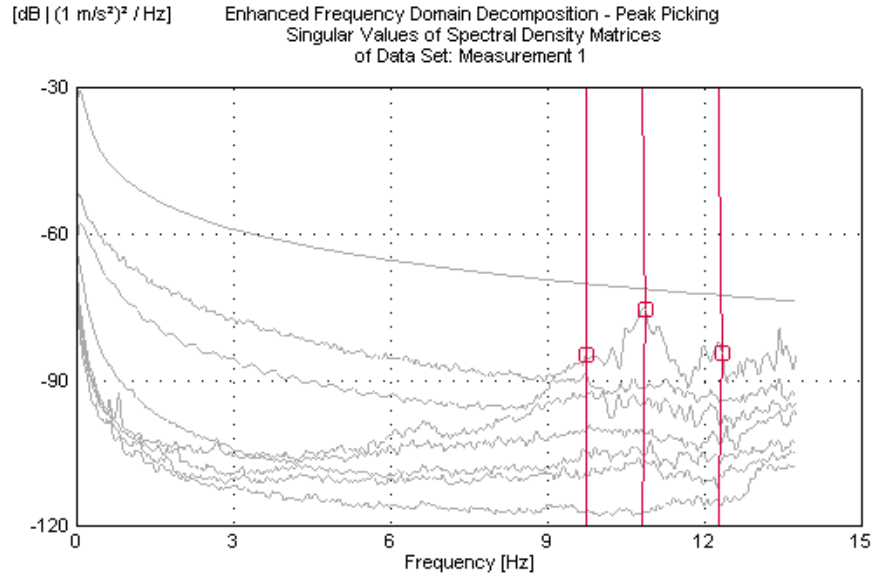
Restorasyon Sonrası

Esiroğlu Işıklar Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumda olduğu gibi 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.63'te ivmeölçer yerleşimi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.63. Işıklar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla restorasyon öncesi oluşturulan model (Şekil 2.60) kullanılmıştır. Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.64'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

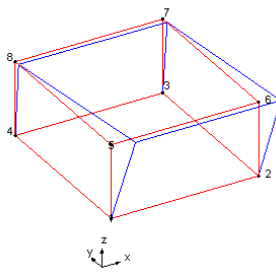


Şekil 2.64. Işıklar Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

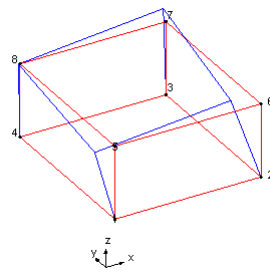
Tablo 2.10’da restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.65’te verilmektedir.

Tablo 2.10. Işıklar Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

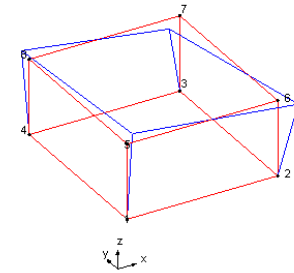
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	9.740	0.353
2	10.820	1.169
3	12.270	0.449



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.65. Işıklar Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.5. Rize Çayeli Hacıbaşı Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

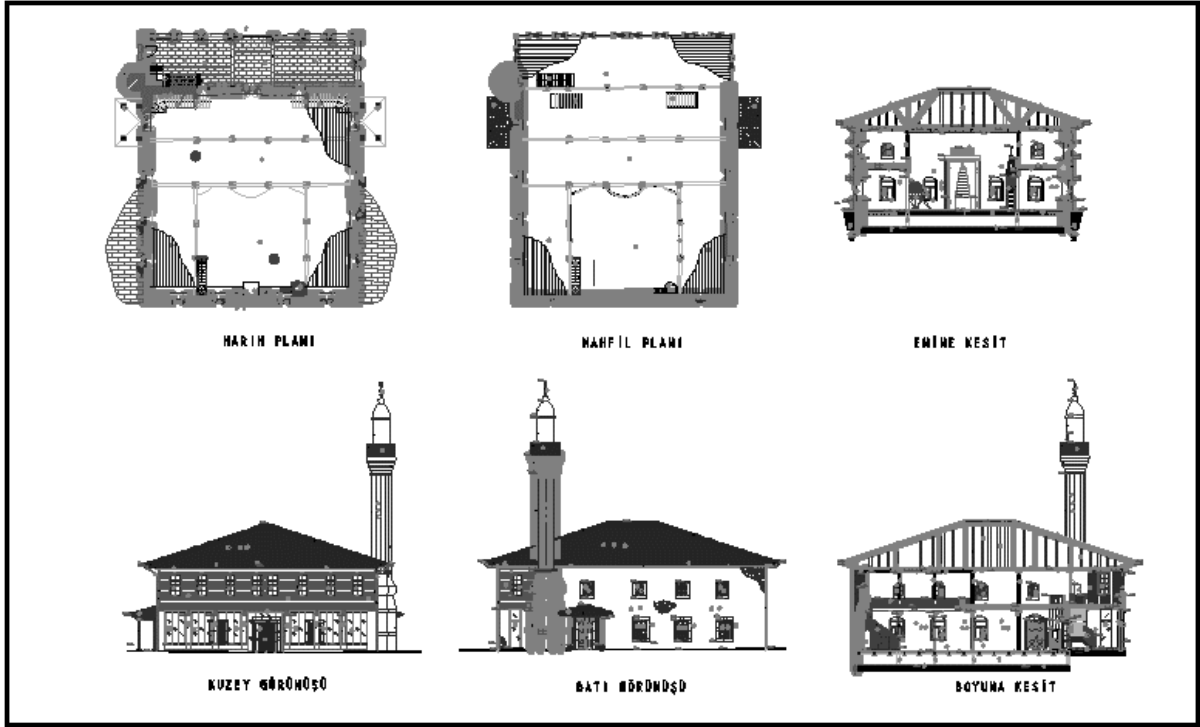
Hacıbaşı Camii, Rize ili Çayeli İlçesi Yenipazar Mahallesi 30 ada ve 24 parselde kayıtlıdır. Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait olan eser, kesin olmamakla birlikte kuzey kapının doğusundaki üç satırlık kitabeden hareketle 1708 yılına tarihlendirilmektedir (Ataman, 2013-a). Caminin giriş kapısının batısındaki bir diğerkitabede ise Hicri takvimle 1209 (Miladi 1793) tarihi yazılmaktadır. Bu tarihin muhtemel onarım tarihi olduğu değerlendirilmektedir.

Yapı, Trabzon Kùltür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 04.08.1998 tarih ve 2227 sayılı kararı ile taşınmaz kùltür varlığı olarak tescillenmiştir. Şekil 2.66'da yapının uydu görüntüsü yer almaktadır.



Şekil 2.66. Hacıbaşı Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Hacıbaşı Camisinin rölöve ve restorasyon projeleri 2014 yılında Dr. Mimar Mukaddes Ataman tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.67'de sunulmuştur. Cami, dıştan dışa 22.07mx17.84m boyutlarında ve ortalama 70cm kalınlığında moloz taş örgü beden duvarları ile teşkil edilmiş bir yapıdır.



Şekil 2.67. Hacıbaşı Camii harim kat planı, görünüş ve kesiti (Restorasyon Projesi, 2014)

Yöreye özgü moloz taş malzemeden yapılan cami, farklı dönemlerinde ki onarımlarda çeşitli müdahalelere maruz kalmıştır. Özellikle yapının kuzeyindeki son cemaat yeri 1950 sonrası önemli müdahaleler görmüştür. Bağdadi son cemaat üst kat mekanı ve açık olan son cemaat alt katı tamamen briket malzeme ile kapatılmıştır. Ayrıca minare ve dış cephe tamamen taş taklidi sıva ile kaplanmıştır. Şekil 2.68’te yapının restorasyondan önceki haline ilişkin fotoğraflar sunulmuştur.



Şekil 2.68. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Kuzey-güney yönde uzanan camiye kuzey, doğu ve batıdaki ahşap kapılardan girilmektedir. Asıl giriş olan kuzey bölümünde son cemaat yeri bulunmaktadır. Yapının

harim katı son cemaatin üstünü de kaplayan ve “U” şeklinde güney beden duvarına kadar uzanan şekilde tasarlanmıştır. Bu kata harim içinden iki, son cemaat içinden ise kadınların kullanımına yönelik olarak tasarlanmış bir adet dönerli ahşap merdiven ile çıkılmaktadır. Yapının ortasında çatıyı taşıyan çok sayıda sütunlar bulunmaktadır. Bu sütunlar mahfil katında da devam ederek çatının taşıyıcılığını duvarlar ile beraber üstlenmektedirler. Taş mihrabı yöresel örneklerinden farklı olarak ağırlıklı moloz taştan yapılmıştır. Minberi ise ahşap olup tezyinatlıdır. Yapı genel itibari ile tarihi nitelikli yöresel örneklerinin yanında boyut ve kapasite bakımından daha büyük olarak ön plana çıkmaktadır.

Batı cephede son cemaat yeri ile harim mekânın birleştiği bölümde yer alan minare, silindirik gövdeli ve tek şerefelidir. Minarenin kaidesi ve yedisekiz kısmı beden duvarlarına bitişik olup, saçak seviyesinden sonra ise silindirik gövde tek başına yükselmektedir. Minare içine giriş mahfil kattan sağlanmaktadır. Şerefe korkuluğu demir olup, külah taş malzemeden yapılmıştır. Minarenin yerden yüksekliği toplam 21.63m olup kaide genişliği 2.54 m’dir.

2014 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu Hasbahçe Restorasyon İnş. Ltd. Şti.’nin taahhüdü altında tamamlanan Hacıbaşı Camisi hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.69’da Hacıbaşı Camisinin restorasyon sürecine ait iç ve dış mekân görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.69. Hacıbaşı Camii restorasyonuna ait dış ve iç mekân görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2016 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında, camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Caminin çatısının kiremitleri toplanmış, ahşap çatı tümüyle kaldırılarak yeni ahşap çatı yapılmıştır. Ahşap çatının üzerine bitümlü kiremit altı levhası serilerek üzerine oluklu klasik kiremit döşenmiştir (Şekil 2.70).
- Caminin taşıyıcı kirişlerinden bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiş, bazı açıklıklar çelik profiller yardımıyla geçilmiştir.
- Çatı arasında döşeme üzerine 10cm kalınlıkta camyünü şilte serilmiştir.
- Cami saçak alın tahtaları sökülerek orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Saçak altı kirişlemelerinden bozuk olanlar yenilenmiştir.
- Çatıda, galvanizli çekme sacdan yağmur olukları ve iniş boruları yapılmıştır.



Şekil 2.70. Hacıbaşı Camii çatı imatları

- Caminin kuzeyinde yer alan son cemaat mekanında muhdes malzemedan oluşan bölücüler kaldırılmış, projesine göre üst kat ahşap iskeletli alt kat ise boş olarak düzenlenmiştir.
- Son cemaat mekânında ortaya çıkan taş sütunlara eklenti duvarlar yapılırken önemli ölçüde hasar verildiği, kare kesitlerin yuvarlatılarak duvarların eklendiği belirlenmiştir. Bu nedenle sütunlar orijinal malzeme ve karakterinde yeniden teşkil edilmiştir.
- Cami beden duvarlarında iç ve dış kısımda sıva raspası yapılmış, içerisi tekrar horosan harcı ile sıvanmış, dış duvarlar ise yüzey temizliği yapılarak derzleri açılmış ve yeniden derz yapılmıştır (Şekil 2.71).



Şekil 2.71. Hacıbaşı Camii cephe imalatları

- Pencere doğramaları sökülerek sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Çürümüş ve kurtlanmış ahşap tavan kaplaması sökülerek, orijinal örneğine göre çıtalı ahşap tavan kaplaması yapılmıştır. Kullanılabilir olan öğelerden bazıları bu süreçte tekrar tavanda kullanılmıştır.
- Ahşap döşeme sökülerek, sert ağaçtan kirişli ahşap döşeme olarak yenilenmiştir.
- Taş mihrap boyadan arındırılmış ve ıslah edilmiştir. Derzleri yenilenerek bozulmuş taşlar çürütülerek değiştirilmiştir.
- Ahşap minber boyadan arındırılmış ve ıslah edilmiştir.
- Sütunlar, korkuluklar ve ahşap süslemelerde yağlı boya raspası yapılmıştır.
- Mahfil katı taşıyıcı kirişleri ve döşemelerinin büyük çoğunluğunun boya raspası sonucu böceklenmiş olduğu ve çürümeye yüz tuttuğu anlaşılmış ve yenilenmiştir. Bu kata geniş açıklıkların salınımının rahatsız edici olmasından ötürü çelik elemanlar ile kiriş takviyeleri yapılarak rijitlik sağlanmıştır (Şekil 2.72).
- Ahşap merdivenler projesine ve orijinal örneğine göre yenilenmiştir.



Şekil 2.72. Hacıbaşı Camii harim ve son cemaat ahşap kargas sistemi

- Minarede sıva raspaşı yapılmış çürüyen taşlar değiştirilmiş, derz tamiratları yapılmıştır.
- Minareye sıva tutturulması için önemli ölçüde tırtıklanan taş yüzeylerin dokusunun daha düzgün hale getirilmesi için yüzeyinde taraklama ve temizlik işlemleri yapılmış ve su itici malzeme sürülmüştür (Şekil 2.73).
- Minarenin şebeke korkuluğu tamir edilmiş ve boyanarak korunmuştur.
- Şerefe ve minare giriş kapıları yenilenmiştir.

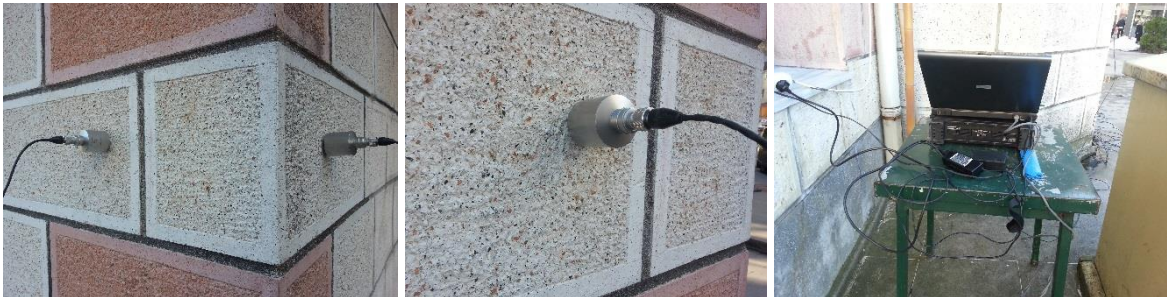


Şekil 2.73. Hacıbaşı Camii minare imalatları

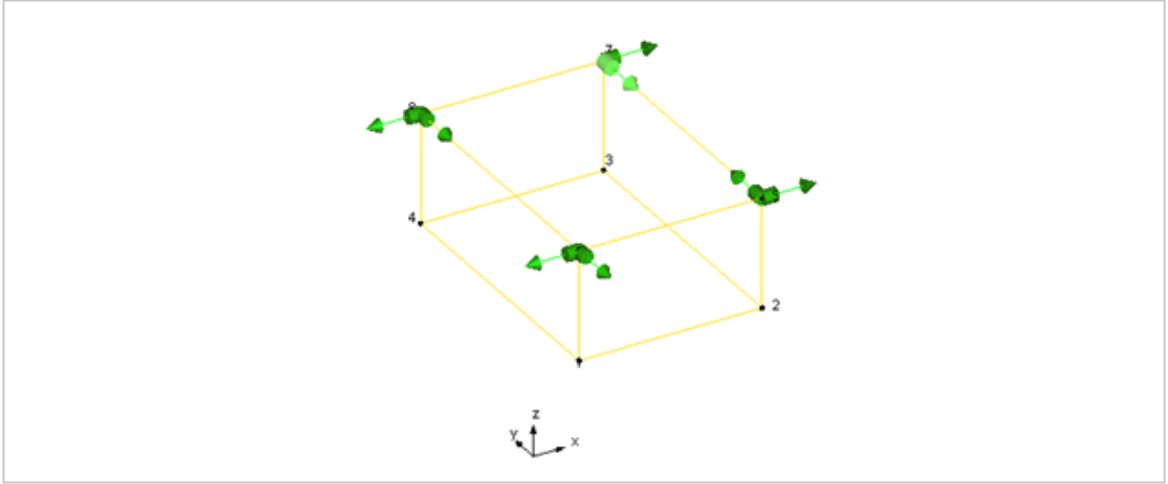
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Hacıbaşı Camisinde gerçekleştirilen ölçümler beden duvarlarında üst köşe noktalarına yatay yönlerde yerleştirilen 8 adet ivmeölçer yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.74). Bu şekilde yerleştirilen ivmeölçerlerden 30 dakikalık ölçümler alınmıştır. İvmeölçer yerleşimlerinin şematik gösterimi Şekil 2.75'te sunulmuştur.

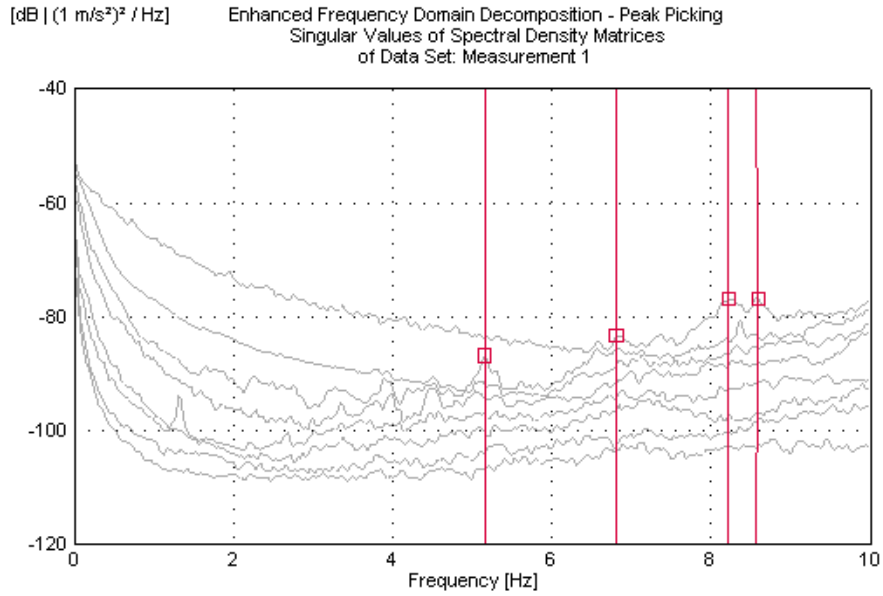


Şekil 2.74. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.75. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili modeli ve ivmeölçer yerleşimi

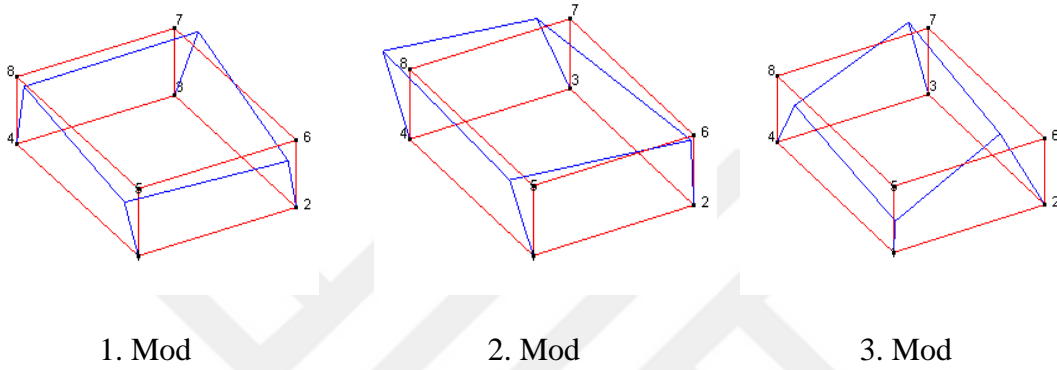
Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.76’da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.11’de caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.77’te verilmektedir.



Şekil 2.76. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.11. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.158	0.517
2	6.807	0.523
3	8.221	1.101



Şekil 2.77. Hacıbaşı Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

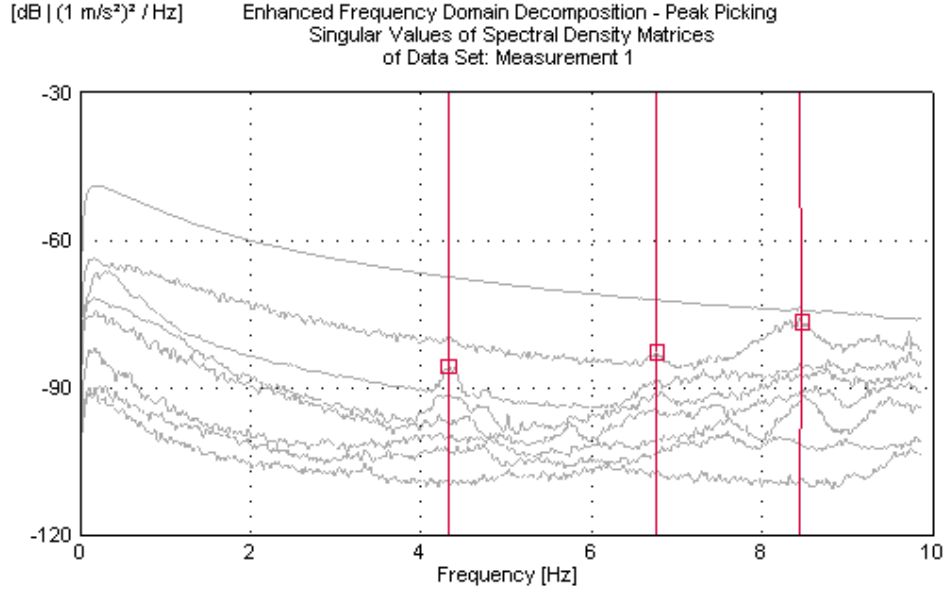
Restorasyon Sonrası

Hacıbaşı Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumda olduğu gibi 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.78’de ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.78. Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla restorasyon öncesi oluşturulan model (Şekil 2.75) kullanılmıştır. Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.79’da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

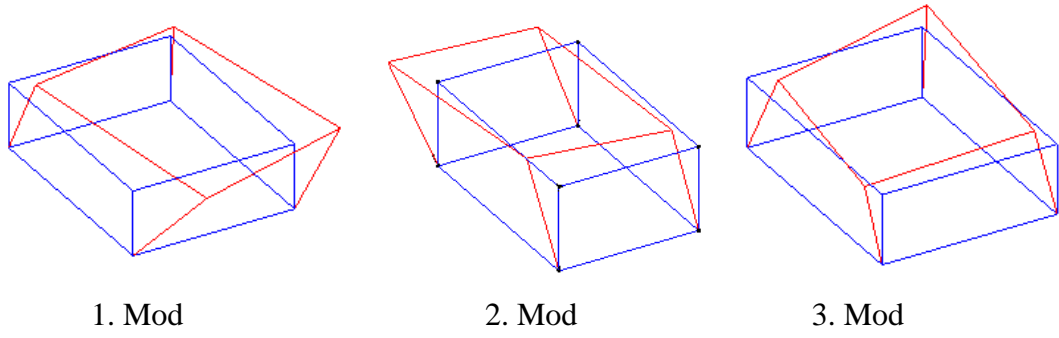


Şekil 2.79. Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.12’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.80’de verilmektedir.

Tablo 2.12. Hacıbaşı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.337	1.733
2	6.749	2.036
3	8.435	1.043



Şekil 2.80. Hacıbaşı Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

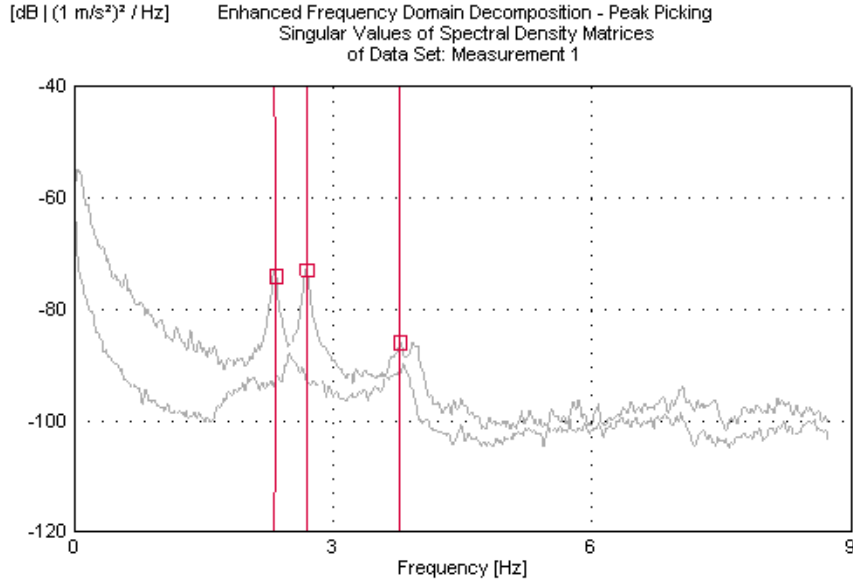
Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Hacıbaşı Camisi minaresinde merdiven çekirdeğine birbirine dik doğrultuda yerleştirilen (kuzey ve batı istikametinde) 2 adet tek eksenli ivmeölçerler yardımı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm düzeneğinin ve ivmeölçerin yerleşim fotoğrafları Şekil 2.81’de, spektrum grafiği ise Şekil 2.82’de sunulmuştur. Tablo 2.13’te restorasyon öncesi durum için minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.81. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.82. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.13. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.322	1.213
2	2.691	1.163
3	3.776	0.917

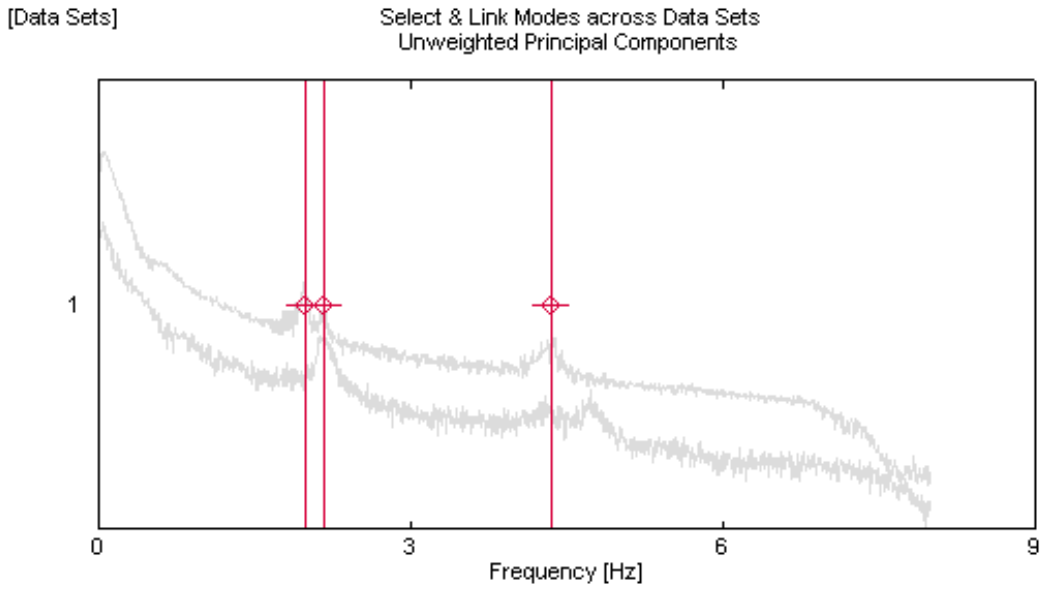
Restorasyon Sonrası

Restorasyon sonrası minarede doğal frekans ve sönüm oranlarının belirlenmesi amacıyla iki adet ivmeölçer yardımı ile ölçüm yapılmıştır. İvmeölçerler minarenin taş basamağının çekirdeğine doğu-batı istikametinde yerleştirilmiş ve 30 dakikalık ölçüm gerçekleştirilmiştir. Restorasyon sonrası ölçüme ilişkin fotoğraflar Şekil 2.83'te sunulmuştur.



Şekil 2.83. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde Stokastik Altalan Belirleme (SAB) Yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlere ilişkin spektrum grafiği Şekil 2.84’te, elde edilen frekans ve sönüm oranı değerleri ise Tablo 2.14’te sunulmuştur.



Şekil 2.84. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.14. Hacıbaşı Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	SAB Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.988	1.501
2	2.171	1.204
3	4.355	2.313

2.1.6. Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Rize ili Ardeşen ilçesi Pirinçlik Köyünde yer alan cami küçük ölçekli bir köy mescididir. 1886 yılında inşa edilmiş caminin banisi bilinmemektedir. Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait olan eser, tapuda Rize ili Ardeşen İlçesi Pirinçlik Köyü 114 ada 81 parselde kayıtlıdır. Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 17.05.1991 tarih ve 1013 sayılı kararı ile tescillenmiş eserin uydu görüntüsü Şekil 2.85'te sunulmuştur.



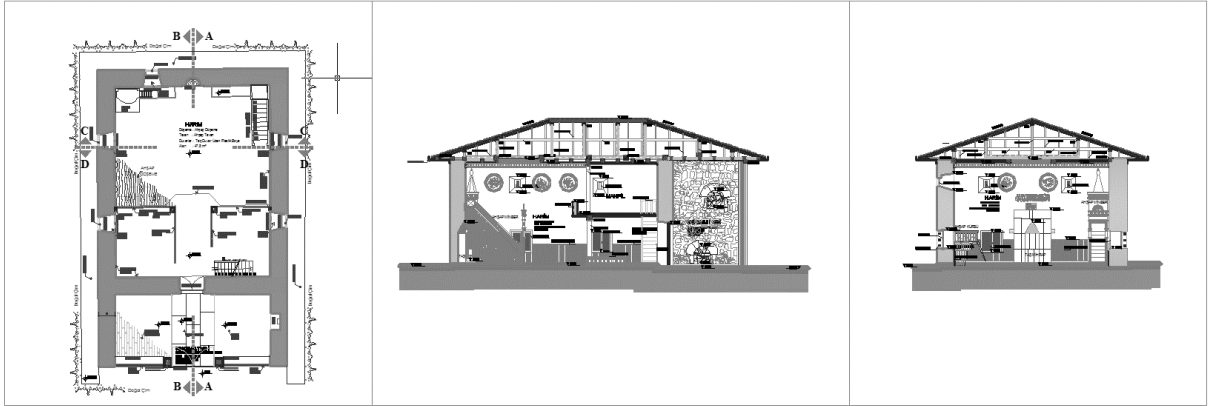
Şekil 2.85. Pirinçlik Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

Dikdörtgen planlı, kırma çatılı cami kaba yonu taş malzeme ile inşa edilmiştir. Eser dıştan dışa 7.62m x 8.97m ebatlarında olup, son cemaat mekânının uzunluğu 2.90m'dir. Taş duvar kalınlığı ortalama 68cm'dir. Kırma çatılı geniş ahşap saçaklı yapının üzeri alaturka kiremit ile kaplıdır. Küçük pencereleri ile aydınlatma konusunda benzer örneklerinden daha karanlık bir iç mekâna sahip olan yapıya son restorasyonda Koruma Kurulu Kararı ile onaylı projeleri doğrultusunda ahşap bir minare eklenmiştir. Minarenin taş kaidesi 2.55m yüksekliğinde olup, toplam yükseklik 11.45m, kaide genişliği ise 1.90m'dir. Esere ilişkin onarım öncesi fotoğraflar Şekil 2.86'da sunulmuştur.



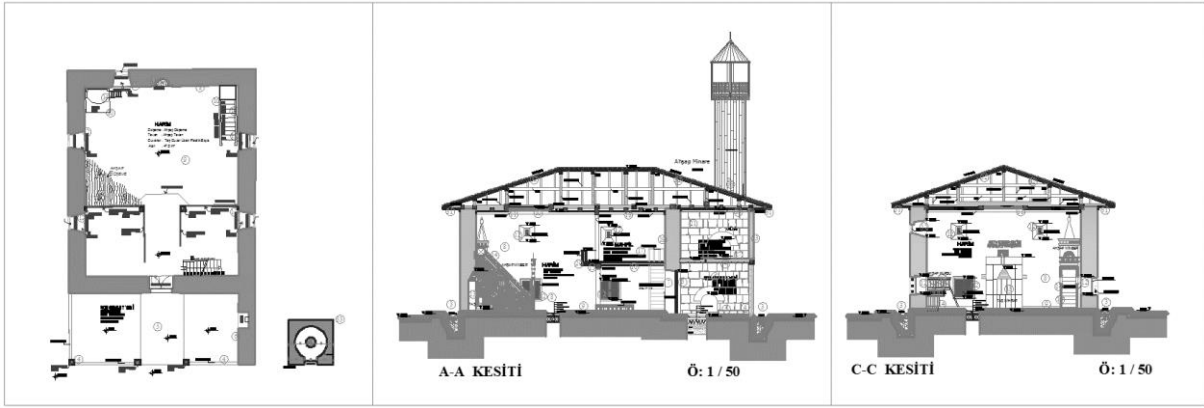
Şekil 2.86. Pirinçlik Camisine ait onarım öncesi dış ve iç mekân görüntüleri

Caminin rölöve ve restorasyon projeleri 2011 yılında Zan Mimarlık tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon öncesi durumunu gösterir rölöve çiziminden bir kısmı Şekil 2.87'de sunulmuştur.



Şekil 2.87. Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi plan ve kesitleri (Rölöve, 2011)

2015 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu Mimar Kemal Bektaş'ın taahhüdü altında tamamlanan eserin, onarım sonrası halini yansıtan restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.88'de sunulmuştur. Cami hali hazırda ibadete açıktır. Eserin onarım sonrasına ait fotoğrafları Şekil 2.89'da sunulmuştur.



Şekil 2.88. Pirinçlik Camisi plan ve kesitleri (Restorasyon projesi, 2011)



Şekil 2.89. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrasına ait görüntüler

Restorasyon Uygulamaları

Restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda belirtilen imalatlar yapılmıştır:

- Caminin çatısının kiremit örtüsü kaldırılmış çatı içinde gerekli tahkimatlar yapılarak kiremit altı tahta kaplaması yapılmış, üzerine su yalıtım örtüsü serilerek alaturka kiremit ile kaplanmıştır (Şekil 2.90).
- Çatı arasında tahta kaplama yapılmış ve üzerine cam yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır.
- Ahşap tavanın çürümüş kısımları sökülerek orijinal karakterinde ahşap olarak yenilenmiştir.



Şekil 2.90. Pirinçlik Camisi çatı onarımına ilişkin görüntüler

- Caminin orijinal olmayan ve çürümüş döşemesi yenilenmiştir.
- Pencere doğramaları ısı yalıtım detaylı olarak ahşap elemanlar ile yenilenmiştir.
- Cami çevresinde drenaj uygulaması yapılmıştır.
- Cami son cemaat mekânı projesine göre yeniden inşa edilmiştir.
- Caminin çimento esaslı iç sıvası tamamen sökülerek horosan harç ile yeniden sıvanıp boyanmıştır.
- Cami mahfilinin çürümüş elemanları ahşap olarak değiştirilmiştir.
- Caminin beden duvarlarında ve sövelerinde yer alan çürümüş taşlar çürütülerek doğal taş ile bu çürütmeler kaplanmıştır (Şekil 2.91).



Şekil 2.91. Pirinçlik Camisi cephe imalatlarına ilişkin görüntüler

- Cephede kumlama yöntemi ile yüzey temizliği yapılmış ve derzler yenilenmiştir.
- Caminin oluk ve yağmur inişleri çekme renkli galvanizli sacdan yenilenmiştir.
- Ahşap minberde bakım yapılmış ve korunmuştur.
- Orijinal olmayan kürsü yeni kürsü ile değiştirilmiştir.
- Eserin kuzeybatısına taş kaide üzerine ahşap minare yapılmıştır (Şekil 2.92).

- Eserde kullanılan tüm ahşaplar emprenye edilmiş olup, görünmeyen yüzeyler yalnız ahşap koruyucu ile, görünen yüzeyler ise vernikli ahşap koruyucu sürülerek renklendirilmiştir.



Şekil 2.92. Pirinçlik Camisi Minaresinin yapımına ilişkin görüntüler

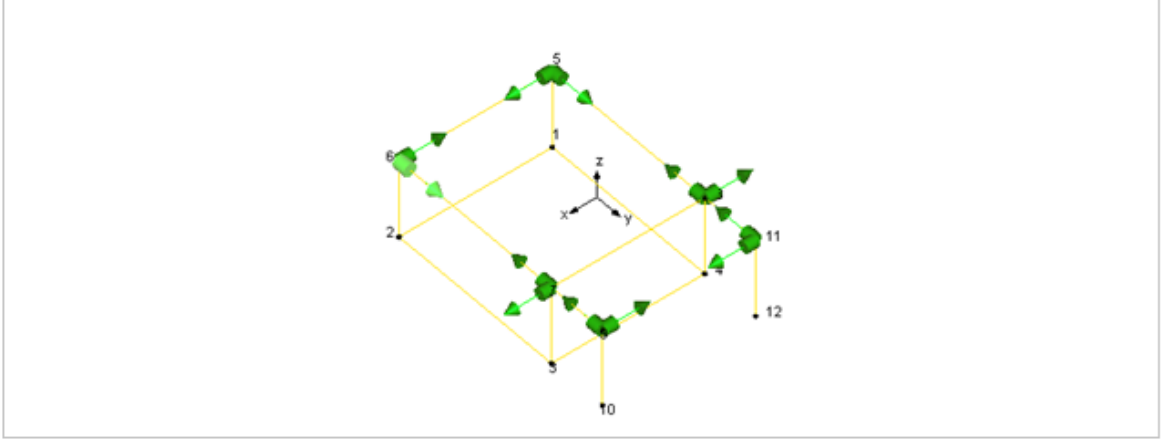
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Öncesi

Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisinde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümde toplam 12 adet ivmeölçerin yapının harim köşe noktalarına ve son cemaat duvarlarının uçlarına, yer eksenine paralel, kuzey güney ve doğu batı istikametinde monte edilmesi ile ölçüm alınmıştır. Ölçüm süresi 30 dakikadır. Şekil 2.93’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



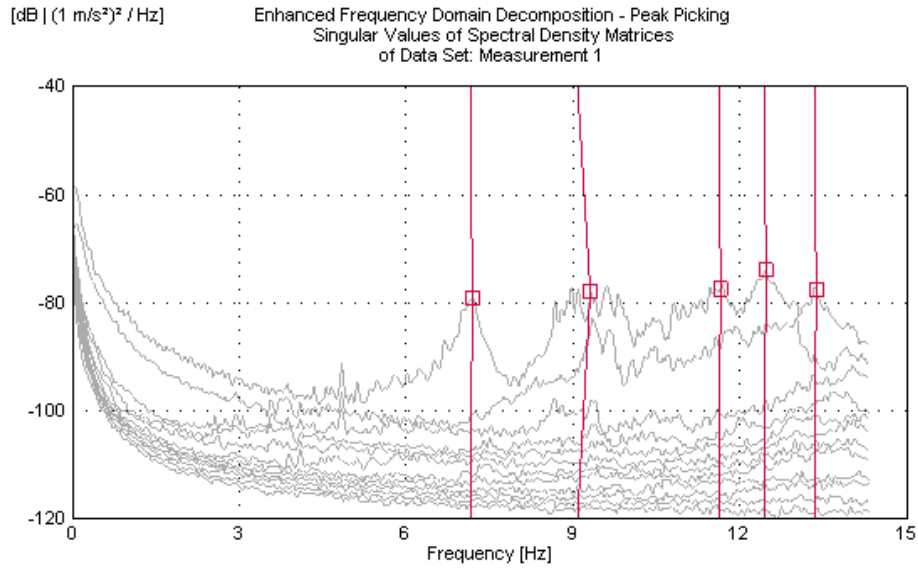
Şekil 2.93. Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.94’te verilmektedir.



Şekil 2.94. Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili modeli ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon öncesi durumuna ait alınmış ölçüm sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.95’te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

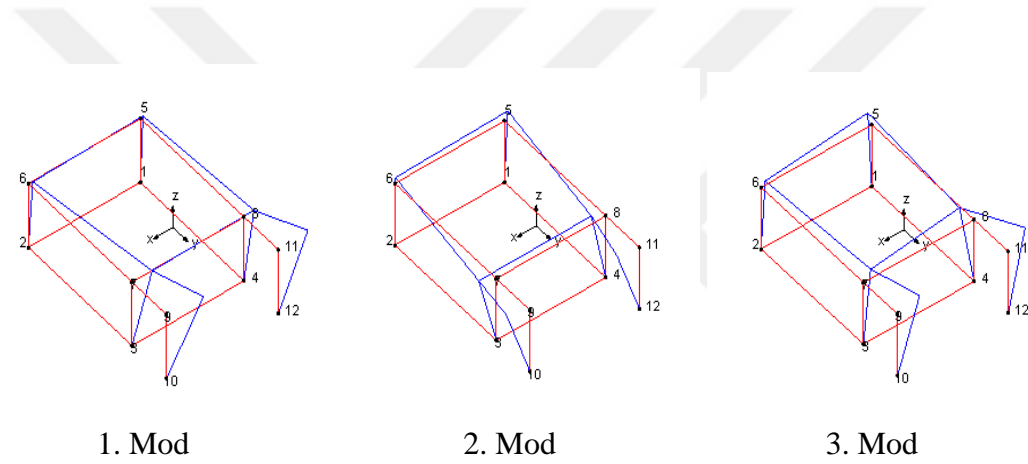


Şekil 2.95. Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.15'te ise restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.96'da verilmektedir.

Tablo 2.15. Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	7.170	1.733
2	9.084	0.656
3	11.630	1.192



Şekil 2.96.Pirinçlik Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

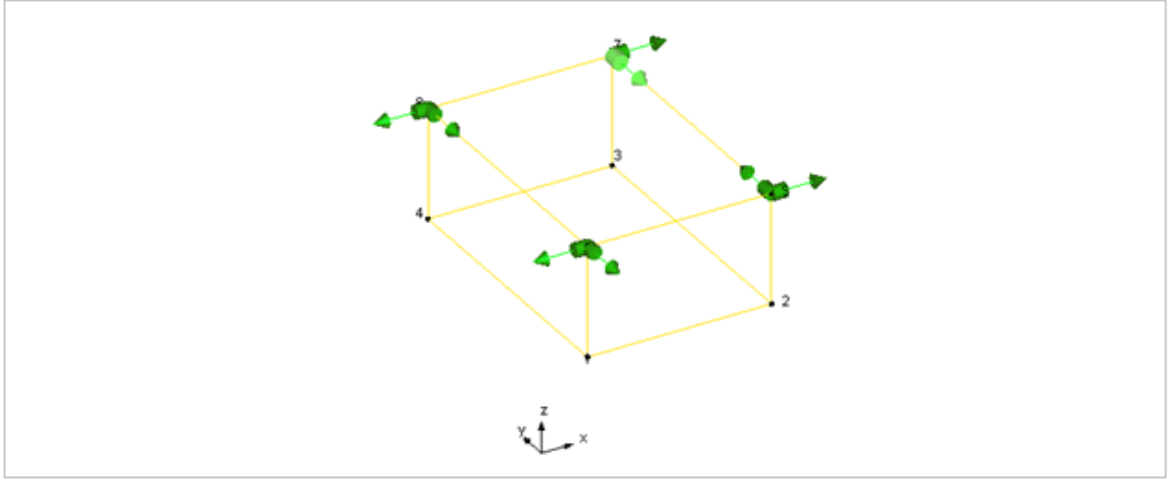
Restorasyon Sonrası

Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumdan farklı olarak 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.97'de ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



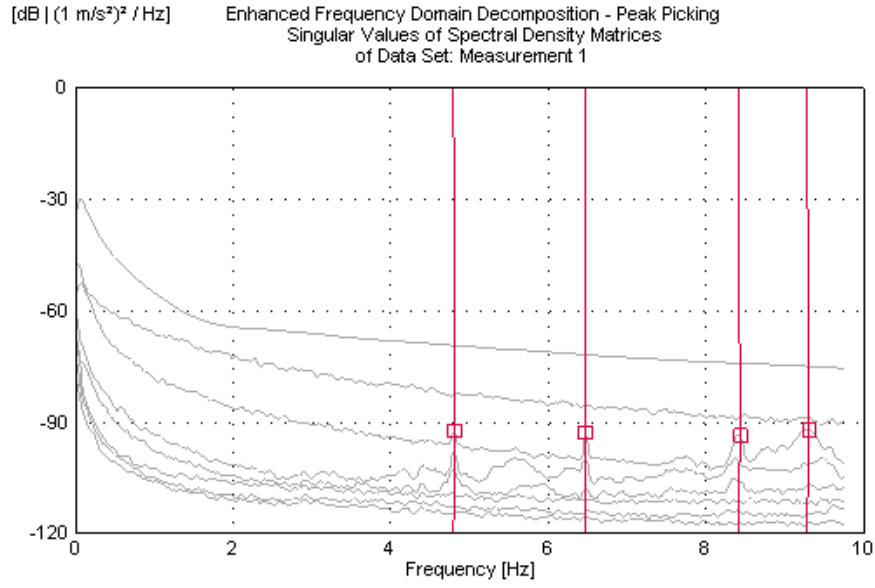
Şekil 2.97. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla oluşturulan model Şekil 2.98’de sunulmuştur.



Şekil 2.98. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası temsili modeli ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.99’da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

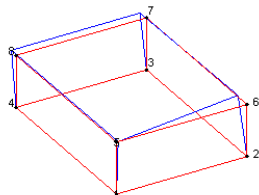


Şekil 2.99. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

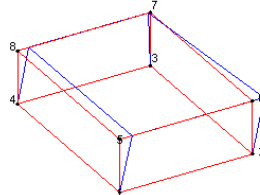
Tablo 2.16’da ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.100’de verilmektedir.

Tablo 2.16. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

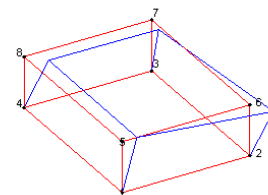
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.800	0.370
2	6.476	0.317
3	8.409	0.317



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.100. Pirinçlik Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

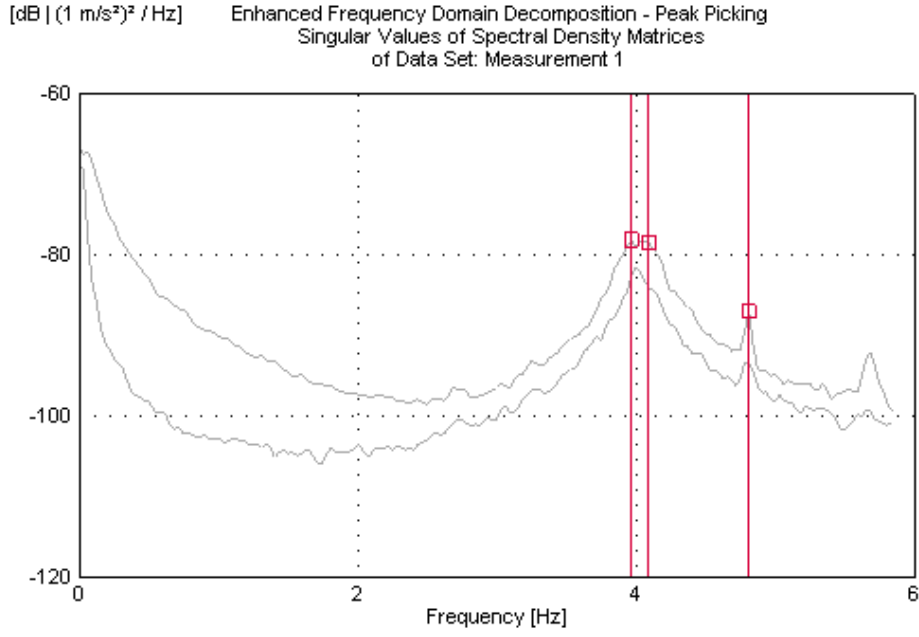
Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Sonrası

Doğal taş kaide üzerine çelik takviyeli ahşap karkastan inşa edilmiş Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii Minaresinin doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Şekil 2.101’de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.101. Pirinçlik Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin yapımı sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.102). Tablo 2.17’de ise yeniden inşa edilen minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.102. Pirinçlik Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.17. Pirinçlik Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekansı ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.969	1.365
2	4.084	1.149
3	4.809	0.462

2.1.7. Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Hopa, Artvin iline bağlı Türkiye'nin kuzeydoğu köşesinde Gürcistan sınırında yer alan bir sahil ilçesidir. Türkiye-Gürcistan gümrük kapısı olan Sarp Sınır Kapısı Hopa ilçesinde bulunmaktadır. Sundura Mahallesi, Hopa'nın merkezinde olan ve ilçe stadyumu ile çeşitli okulları da içeren önemli bir mahalledir. 19. yüzyılda inşa edildiği tahmin edilen Sundura Mahallesi Camii yıllar itibariyle çeşitli müdahaleler görmüş olup, Doğu Karadeniz Bölgesinin klasik ahşap çatılı cami tipinin bir örneğidir.

Hopa Sundura Camii, Artvin Hopa Sundura Mahallesi 227 ada 4 parselde yer almaktadır. Eserin doğusunda küçük bir dere, batısında yol, güney ve kuzeyinde mezarlık bulunmaktadır. Yapının uydu görüntüsü Şekil 2.103'te verilmektedir.



Şekil 2.103. Sundura Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Hopa Sundura Mahallesi Camisi, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 19.12.2008 tarih ve 1915 numaralı karar ile korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir. Kurul 23.03.2011 tarih ve 3282 numaralı karar ile koruma grubunun I olduğuna karar vermiştir. Camiye ait restorasyon öncesi görüntüler Şekil 2.104'de verilmektedir.

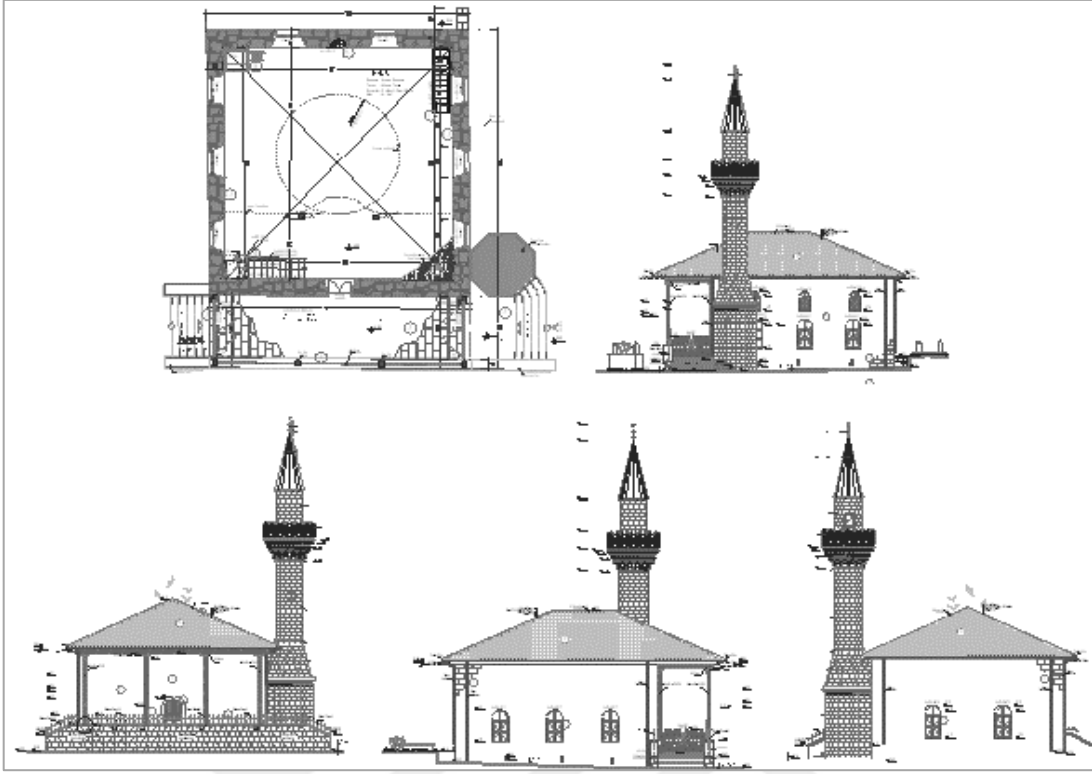


Şekil 2.104. Sundura Camisinin restorasyon öncesi görüntüleri

Eserin kim tarafından yaptırıldığı bilinmemekle birlikte 19. yüzyılda yapıldığı tahmin edilmektedir. Yapı dönem dönem çeşitli müdahaleler görmüş olup, 1960'lı yıllarda yapılan onarım sırasında son cemaat kısmı betonarme olarak kapatılmış ve beton briket minare yapılmıştır. Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2012 yılında gerçekleştirilen onarım kapsamında Koruma Kurulu onaylı projesine göre yapı

eklentilerinden arındırılmış ve minaresi geleneksel yapım tekniği ile doğal taştan yaptırılmıştır.

Caminin harimi ortalama 65 cm kalınlıkta moloz taş duvardan kare olarak planlanmıştır. Ana ibadet mekanı dıştan dışa 10.16m x 10.57m boyutlarında olup, son cemaat mekanı 2.91m uzunluğundadır. Kiremit kaplı ahşap çatının içinde gizli kubbe bulunmaktadır. Kubbenin iç iskeleti ahşap olup kaplaması bağdadi sıvalı; tavanın geri kalan kısmı ise çitalı ahşap tavadır. Eserin iç duvarları sıvalı ve boyalı, mihrabı taş minber ve kürsüsü ahşaptır. Ahşap mahfil katına caminin içinden ve doğusunda yapılan merdiven ile çıkılmaktadır. Eserin restorasyon sürecinde sıvalı dış cephesinin sıvaları raspa edildiğinde pencere sövelerinin ateş tuğlasından yapılmış olduğu ve önemli derecede doku ve malzeme kaybına uğradığı belirlenmiştir. Onarım esnasında bu sövelerde de restorasyonlar yapılmış ve yapının dış cephesi derzlenerek orijinal taş haliyle bırakılmıştır. Son cemaat mekânı onarımdan sonra orijinal şekli ile açık hale getirilmiş ve geleneksel yapım tekniğine uygun olarak kesme taştan yığma minare yapılmıştır. Sekizgen kaideli, farisili gövdeli, tek şerefeli ve konik külahlı minarenin ahşap olan külah kısmı kurşunla kaplanmıştır. Minarenin yerden yüksekliği 17.73m olup, kaide genişliği 2.56m'dir. Eserin projeleri Mimar Ali Kemal Gün tarafından hazırlanmış ve restorasyonu Mimar Kemal Bektaş tarafından gerçekleştirilmiştir. Eserin kat planı ve görüşlerini içeren restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.105'te sunulmuştur.



Şekil 2.105. Sundura Camisi kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2011)

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2012 yılında restorasyonu tamamlanan eser, hali hazırda ibadete açıktır. Şekil 2.106'da Sundura Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.106. Sundura Camisi restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2012 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Eklenti son cemaat mekânı yıkılarak yapı arındırılmış, projesi doğrultusunda ahşap iskeletli son cemaat mekânı yapılmıştır.
- Beton briketten yapılan minare yıkılmıştır.
- Çatı kaplaması kaldırılmış, çatıda tahkimat yapılarak üst örtü su ve ısı yalıtımı yapılarak yenilenmiştir. Gizli kubbeyi taşıyan ahşap kirişlere çelik takviyeler yapılmış ve çatı taşıyıcıları takviye edilmiştir (Şekil 2.107).
- Eserin çürümüş ahşap döşeme, tavan kaplaması ve doğramaları yenilenmiştir.
- Mihrap, minber ve giriş kapısı yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal taş ve ahşap öğeler ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 2.107. Sundura Camisi restorasyonuna ait görüntüler

- Cami iç sıvası horasan sıva ile yenilenmiştir.
- Cami dış cephe sıvaları sökülmüş, derzlenerek orijinal taş doku ortaya çıkarılmıştır.
- Dış sıvanın sökümü neticesinde ortaya çıkan tuğla sövelerin bakımı ve derzi yapılmış, tamamen bozulmuş olanlar yenilenmiştir.
- Geleneksel yapım tekniği ile kesme taştan yığma minare yapılmıştır (Şekil 2.108).

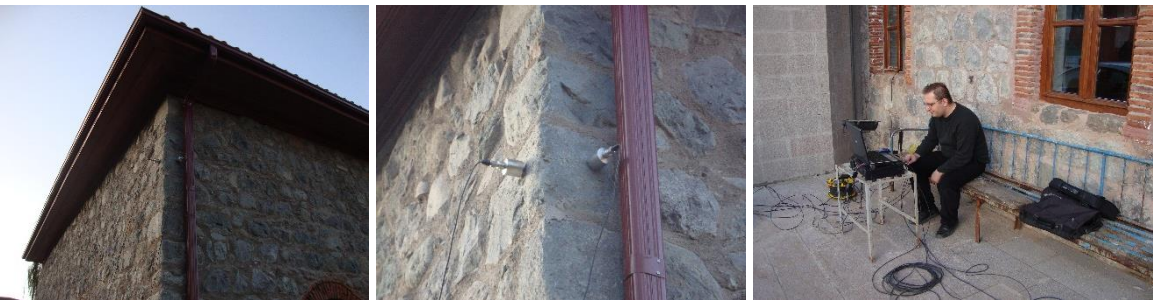


Şekil 2.108. Sundura Camisi Minaresinin yapımına ait görüntüler

Caminin Çevresel Titreşim Testi

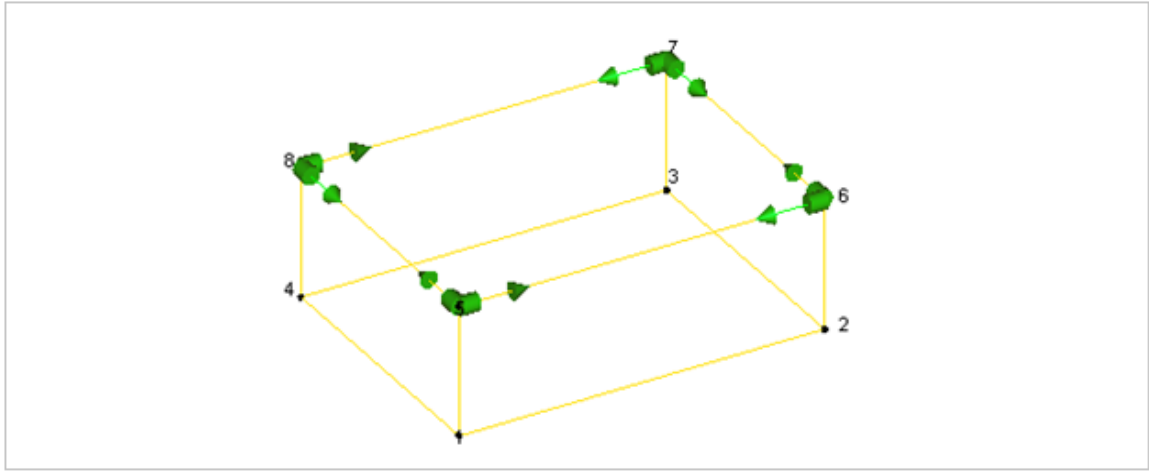
Restorasyon Sonrası

Hopa Sundura Mahallesi Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.109'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



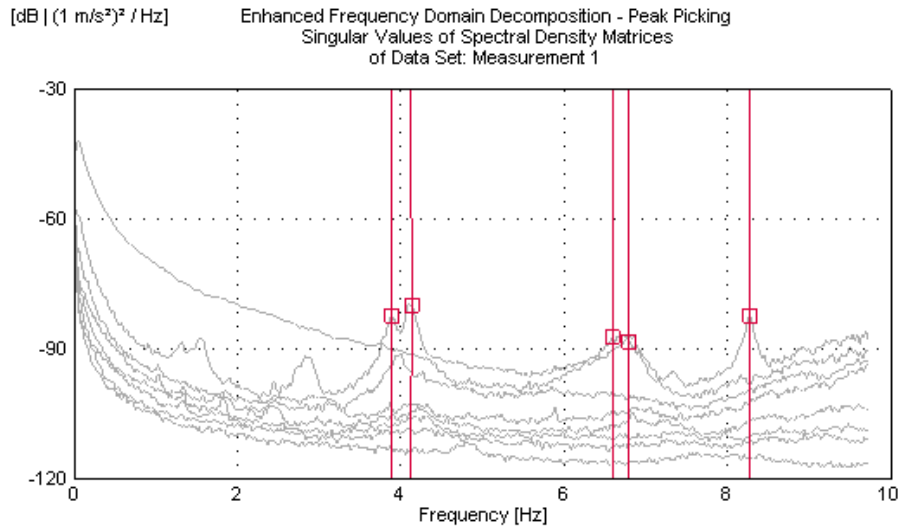
Şekil 2.109. Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.110'da verilmektedir.



Şekil 2.110. Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin dış gövde duvarlarından 60 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.111’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

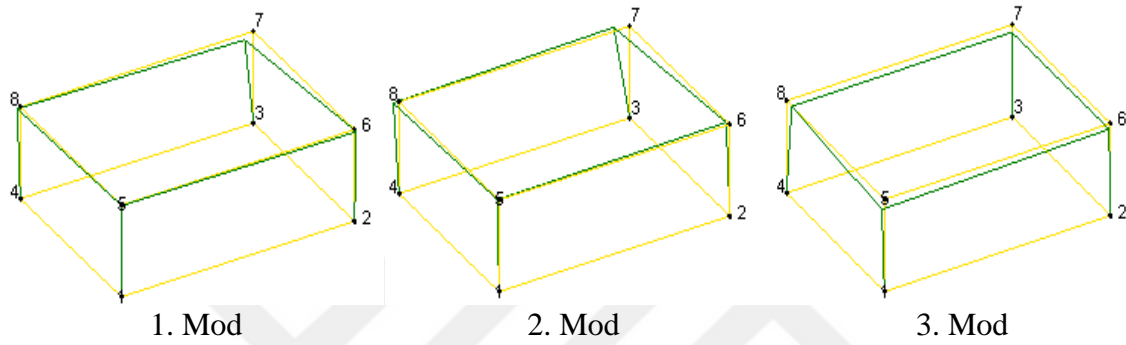


Şekil 2.111. Sundura Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.18’de restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.112’de verilmektedir.

Tablo 2.18. Sundura Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.910	2.163
2	4.129	1.317
3	6.701	0.635



Şekil 2.112. Sundura Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi

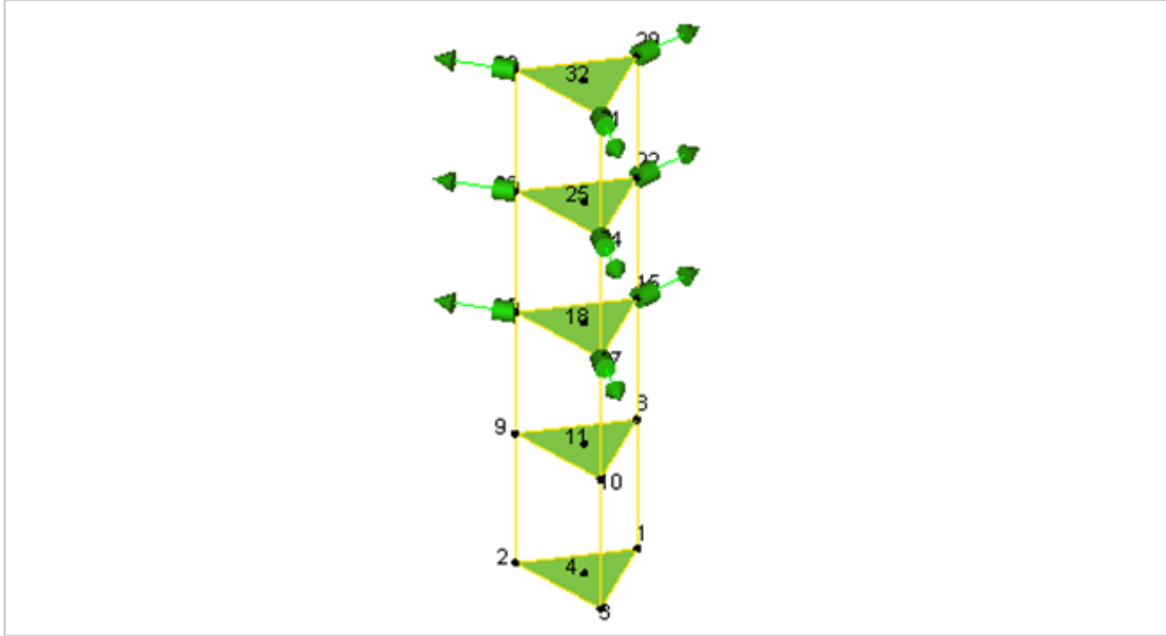
Restorasyon Sonrası

Hopa Sundura Mahallesi Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 12 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçecek şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.113’de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.

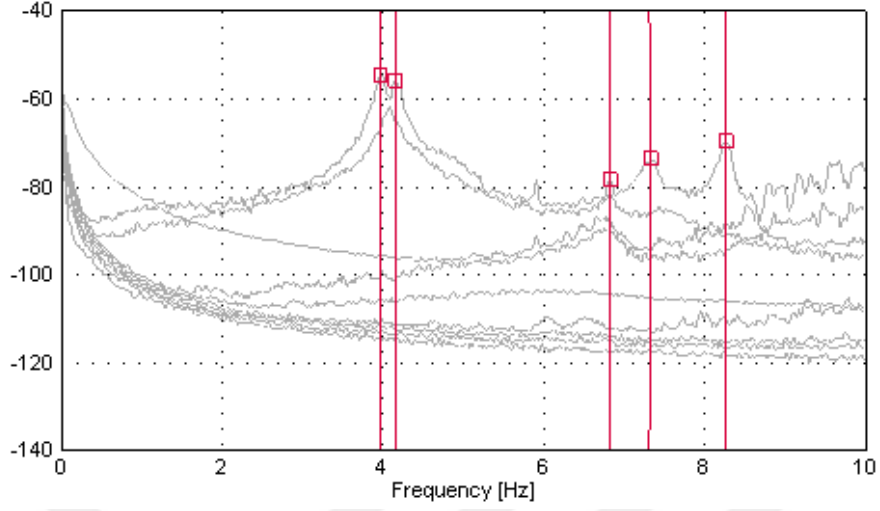


Şekil 2.113. Sundura Camisi Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla minareyi temsilen bir model oluşturulmuştur. Bu temsili model Şekil 2.114’te verilmektedir.



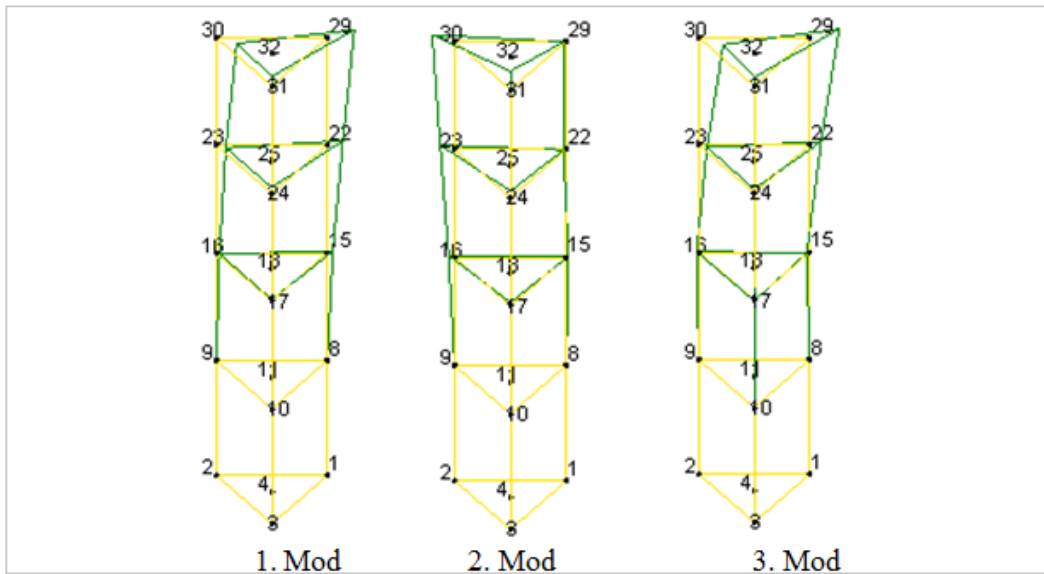
[dB | (1 m/s²)² / Hz] Enhanced Frequency Domain Decomposition - Peak Picking
Singular Values of Spectral Density Matrices
of Data Set: Measurement 1



Şekil 2.115. Sundura Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.19. Sundura Camii Minaresi yapım sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.980	1.233
2	4.158	0.734
3	6.815	0.364



Şekil 2.116. Sundura Camii Minaresi yapım sonrası ilk üç mod şekli

2.1.8. Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii, Doğu Karadeniz Bölgesinin klasik ahşap çatılı cami tipindedir. Tavan işlemelerinin estetiğinden dolayı Tavanlı Camii olarak isimlendirilmiştir. Tavanlı Camii, Gazipaşa Mahallesi 245 ada 2 parselde yer almaktadır. Eserin doğusunda ve kuzeyinden yol geçmekte olup, batısında ve güneyinde mezarlık bulunmaktadır. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 14.12.1974 tarihli kararı ile tescillenen yapının uydu görüntüsü Şekil 2.117’de verilmektedir.



Şekil 2.117. Tavanlı Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti mazbut Ketencizade Mehmet Efendi Vakfına ait Tavanlı Camisi, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunun 438 nolu envanter numarası ve 445 sıra numarası ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillidir (Özen vd., 2010). Şekil 2.118’de caminin restorasyondan önceki durumuna ait fotoğraflar sunulmaktadır.



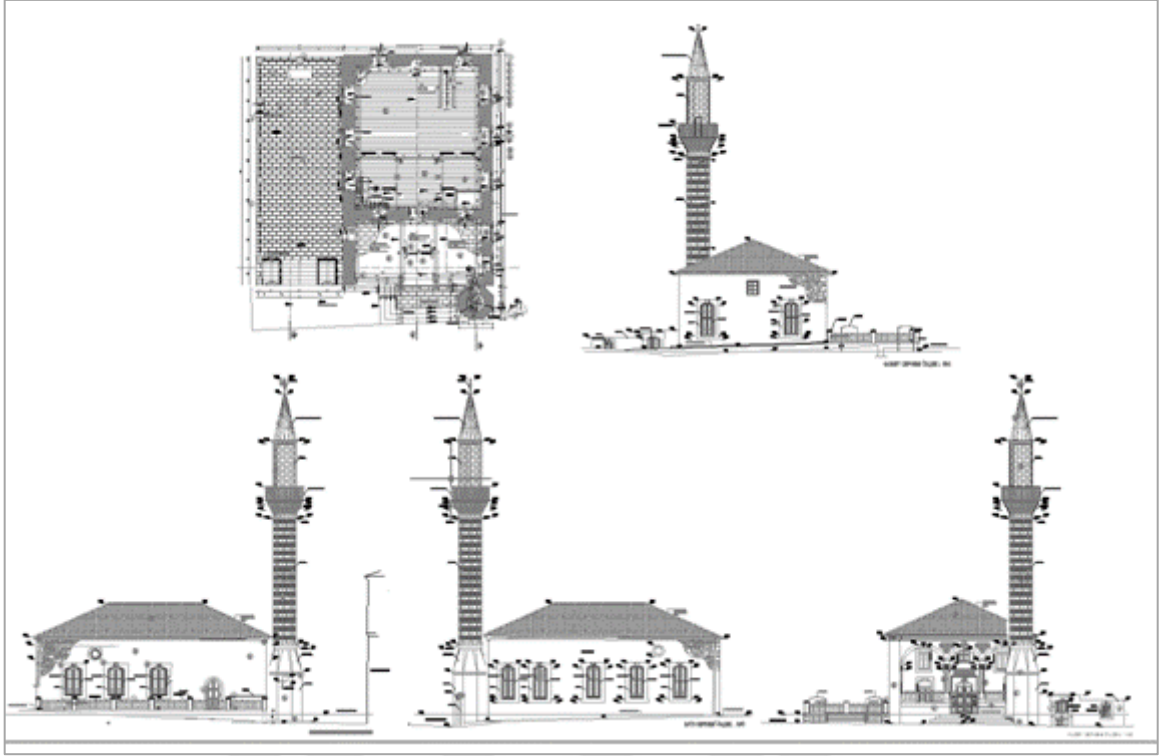
Şekil 2.118. Tavanlı Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

Eser 1874 yılında inşa edilmiştir. Kimin tarafından yaptırıldığı bilinmemekle birlikte, Nemlizadeler veya Ketencizade Hacı Mehmet tarafından yaptırıldığı söylenmektedir. Çeşitli tarihlerde onarım geçiren caminin giriş kapısı üzerinde yer alan kitabeden 1890 yılında da bir onarım gördüğü anlaşılmaktadır. Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2010 yılında gerçekleştirilen onarım kapsamında Koruma Kurulu onaylı projesine göre yapı eklentilerinden arındırılmış ve orijinal haline dönüştürülmüştür. Eserin 2010 yılı restorasyon sonrası halini gösterir fotoğraflar Şekil 2.119’da sunulmuştur.



Şekil 2.119. Tavanlı Camisinin restorasyon sonrasına ait görüntüler

Cami, dikdörtgen planlı son cemaat yeri ve harim kısmından oluşmaktadır. Caminin dıştan dışa boyutları 10.96m x 12.23m olup, son cemaati 4.88m uzunluğundadır. Üzeri kırma çatı ile örtülü, yaklaşık 90 cm kalınlıkta taş duvarlı caminin son cemaat yeri birbirine kemerlerle bağlı iki taş sütun ile üç bölüme ayrılmıştır. Kuzeybatı köşesinde tek şerefeli taş minare yer almaktadır. Yerden yüksekliği 24.84m olan minarenin kaide genişliği 2.50m’dir. İçinde değerli mezar taşlarının yer aldığı geniş bir haziresi vardır. Son cemaat yeri, mahfil katı ve harimin tavanındaki iki yönlü çıta örgüsü ile kare formlar oluşturmuştur. Şekil 2.120’de caminin ara kat planı ve yan cephe görünüşleri verilmektedir. İlgili projeler, Ark İnşaat Mimarlık tarafından hazırlanmıştır.



Şekil 2.120. Tavanlı Camisi kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2006)

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2010 yılında ihale edilip Dr. Mukaddes Ataman tarafından restorasyonu gerçekleştirilmiştir. Eser hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır.

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2010 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Eklenti son cemaat mekânı yıkılarak yapıdan arındırılmış ve orijinal son cemaat mekânı ortaya çıkarılmıştır.
- Çatı kaplaması kaldırılmış, çatıda tahkimat yapılarak üst örtü su ve ısı yalıtımı yapılarak yenilenmiştir.
- Cami dış cepheleri sıvadan arındırılmış ve derzlenerek orijinal taş doku ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.121).



Şekil 2.121. Tavanlı Camisi dış cephe imalatlarına ait görüntüler

- Eserin çürümüş ahşap döşeme, tavan kaplaması ve doğramaları yenilenmiştir (Şekil 2.122).
- Mihrap ve minber yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal taş ve ahşap öğeler ortaya çıkarılmıştır.
- Cami iç sıvası horasan sıva ile yenilenmiştir.



Şekil 2.122. Tavanlı Camisi ahşap imalatlarına ait görüntüler

- Minarede bozulmuş taşlar çürütülerek orijinal renk ve dokusunda taşlar ile tamamlamalar yapılmıştır (Şekil 2.123).
- Şerefe korkuluklarından bozuk olanlar değiştirilmiştir.



Şekil 2.123. Tavanlı Camii Minaresinin restorasyonuna ait görüntüler

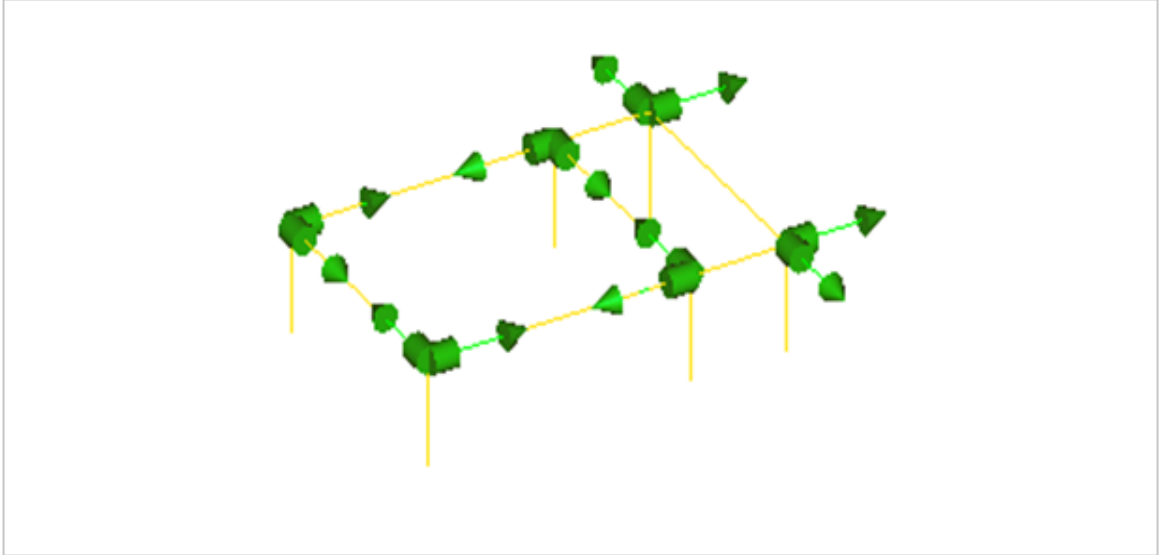
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü Restorasyon Sonrası

Tavanlı Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 12 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketleri ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında ve son cemaat kısmı ile caminin birleştiği köşelere bağlanmıştır. Şekil 2.124'te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



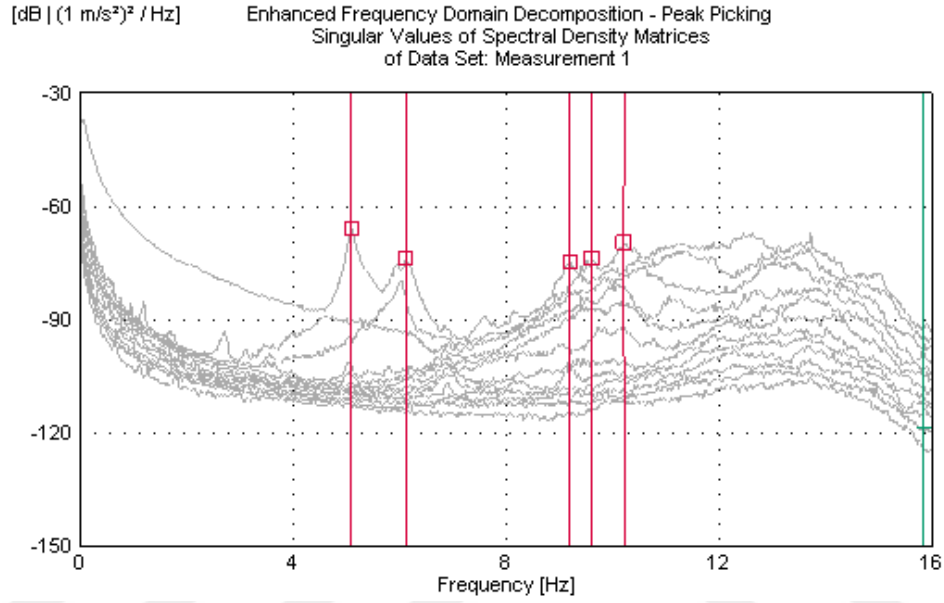
Şekil 2.124. Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.125'te verilmektedir.



Şekil 2.125. Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin dış gövde duvarlarından 60 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.126). Tablo 2.20’de ise restorasyon sonrası durum için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

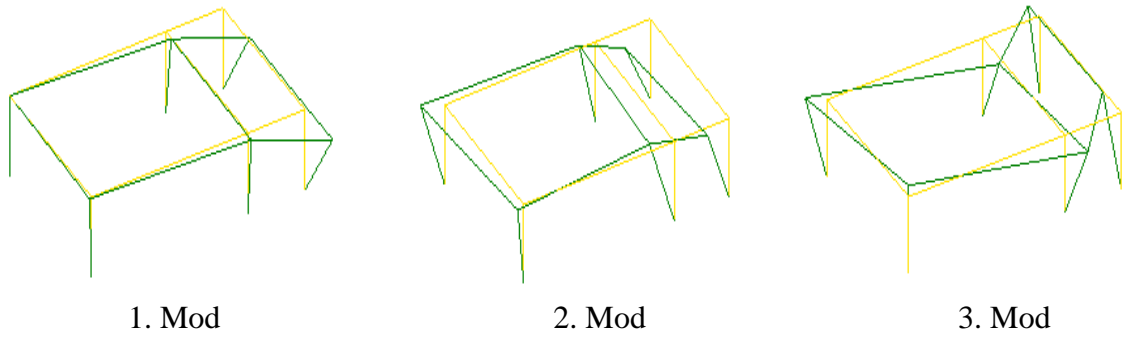


Şekil 2.126. Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.20. Tavanlı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.105	1.151
2	6.130	0.500
3	9.203	0.703

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.127’de verilmektedir.



Şekil 2.127. Tavanlı Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

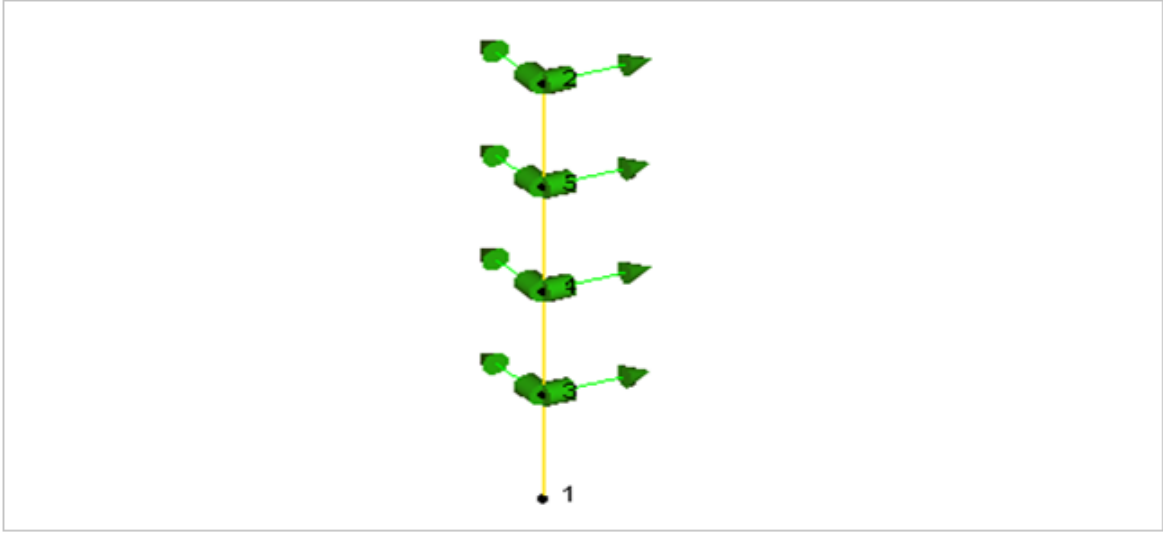
Restorasyon Sonrası

Tavanlı Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 12 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçecek şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.128’de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



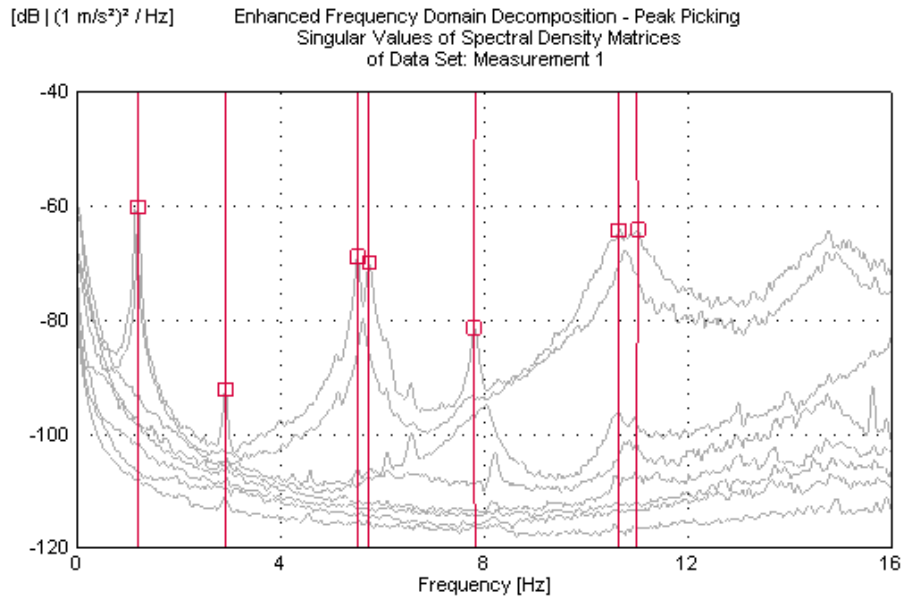
Şekil 2.128. Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla minareyi temsilen bir model oluşturulmuştur. Bu temsili model Şekil 2.129’da verilmektedir.



Şekil 2.129. Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Minarede 60 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal titreşim frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.130). Tablo 2.21’de ise minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

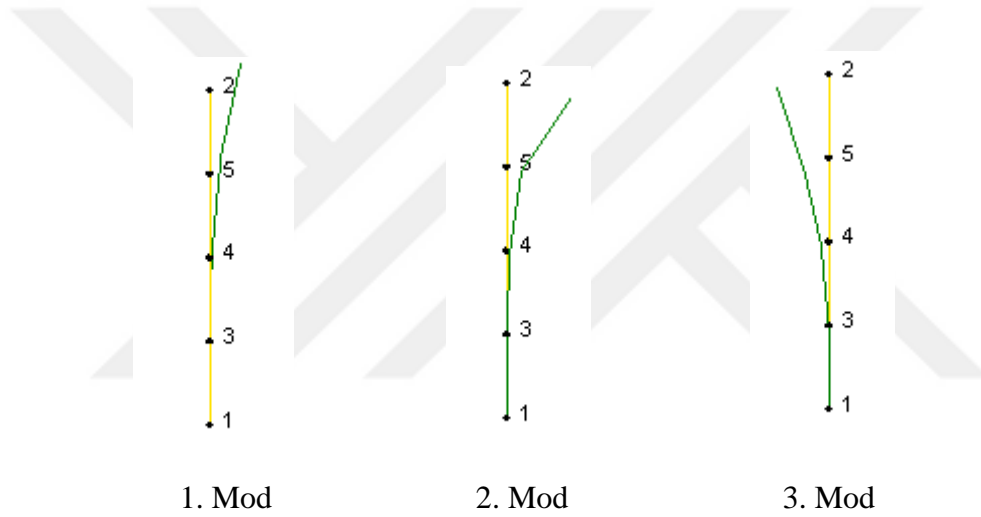


Şekil 2.130. Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2. 21. Tavanlı Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.170	1.652
2	1.122	1.535
3	2.929	1.535

Minarenin restorasyon sonrası ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.131'de verilmektedir.



Şekil 2.131. Tavanlı Camii Minaresi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.9. Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Trabzon ili Ortahisar İlçesi Pazarkapı Mahallesi, 30 pafta 107 ada 15 parselde yer alan mülkiyeti mazbut Hoca Ali Vakfına ait yapı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 13.11.1980 tarihli kararı ile tescillidir.

Pazarkapı Hoca Halil Camii, 16. yüzyılda Kanuni Sultan Süleyman'ın şehzadeligi zamanında kara taş ve horasan harç ile yaptırılmıştır. Duvarları kireç sıva ve çatısı ahşap üzeri kiremit olarak yaptırılan caminin batısında şerefe altı taş işçilikli minaresi bulunmaktadır. Caminin Kanuni Sultan Süleyman'ın hocası Hoca Halil'e izafeten

yaptırıldığı bilinmektedir. Şekil 2.132’de Hoca Halil Camisinin uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 2.132. Hoca Halil Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

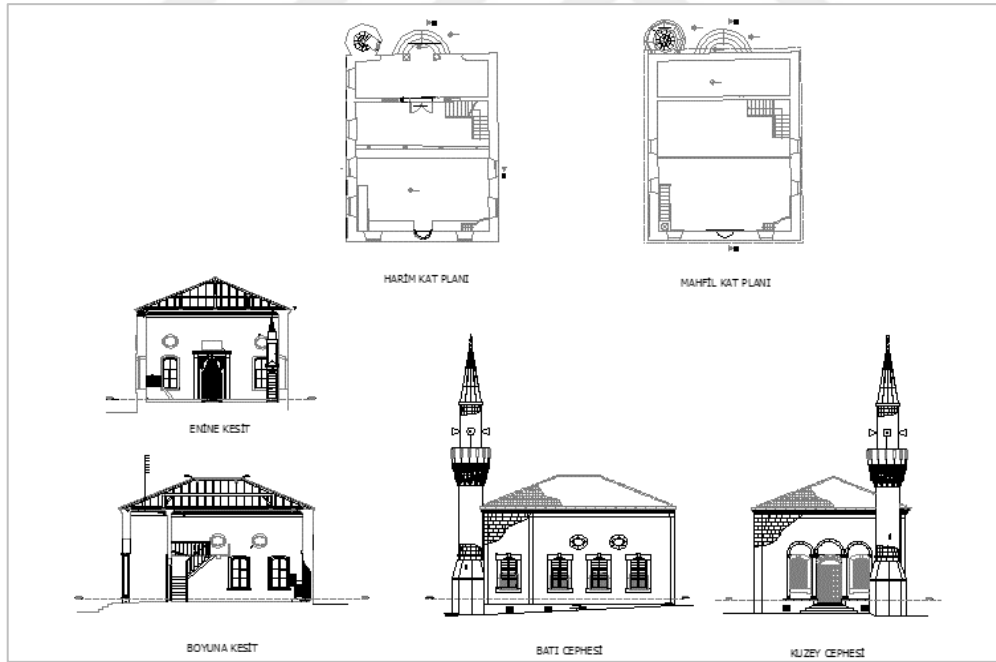
Zaman içinde önemli hasarlara uğrayan cami 1896 yılında mahallenin ileri gelenleri tarafından teşkil edilen cemiyet tarafından yıkılmış ve yeniden inşa edilmiştir. Bu esnada caminin orijinal minaresine müdahale edilmemiştir. Bu yeniden yapım aşamasına ön ayak olan camii hatibi alim Merhum Hatip Zade Emin Efendinin adına izafeten caminin adının “Hatip Camii” olarak da anıldığı bilinmektedir. Ayrıca Kalkanoğlu Merhum Hafız Ahmet Efendi’nin de bu camide 40 yılı aşkın bir süre ile görev yapması sebebiyle camiye verilen “Kalkanoğlu Camii” ismi de günümüze kadar ulaşmıştır (Çalık, 2009). Esere ilişkin restorasyon öncesi durumu gösterir fotoğraflar Şekil 2.133’te sunulmuştur.



Şekil 2.133. Hoca Halil Camisi restorasyon öncesi görüntüleri

Hoca Halil Camii bütünüyle bakıldığında dikdörtgen bir plana sahip olmakla birlikte asıl ibadet mekânı kare planlıdır. Son cemaat yeri dikdörtgen planlı olup, beden duvarları son cemaat mekânı sonuna kadar devam etmektedir. Son cemaat batı duvarında yuvarlak kemerli pencere bulunmaktadır. Duvarların arasında bulunan iki taş sütun ile duvarlar arasındaki 3 kemer ile son cemaat mekânı tamamlanmıştır. Caminin ana ibadet mekânı 9.72m x 9.28m boyutlarında olup, son cemaat mekânı 2.84m uzunluğundadır. Taş duvar kalınlığı kuzey cephede yaklaşık 30 cm olmakla birlikte diğer tüm cephelerde ortalama 60 cm'dir.

Eserin batı ve kuzey cepheleri düzgün kesme taştan olup özellikle zayıf kesitlerin bulunduğu pencere üzerlerinde oluşmuş çatlaklara restorasyon aşamasında müdahale edilmiştir. Hoca Halil Camiinin ilk yapıldığı döneme ait olan minaresi tek şerefeli olup, şerife altı stalâktitlidir. Caminin kuzeybatısında camiden ayrı yapılmış minarenin yerden yüksekliği toplam 18.20m olup, kaide genişliği 2.30m'dir. Yapının restorasyon projesinin bazı kısımları Şekil 2.134'te sunulmuştur.



Şekil 2.134. Hoca Halil Camisi plan, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2007)

Eserin projeleri 2007 yılı içerisinde Mimar Fırat Genç tarafından hazırlanmış, 2008-2009 yıllarında ise Mimar Kemal Bektaş'ın taahhüdü altında restorasyonu tamamlanmıştır. Eserin onarım sonrası halini yansıtan fotoğrafları Şekil 2.135'te sunulmuştur.



Şekil 2.135. Hoca Halil Camisi onarım sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Restorasyon çalışmaları Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 31/07/2007 tarih ve 1221 sayılı kararı ekinde onaylanan eski eser projeleri doğrultusunda yapılmıştır. Bu kapsamda aşağıda sunulan müdahaleler yapılmıştır.

- Çürümüş ve özelliğini kaybetmiş, ahşap tavan, sökülerek orijinali doğrultusunda koltuk altı silmeleri ile birlikte yenilenmiştir.
- Mahfil katının bozuk kirişlemeleri, döşemesi ve tavanı projesi doğrultusunda yenilenmiştir. Mahfile çıkış merdiveni projesine göre yapılmıştır.
- Ahşap döşeme sökülmüş, tabanda yapılan hafriyat çalışmasının ardından tesviye yapılarak üzeri kirişli ahşap döşeme ile kaplanmıştır.
- Ahşap döşemenin kirişlerinin oturtulması için detayında belirtilen şekilde moloz taş duvar örgüsünden ayaklar yapılmış, ayakların üzerine sert ağaçtan kirişlemeler yerleştirilerek, üzerine sert ağaçtan ahşap döşeme çakılmıştır.
- Beden duvarlarının sıva raspası yapıldıktan sonra çatlak olan bölgeler kontrollü şekilde sökülerek orijinal malzemeleri kullanılarak yeniden örülmüştür (Şekil 2.136).



Şekil 2.136. Hoca Halil Camisi duvar çatlakları onarım görüntüleri

- Beden duvarlarının çimento esaslı sıvası sökülerek, horosan harcı ile yeniden sıvanmıştır.
- Beden duvarlarındaki ve pencere üzerlerindeki ahşap hatıllardan bozuk olanlar yenilmiştir.
- Caminin mihrabı boyadan arındırıldıktan sonra yonu taşı yüzeyde itinalı raspa yapılmış ve orijinal taş mihrap dokusu ortaya çıkarılmıştır.
- Ahşap minber üzerindeki yağlı boya raspa edilmiş, bozuk kısımlar tamir edilip gerekli dolgu işlemleri yapıp ahşap koruyucu ile boyanmıştır.
- Pencere iç parapetleri 3 cm kalınlığında andezit ile kaplanmıştır.
- Ahşap kürsü projesine göre yenilenmiştir.
- Son cemaat önündeki sundurma ve camekanlar sökülerek, orijinal son cemaat ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.137).
- Tüm cephelerde kumlama yöntemi ile duvar yüzeyinde temizlik yapılmıştır.



Şekil 2.137. Hoca Halil Camisi döşeme ve yüzey temizliği görüntüleri

- Son cemaat içinde oluşturulan muhtes oda kaldırılmıştır.
- Kapı ve pencerelerdeki yonu taşı yüzeylerin ve kitabenin boyaları boya sökücü ile raspa edilmiştir.
- Son cemaat mahallinin tabanında orijinal taş döşeme ortaya çıkarılarak bozuk olan taşlar yenilenmiştir.
- Son cemaat tavanı projesine uygun olacak şekilde çitalı ahşap tavan olarak yenilenmiştir.
- Cephelerdeki sıvalı yüzeyler raspa edilerek orijinal taş dokusu ortaya çıkarılmıştır. Tüm duvar yüzeylerinde derz açma işlemi yapıp horosan harcı ile yeniden derz yapılmıştır (Şekil 2.138).

- Kuzey cephede silmeli kornişlerden bozuk olanlar orijinaline göre yenilenmiştir.
- Tüm pencere doğramaları ısıcam detaylı olarak sert ağaçtan ahşap olarak yenilenmiştir.



Şekil 2.138. Hoca Halil Camisi cephe derz imalatları görüntüleri

- Cami giriş merdivenleri ortaya çıkarılmış, bozuk parçalar yenilenmiştir.
- Minare şerefe altının bitiminden 1 metre aşağısına kadar sökülmüş, projesine ve orijinaline uygun olarak ıslah edilen bazı parçaların da kullanımı ile yeniden yapılmıştır (Şekil 2.139).
- Minare külahı ahşap olarak yeniden yapılıp üzeri kurşun örtü ile kaplanmıştır. Alem sökülerek temizlenmiş ve yerine takılmıştır.
- Minare kaidesinde bozulmuş taşlar çürütülerek orijinal taş karakterinde çürütülen yerlere kaplamalar yapılmıştır. Minarenin içten ve dıştan bozulmuş derzleri orijinal karakterinde tamamlanmıştır.
- Minare yüzeyinde kumlama yöntemi ile temizlik yapılmıştır.



Şekil 2.139. Hoca Halil Camisi minare onarımı görüntüleri

- Çatı üzerindeki marsilya tipi kiremit itinalı şekilde toplanmış, çatının çürümüş elemanları sökülmüş ve projesine göre yenilenmiştir. Çatı arasına çelik elemanlar ile yer yer takviye yapılmıştır.
- Çatı arasında ahşap tavan olan yüzeylerin üzerlerine rendesiz çam kereste ile kaplama yapılmış üzerine 6 cm kalınlıkta cam yünü şilte ile ısı yalıtımı yapılmıştır.
- Çatı örtüsü altına rendesiz çam kereste ile kaplama yapılmış, kaplama üzerine 2 mm kalınlıkta cam tülü taşıyıcı polimer bitümlü örtü ile su yalıtımı yapılarak, çatı üzeri klasik tip kiremitle örtülmüştür.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

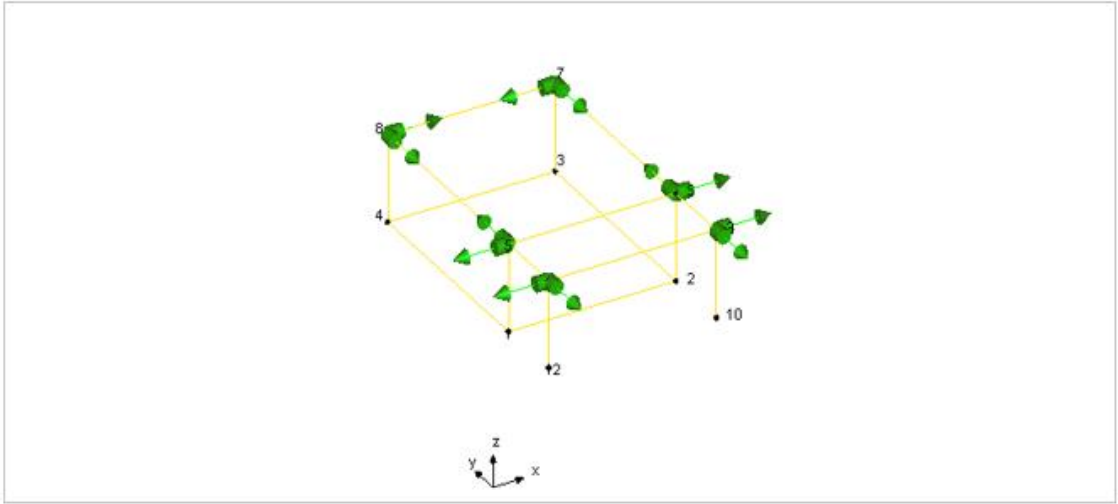
Restorasyon Sonrası

Hoca Halil Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, 12 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ve son cemaat duvarlarına yerleştirilen ivmeölçerler yardımıyla 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.140'da ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



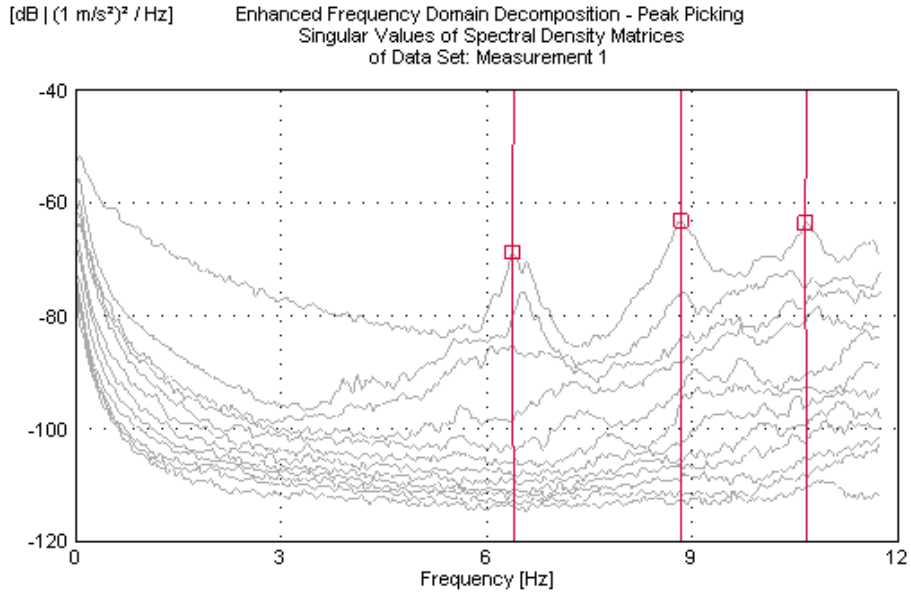
Şekil 2.140. Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla oluşturulan model Şekil 2.141'de verilmektedir.



Şekil 2.141. Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçümüne ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.142’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

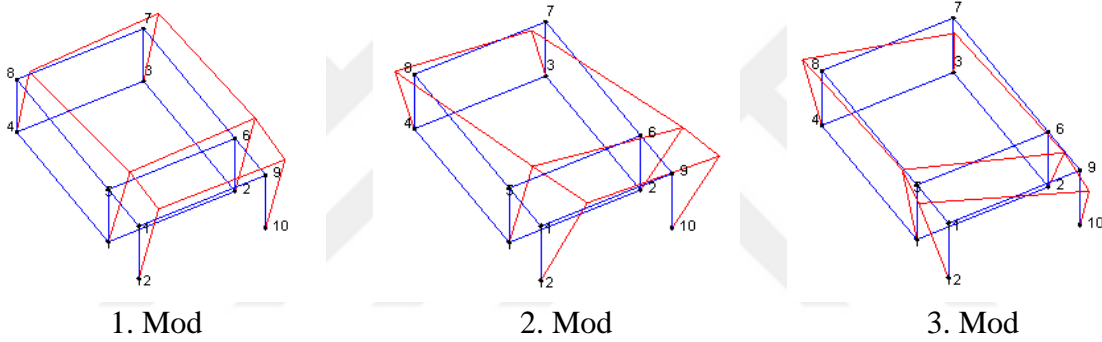


Şekil 2.142. Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.22’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.143’te verilmektedir.

Tablo 2.22. Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	6.402	1.165
2	8.841	1.842
3	10.680	1.637



Şekil 2.143. Hoca Halil Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

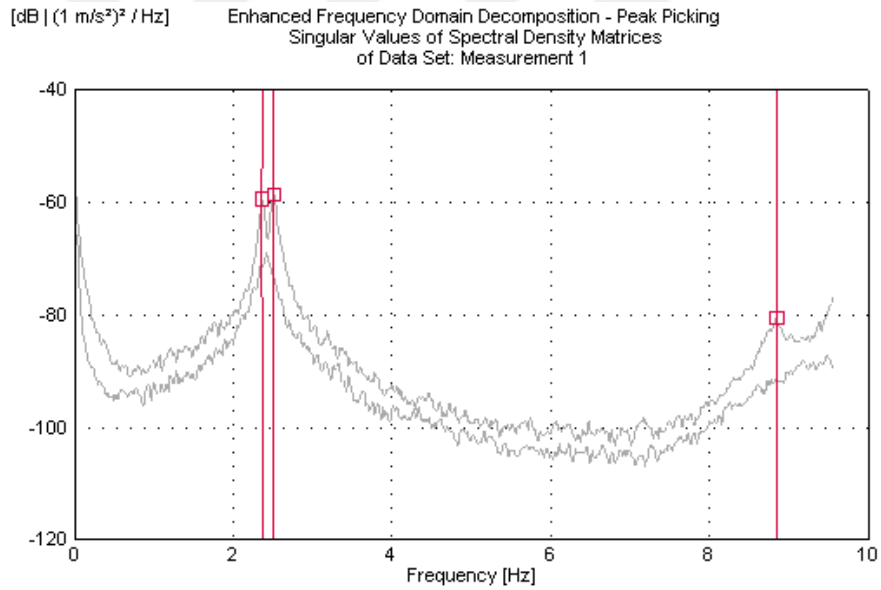
Restorasyon Sonrası

Doğal taş malzemeden inşa edilmiş ve restorasyon sürecinde şerefe altından yaklaşık bir metre aşağıya kadar sökülerek orijinal karakterinde tekrar inşa edilen Hoca Halil Camii Minaresinin doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Minarenin iç kısmının dar olması sebebiyle matkap sığmamış olduğundan ivmeölçerler minare beden duvarlarına monte edilmiştir. Şekil 2.144’te minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.144. Hoca Halil Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.145). Tablo 2.23'te ise minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.145. Hoca Halil Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

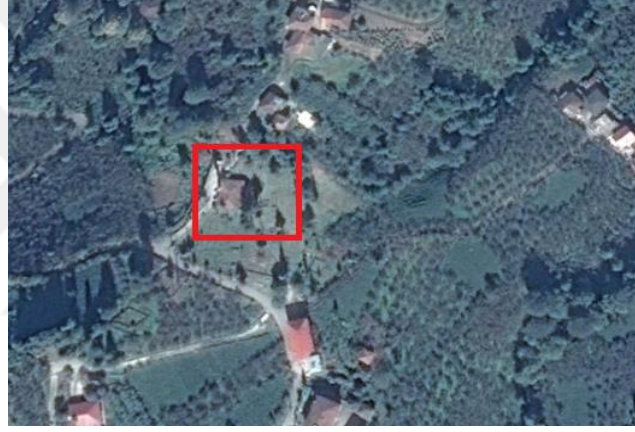
Tablo 2.23.Hoca Halil Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.372	1.265
2	2.510	1.262
3	8.848	1.339

2.1.10. Trabzon Sürmene Gültepe Mahallesi Camii ve Minaresi

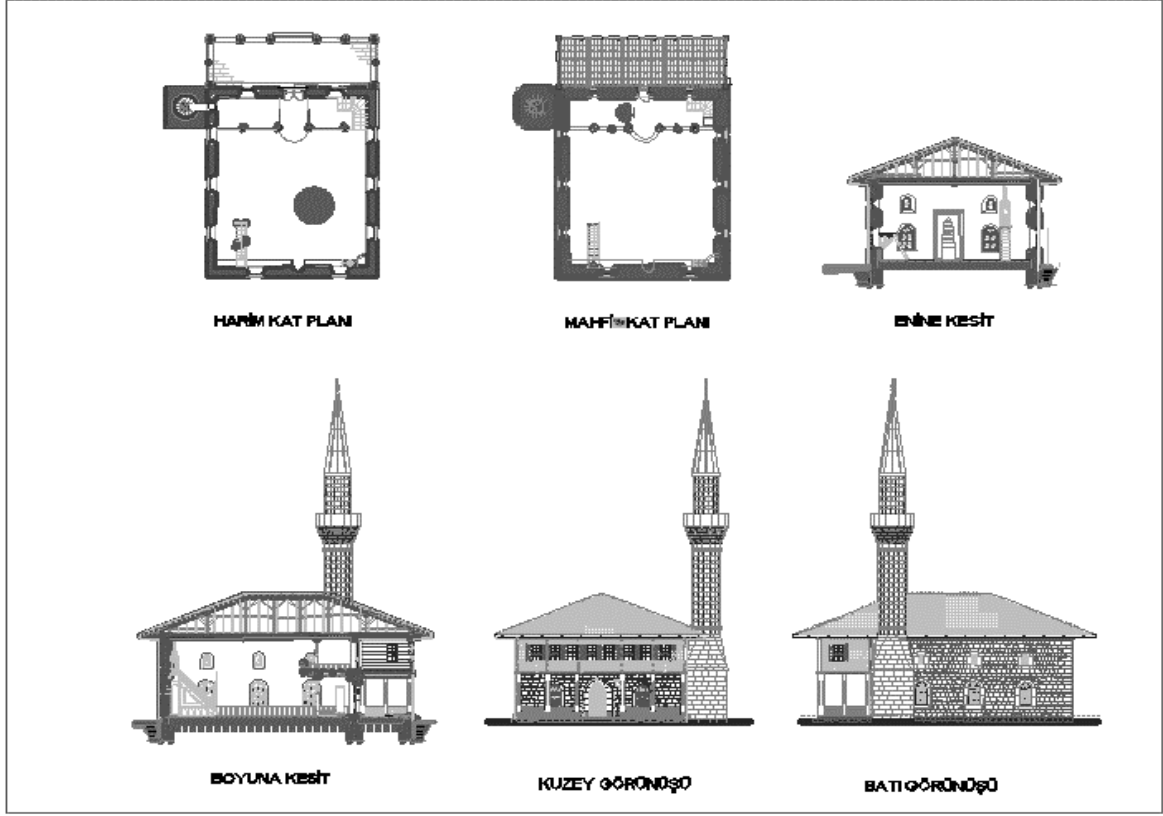
Genel Bilgiler

Eser, Trabzon İli Sürmene İlçesi Gültepe Mahallesi 131 ada 21 parselde yer almaktadır. Mahalle Sürmene'nin eski yerleşim noktalarından biri olup, üç adet benzer özellik ve döneme ait cami bulunmaktadır. Eser Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulunun 22.06.1989 tarih ve 293 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Cami, minare, köy odası ve mezarlık öğelerinin bir arada bulunduğu mekân köyün de merkezi konumundadır. Yapının konumunu belirtir uydu görüntüsü Şekil 2.146'da verilmektedir.



Şekil 2.146. Gültepe Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Gültepe Mahallesi Camisinin kitabesi günümüze ulaşmadığından inşa tarihi kesin olarak bilinmemesine karşın 19. yüzyılın sonlarına tarihlendirilmektedir. Eser dikdörtgen planlı, kesme taş malzemelidir. Yapı dıştan dışa 10.41m x 12.19m ebatlarında olup, son cemaat mekânı 3.24m uzunluğundadır. Taş duvar kalınlığı ortalama 60cm'dir. Kıрма çatılı, geniş ahşap saçaklı yapının üzeri alaturka kiremitle örtülüdür. Yapının kuzey cephesinde yer alan kesme taş malzemeli kapalı son cemaat yeri ve yapının doğu cephesinde yer alan kesme taş malzemeli minaresi de 1960'lı yıllarda yapıya ilave edilmiş mimari öğelerdir (Bozal, 2014, Kazaz, 2016). Minarenin toplam yüksekliği 22.06m olup, kaide genişliği 2.50m'dir. Eserin restorasyon projesinde yer alan plan, kesit ve görünüşleri Şekil 2.147'de sunulmuştur. Şekil 2.148'de yapının restorasyondan önceki (mevcut) halinin görselleri sunulmuştur.



Şekil 2.147. Gültepe Camii kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2016)



Şekil 2.148. Gültepe Camisi restorasyon öncesi genel görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Cami yakın tarihte bir onarım geçirmemiş olmasına rağmen, yapılan incelemelerde yapısal anlamda cami ve minarede bir sorun tespit edilmemiştir. Ancak mahfil kuzey cephe duvarının mahfil kattaki kısmının geçmiş onarımlarda kaldırılarak son cemaat üst katı ile birleşik bir alan oluşturulduğu görülmüş olup uygulama restorasyon projesinde orijinal haline dönüştürülecektir. Bu çalışmanın sonuçlandırıldığı zaman diliminde söz konusu eserde herhangi bir onarım gerçekleştirmediği için restorasyon uygulamalarına değinilmemiş ve sonuçlar mevcut durum ile irdelenmiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

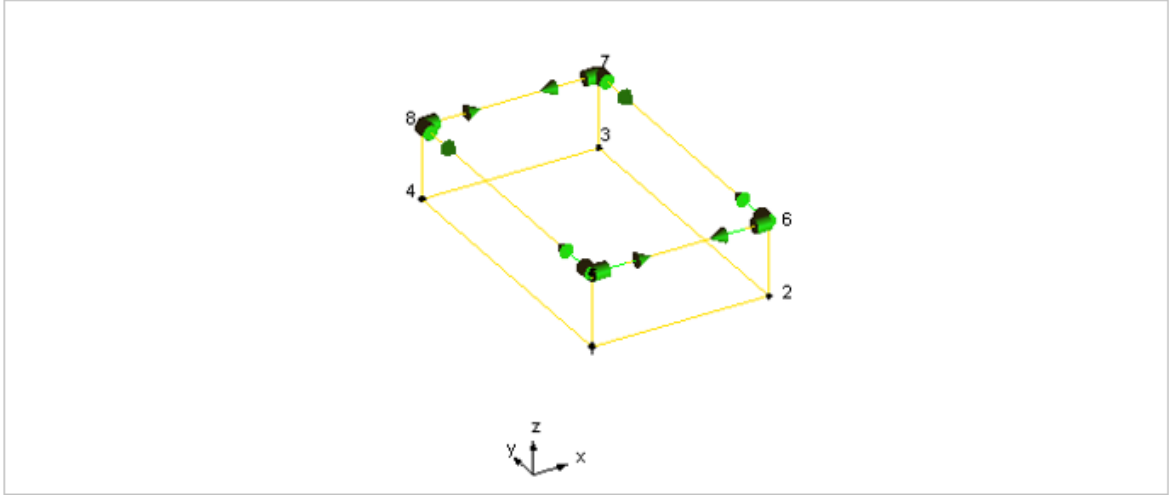
Restorasyon Öncesi

Sürmene Gültepe Mahallesi Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.149'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



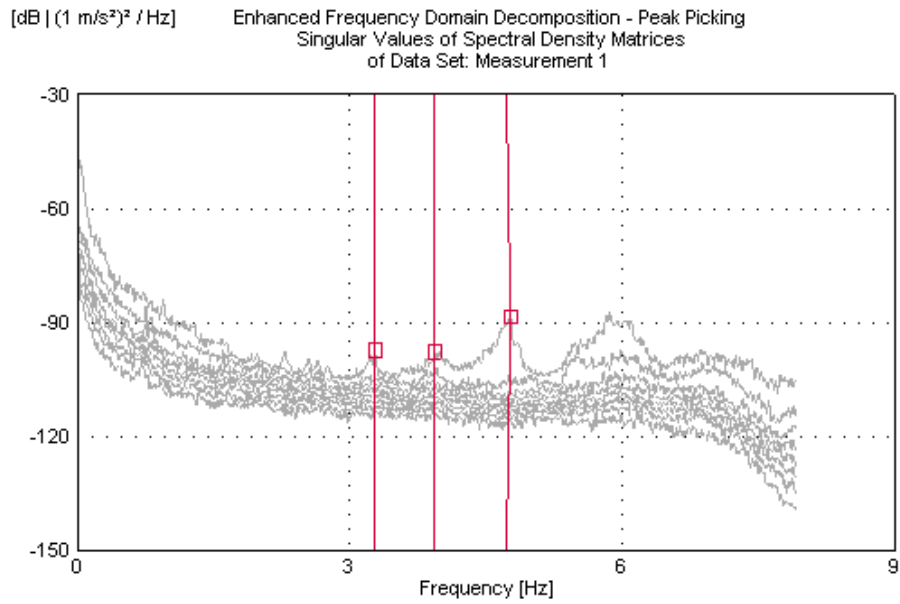
Şekil 2.149. Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.150'de verilmektedir.



Şekil 2.150. Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

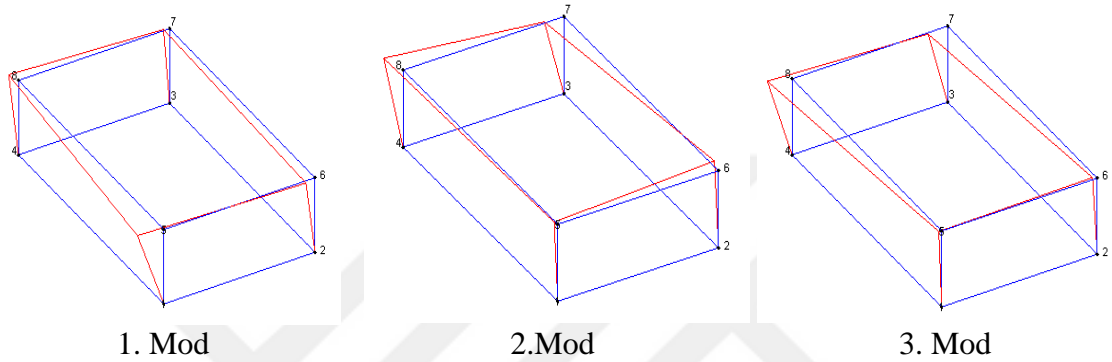
Caminin beden duvarlarında 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.151’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.24’te ise restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.152’de verilmektedir.



Şekil 2.151. Gültepe Camisi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.24. Gültepe Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.279	0.191
2	3.938	0.167
3	4.729	1.311



Şekil 2.152. Gültepe Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

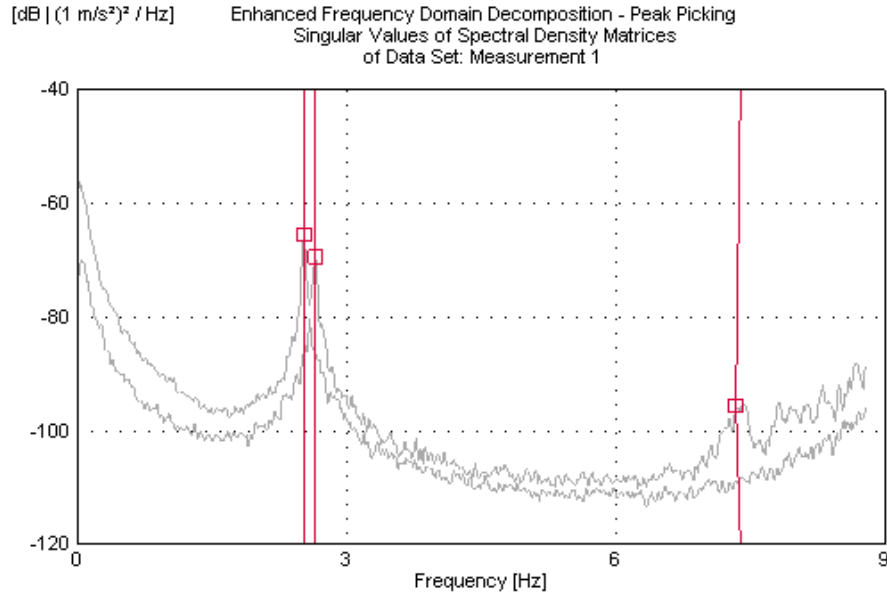
Restorasyon Öncesi

Gültepe Cami Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlere hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.153'te minaredeki ölçümlerde kullanılan ivmeölçer ve ölçüm düzeneği fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.153. Gültepe Camisi Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.154). Tablo 2.25'te ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.154. Gültepe Camisi Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.25. Gültepe Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.530	0.646
2	2.657	0.786
3	7.396	1.025

2.1.11. Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Cami ve Minaresi

Genel Bilgiler

Tahtalı Camii, Trabzon İli Ortahisar İlçesi 3 Nolu Erdoğan Mahallesi 2350 ada 304 parselde yer almaktadır. Zaman içerisinde oldukça müdahale görmüş ve orijinal özelliğini yitirmiş cami 2014-15 yılları içerisinde aslına uygun olarak geleneksel teknik ve

malzemeyle yeniden inşa edilmiştir. Yapı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nca 14.12.1974 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Tahtalı Caminin yerini gösterir görsel Şekil 2.155'te sunulmuştur.



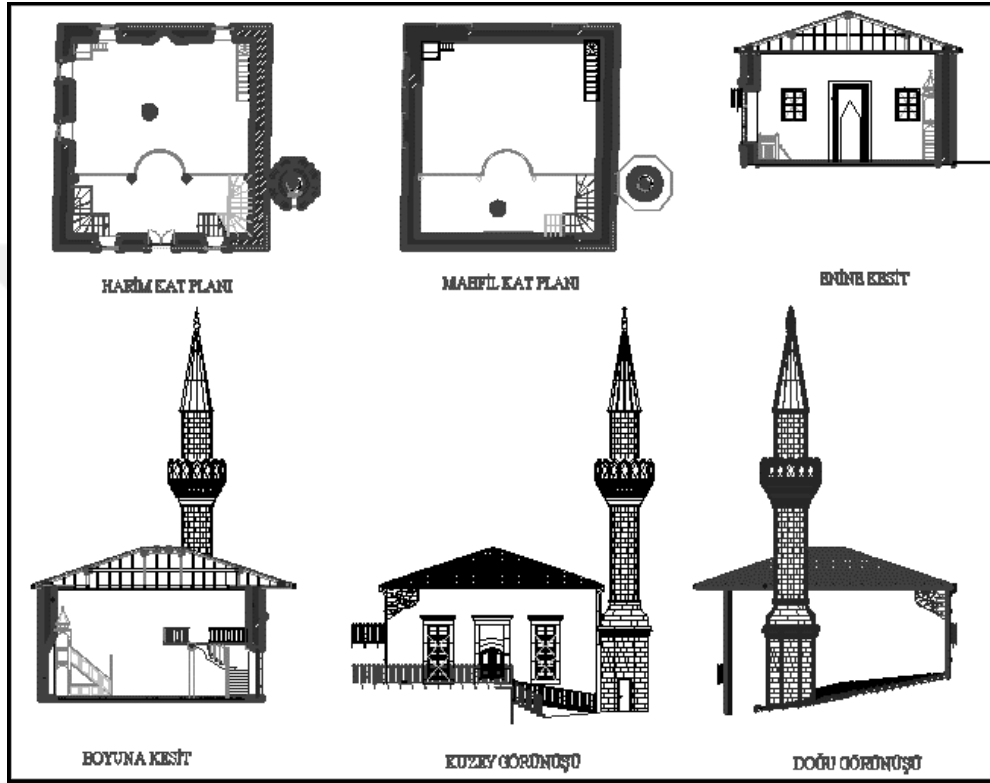
Şekil 2.155. Tahtalı Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti mazbut Seyyit Hüseyin Vakfına ait Tahtalı Camisi mimari ve üslup özelliğinden yola çıkarak 19. yüzyılın sonlarına tarihlendirilmektedir. Dört farklı dönem özelliği gösteren cami, birinci dönemde yani ilk yapıldığında kareye yakın dikdörtgen planlıydı. İkinci dönemde ise yapının kuzey batısına betonarme minare eklenmiştir. Yapının üçüncü dönemi, özgün kimliğini yitirdiği dönemdir. 1990'ların başında yapıya betonarme son cemaat yeri ve doğuda harim mekânı ile bağlantılı bölümler ilave edilmiştir. Dördüncü dönemde ise 2015 yılında yapılan restorasyon neticesinde özgün kimliğini tekrar yansıtmıştır. Camiye ait onarım öncesi görseller Şekil 2.156'da sunulmuştur.



Şekil 2.156. Tahtalı Camisi onarım öncesi görüntüleri

Cami dıştan dışı 10.15m x 10.69m boyutlarında olup, duvar kalınlığı ortalama 76cm'dir. Son cemaat mekanı bulunmayan yapının batısında yapıdan ayrı olarak inşa edilen kesme taş minarenin yerden yüksekliği toplam 18.95m olup, 2.64m kaide genişliğine sahiptir. Yapının restorasyon projesinin bazı unsurları Şekil 2.157'de sunulmuştur.



Şekil 2.157. Tahtalı Camii kat planı, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)

Kare planlı, kaba yonu taş malzemeli cami yığma teknikte inşa edilmiştir. Ahşap saçaklı, kırma çatılı yapının üzeri oluklu kiremitle kaplıdır. Yapının batı cephesindeki betonarme minare yıkılarak, çokgen kaideli, silindirik gövdeli, tek şerefeli, konik kulahlı, taş minare ilave edilmiştir. Yapının tüm pencereleri dikdörtgen formda, taş söveli, ahşap doğramalıdır. Harime giriş; basık kemerli, taş söveli, ahşap kapıdan sağlanmaktadır. Harime girişin sağından ahşap merdivenlerle mahfil katına çıkılmaktadır. Harimin tavan ve döşemesi ahşaptandır. Yapının dikdörtgen formdaki, yuvarlak nişli, taş mihrabı, ahşap minber ve vaaz kürsüsü son onarımda yapıya ilave edilmiştir. Restorasyonu Kemal Bektaş tarafından yapılan caminin onarım sonrasına ait görseller Şekil 2.158'de sunulmuştur.



Şekil 2.158. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Onarım, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Müdürlüğü'nün 30.01.2014 gün ve 1631 sayılı kararı ve 13.03.2014 gün ve 1705 sayılı karar ile onaylanan projeleri doğrultusunda yapılmıştır. Bu kapsamda;

- Camide tüm pencere, kapı, doğrama, çatı, döşeme vb. sökülmüş ve yapı orijinal batı ve güney duvarı kalacak şekilde tamamen yıkılmıştır.
- Bırakılan beden duvarlarının betonarme eklentilerin sebep olduğu tahribat ve malzeme dayanımlarındaki sorun nedeniyle sökülerek kendi taşları ile yeniden örülmesi kararı alınmış ve uygulama bu doğrultuda yaptırılmıştır.
- Caminin avlusunda bulunan imam evi ve müştemilatlar yıkılarak, projesine uygun şekilde betonarme ibadet alanları ve müştemilatlar düzenlenmiştir.
- Cami temelleri betonarme olarak teşkil edilerek üzerine beden duvarları doğal taş malzemeden yapılmıştır (Şekil 2.159).
- Projesi doğrultusunda kesme taş pencere ve kapı söveleri ve kat kornişleri yapılmıştır.



Şekil 2.159. Cami beden duvarları yapım aşamaları

- Cami üzeri ahşap oturtma çatı ile kapatılmış, üzerine su yalıtımı yapılarak klasik oluklu kiremit ile örtülmüştür (Şekil 2.160).
- Cami çatı arasında ısı yalıtımı yapılmıştır.
- Projesine göre ahşap sütunlar, taşıyıcı kirişler ve ızgaraları kurularak mahfil katı teşkil edilmiştir.



Şekil 2.160. Tahtalı Camii çatısı yapım aşamaları

- Cami içerisinde minber, tavan, kapı, sütunlar, kirişler vb. ahşap öğeler projesine göre yapılmıştır.
- Cami içinde projesine uygun şekilde andezit taşından mihrap yapılmıştır.
- Cami ve müştemilat çevresinde gerekli su yalıtımı ve drenaj imalatları yapılmıştır.
- Müştemilat dış cephesinde projesine göre duvarlar ve kolonlarda andezit duvar kaplaması imalatı yapılmıştır.
- Oluşturulan müştemilatta gerekli su yalıtım detayları uygulandıktan sonra koruma betonu atılmış ve avlu üzerine 4 cm kalınlıkta andezit plaklarla taş kaplama yapılmıştır.
- Mevcut betonarme minare tamamen yıkılmıştır.

- Projesine ve imalat listesine uygun olarak kurşunlu kenetli andezit taşından minare yapılmıştır. Minarenin külahı ahşaptan yapılmış olup, üzeri kurşun örtü ile kaplanmıştır (Şekil 2.161).



Şekil 2.161. Tahtalı Camii Minaresi yapım aşamaları

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

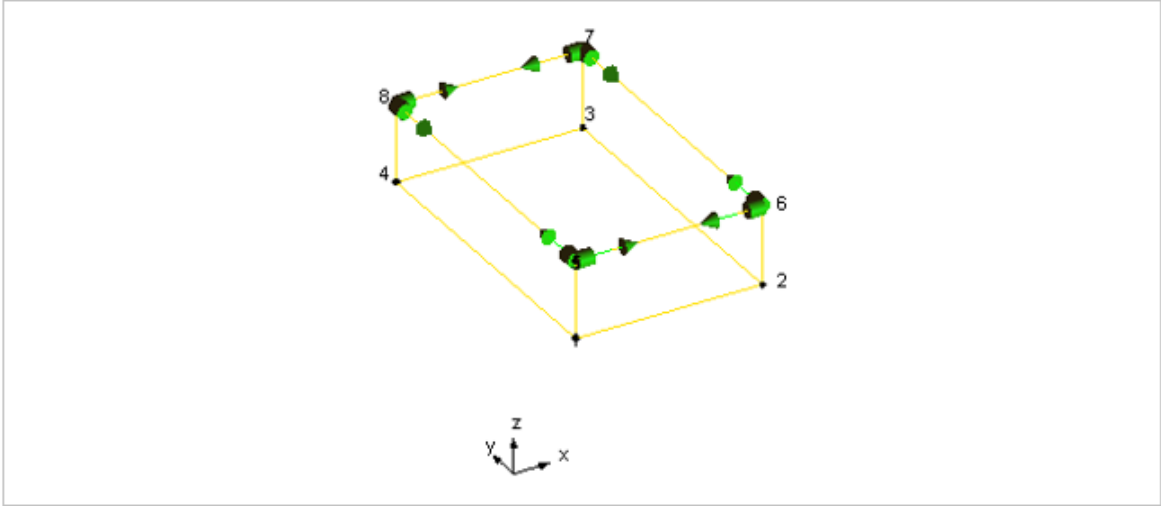
Restorasyon Sonrası

Tahtalı Camisi'nde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.162'de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



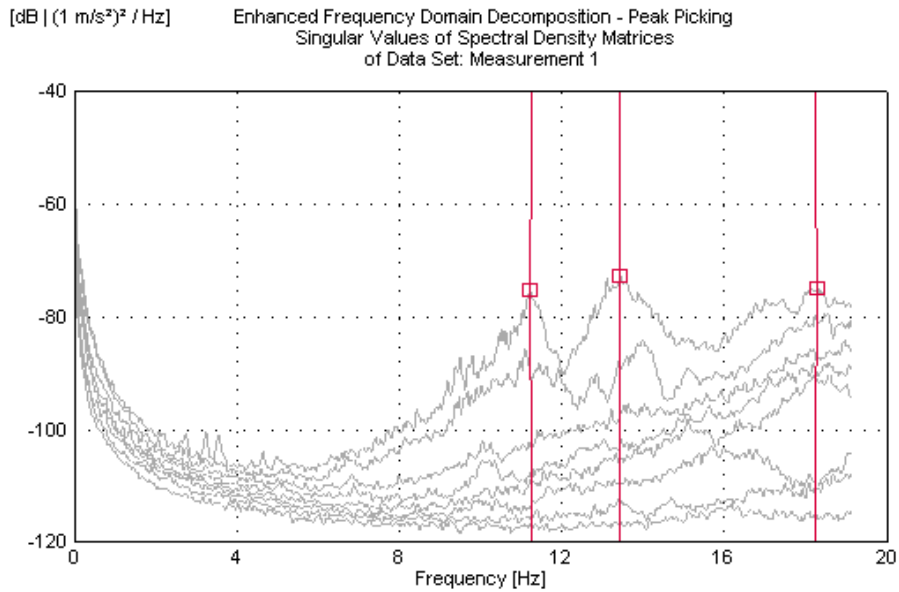
Şekil 2.162. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.163'te verilmektedir.



Şekil 2.163. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

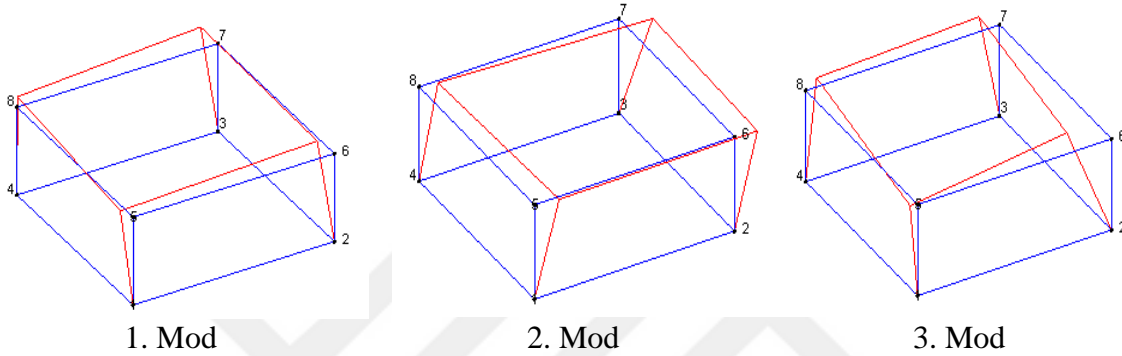
Caminin beden duvarlarında 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.164'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.26'da ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.165'te verilmektedir.



Şekil 2.164. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.26. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	11.270	1.963
2	13.410	1.914
3	18.230	1.250



Şekil 2.165. Tahtalı Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

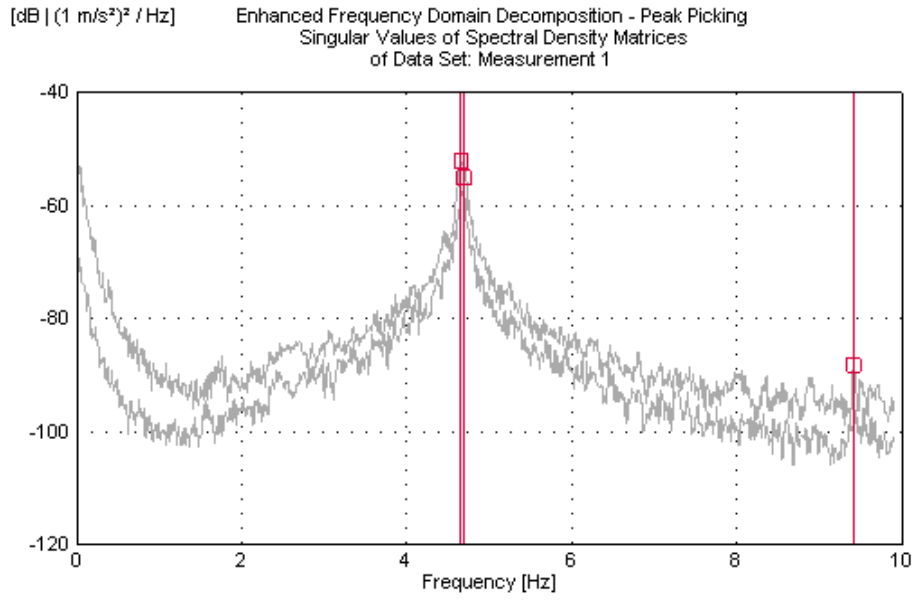
Restorasyon Öncesi

Tahtalı Cami Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.166'da minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.166. Tahtalı Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.167). Tablo 2.27’de ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir.



Şekil 2.167. Tahtalı Camii Minaresi yapım sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.27. Tahtalı Cami Minaresi yapım sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.653	0.093
2	4.695	-----
3	9.419	0.139

2.1.12. Gümüşhane Merkez Süleymaniye Mahallesi Ulu Cami ve Minaresi

Genel Bilgiler

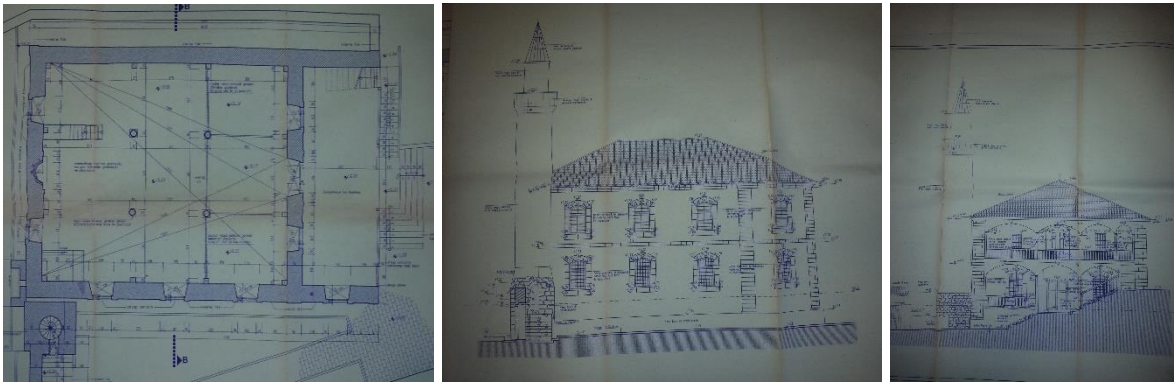
Gümüşhane Ulu Camii, Gümüşhane İli Merkez İlçesi Süleymaniye Mahallesi 346 ada 2 parselde yer almaktadır. Cami, Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu tarafından 28.04.1988 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Eski

Gümüşhane yerleşiminin bulunduğu ve çok sayıda taşınmaz kültür mirasına ev sahipliği yapan Süleymaniye Mahallesinde bulunan eser, bu alanda kalmış tek aktif cami özelliğini de göstermektedir. Ulu Caminin yerini gösterir görsel Şekil 2.168’de sunulmuştur.



Şekil 2.168. Gümüşhane Ulu Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Ulu Caminin yapım kitabesi bulunmayıp, bölgeye adını veren Kanuni Sultan Süleyman dönemi ile ilişkilendirildiğinden yapım dönemi 16. yüzyıl olarak değerlendirilmektedir. Ancak eserin günümüze kadar orijinal hali ile gelip gelmediği hakkında net bilgiler bulunmamaktadır. Şekil 2.169’da caminin plan ve görünüş çizimlerinin fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.169. Gümüşhane Ulu Camii kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2002)

Kareye yakın planlı olan cami yiğma taş duvar üzeri ahşap kırma çatılı olup, üzeri alaturka kiremitle örtülüdür. Eserin dıştan dışa 13.50m x 15.00m ebatlarında olup, son cemaat mekanı 4.17m uzunluğundadır. Taş duvar kalınlığı ortalama 86cm'dir. Yapının kuzey cephesinde iki katlı son cemaat yeri mevcuttur. Ana giriş, kuzey cepheden kesme taş söveli harim kapısından sağlanmaktadır. Ayrıca son cemaat balkonuna cami cephesinin batısından merdiven ile çıkılmakta, buradan da iç mahfil katına geçiş imkanı bulunmaktadır. Caminin pencereleri basık kemerli, kesme taş söveli olup, ahşap doğramalıdır. Esere ait genel görüntüler Şekil 2.170'te verilmektedir.



Şekil 2.170. Gümüşhane Ulu Camii genel görüntüleri

Harime içinde üç sahanlıklı harim tavanını taşıyan 4 adet taş kaideli ahşap sütunlar bulunmaktadır. Sütunlar birbirlerine yuvarlak kemerlerle bağlanmışlardır. Kuzey cephede iki taraflı ahşap korkuluklu müezzin mahfilleri bulunmaktadır. Tavan ve döşemeleri ahşaptır. Harim duvarları sıvalı olup, minber ve kürsü ahşap, mihrap ise kesme taştır.

Yapının kuzeydoğusunda yer alan kesme taş ve tuğla almaşık minaresi toplam 18.00m uzunluğunda olup, kaide genişliği 2.70m'dir. Eser 2002-2004 yılları arasında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından restore edilmiştir.

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2002-2004 yıllarında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda sıralanan imalatlar yaptırılmıştır:

- Caminin çatısı tamamen kaldırılarak taşıyıcı kirişlerde takviye yapılmış ve çatı yenilenerek, su yalıtımı yapılmış üzeri klasik tip kiremit ile kaplanmıştır.
- Cami beden duvarlarının iç kısmında sıva raspası yapılmış, gerekli kısımlar çürütülerek uygun örgü ve malzeme ile tamamlanmıştır. Cami iç duvarları tekrar sıvanmıştır.
- Caminin ahşap döşeme ve tavan kaplamaları yenilenmiştir.
- Son cemaat mekanında bulunan ahşap balkon kısmı tümüyle yenilenmiştir.
- Eserin ahşap direkleri ve minber, kürsü gibi değişmeyen öğeleri yağlı boya ile boyanmıştır.
- Cami çevresinde gerekli drenaj imatları yapılarak su yalıtımı sağlanmıştır.
- Cami pencereleri ısıcam detaylı olarak yenilenmiştir.
- Çevre sahasında gerekli söküm ve kırılmalar yapılarak uygun kotlar teşkil edilmiş ve avlu üzerine 10 cm kalınlıkta doğal taş kaplama yapılmıştır.
- Tüm cami ve minare yüzeyi astar çekilerek boyanmıştır.

Eserin restorasyon aşaması ile ilgili görsellere ulaşamadığından bu kapsamda onarım fotoğraflarına yer verilememiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

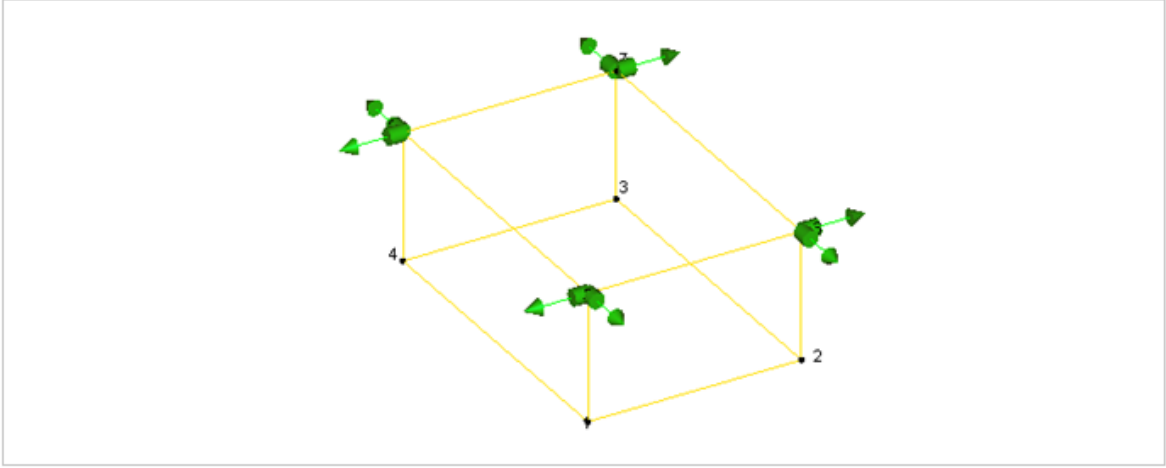
Restorasyon Sonrası

Gümüşhane Ulu Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.171’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



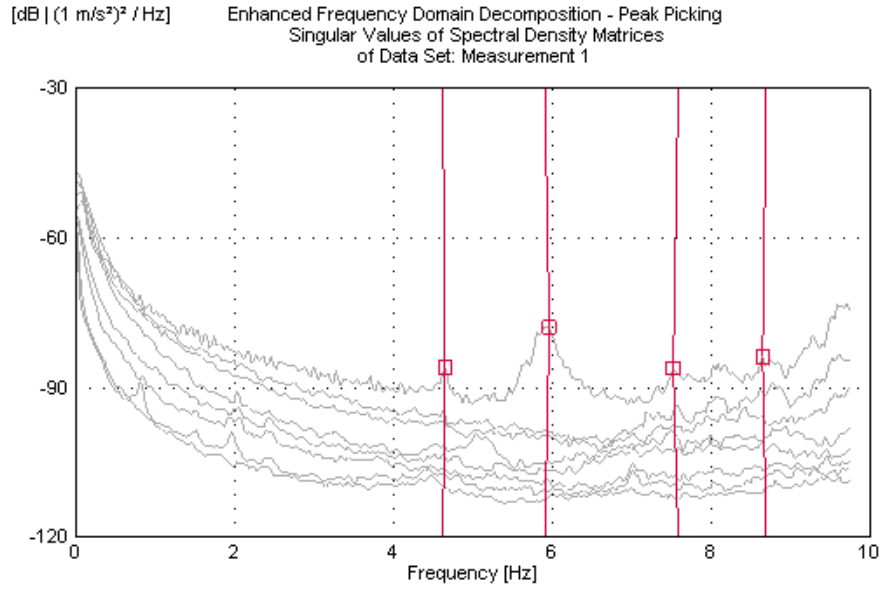
Şekil 2.171. Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.172’de verilmektedir.



Şekil 2.172. Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

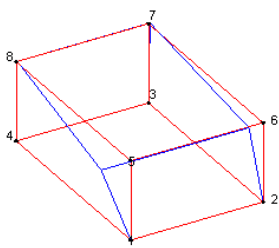
Camiden 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.173’te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.28’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.174’te verilmektedir.



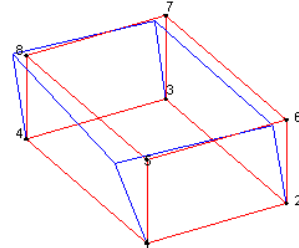
Şekil 2.173. Ulu Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.28. Ulu Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

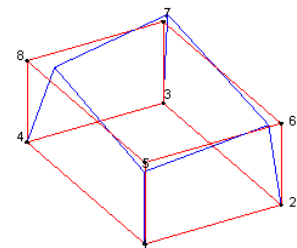
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.630	2.784
2	5.913	1.784
3	7.593	1.941



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.174. Ulu Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

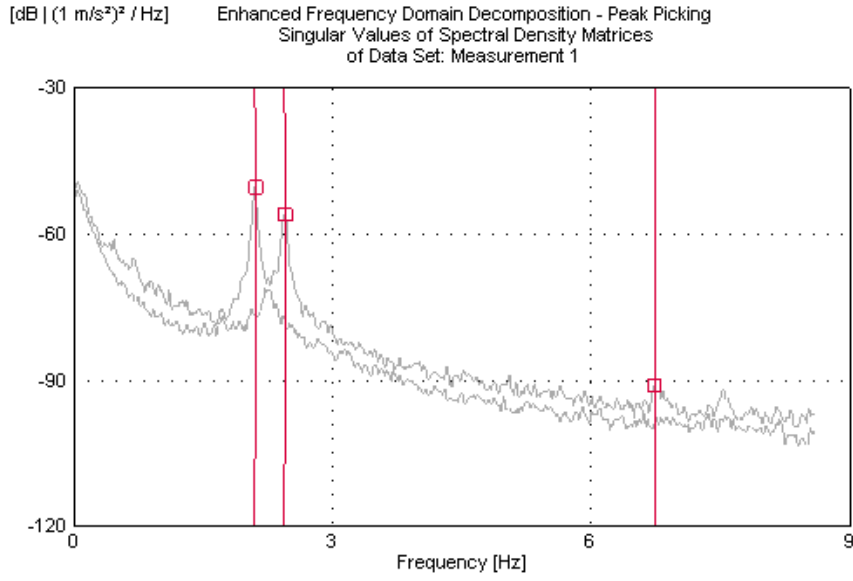
Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Sonrası

Ulu Cami Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.175'te minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.175. Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.176). Tablo 2.29'da ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.176. Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.29. Ulu Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekansı ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.102	0.756
2	2.446	0.866
3	6.741	0.443

2.1.13. Gümüşhane Kelkit Büyük (Ulu) Camii

Genel Bilgiler

Kelkit Büyük (Ulu) Camii, Gümüşhane İli Kelkit İlçesi Büyük Camii Mahallesi 291 ada 1 parselde yer almaktadır. Eser geniş ve düz bir arazi üzerinde yer almakta olup, doğusunda ve güneyinde fazla büyük olmayan mezarlık bulunmaktadır. Yapının konumunu belirtir görsel Şekil 2.177’de verilmektedir.



Şekil 2.177. Kelkit Büyük Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Büyük Cami, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 30.10.2008 tarih ve 1816 numaralı karar ile korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir. Kurul 19.08.2009 tarih ve 2254 numaralı karar ile koruma grubunun I olduğuna karar vermiştir.

1915 yılında ardıç ağacından temeli atılan caminin zemin katı tamamlanmak üzereyken Rus İşgali üzerine üzeri toprak damla örtülmüş, çatıyı taşıyan ahşap kolonlarda yarım kalmıştır (Ataman, 2012). 1942-1950 yılları arasında askeri depo olarak kullanılan caminin, 1950'den sonra ikinci katı yapılmıştır. 1980'li yıllarda üzeri betonarme kubbe ile örtülmüş ve betonarme mahfil katı yapılmıştır. Eserin restorasyon öncesine ait fotoğrafları Şekil 2.178'de sunulmuştur.

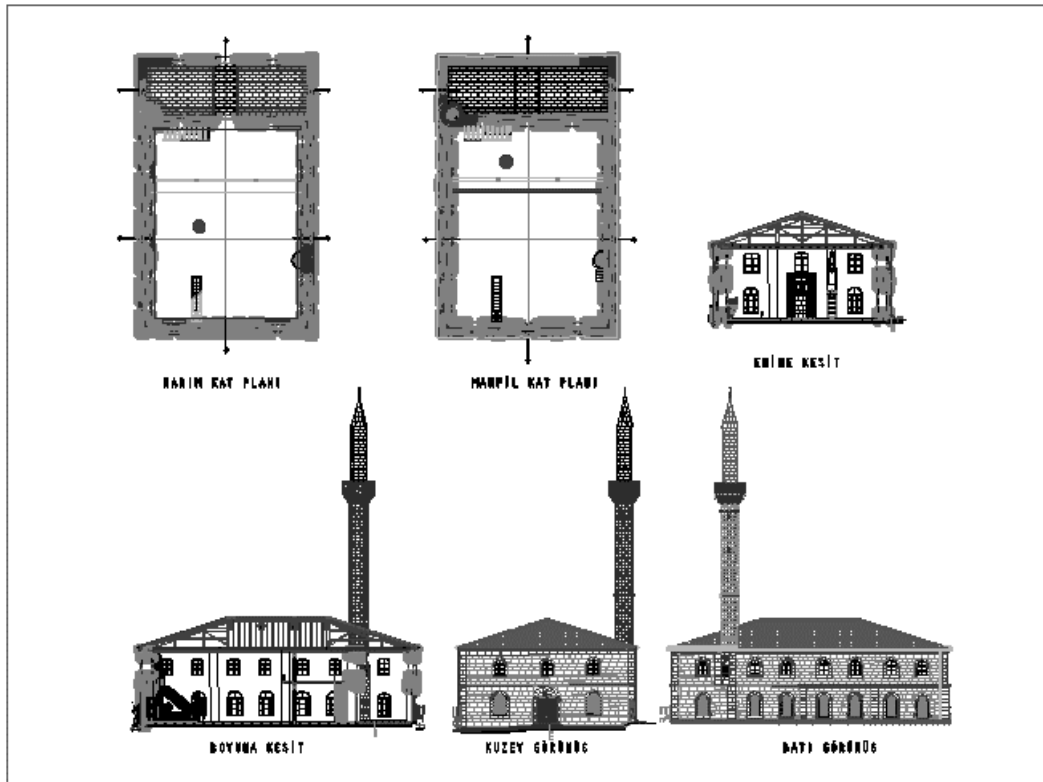


Şekil 2.178. Kelkit Büyük Cami restorasyon öncesi görüntüleri

Dikdörtgen planlı, düzgün kesme, kaba yonu taş malzemeli Kelkit Ulu Cami, kırma çatılı olup, üzeri alaturka kiremitle kaplanmıştır. Ana ibadet mekanı, dıştan dışa 15.39m x 19.35m ebatlarında olup, son cemaat mekanı 4.96m uzunluğundadır. Duvar kalınlıkları

ortalama 104cm'dir. Dikdörtgen plana sahip kapalı son cemaat yeri ve harim kısmı bütünlük arz etmektedir. Harime girişte sağ taraftan ahşap merdivenlerle mahfil katına çıkış sağlanmaktadır. Kelkit Ulu Camii'nin son cemaat yeri ile harim duvarı arasından yükselen minaresi ise kuzeybatı cephesinde yer almaktadır. Caminin silindirik kaide ve gövdeli, tek şerefeli, konik külahlı minaresi de kesme taş malzeme ile inşa edilmiştir.

Caminin projeleri Dr. Mimar Mukaddes Ataman tarafından hazırlanmış olup, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğüne restorasyon işi ihale edilerek, 2013-2014 yıllarında Mimar Kemal Bektaş tarafından tamamlanmıştır. Şekil 2.179'da eserin restorasyon projesinden bazı detaylar sunulmuştur.



Şekil 2.179. Kelkit Büyük Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2012).

Şekil 2.180'de Kelkit Büyük Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.180. Kelkit Büyük Camii dış ve iç mekân görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013-2014 yıllarında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda belirtilen imalatlar yaptırılmıştır:

- Cami üzerindeki mevcut alüminyum örtü toplanmış, cami üzerindeki ve içindeki tüm betonarme taşıyıcı sistem (kubbeler, kirişler, mahfil, sütunlar vb.) restorasyon projesi doğrultusunda kaldırılmıştır (Şekil 2.181).
- Caminin harim mekanı duvarları üzerinde çelik elemanlar kullanılarak oluşturulmuş ve ahşap çatı bu sistemin üzerine kurulmuştur. Kiremit altı tahtasının üzerine bitüm esaslı kiremit altı yalıtım levhası serilmiş ve üzeri klasik tip oluklu kiremit ile örtülmüştür (Şekil 2.182).
- Çatı arası tahta kaplama yapılarak, üzerine 10 cm kalınlıkta cam yünü şilte serilerek ısı yalıtımı yapılmıştır.
- Boyalı galvanizli sacdan yağmur oluk ve iniş boruları yapılmıştır.
- Son cemaat sekileri ve sekiler arasında kalan alanın zemin kaplaması sökülerek, sonradan kapatılan minare giriş kapısı, kotuna ve projesine göre ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 2.181. Kelkit Büyük Camii betonarme elemanların sökümün görüntüleri

- Son cemaat mekanında restorasyon projesi doğrultusunda çitallı ahşap tavan yapılmıştır.
- Yağlı boyalı harim kuzey duvarında (söveler, kitabe, sütunceler dahil) ve minare kaidesinde kumlama ile yüzey temizliği yapılmış, orijinal taş yüzeyler ortaya çıkarılmıştır.
- Harim kuzey duvarında tüm derzler açılarak, kireçli horasan harcı ile hem yüz derz yapılmıştır.
- Kapı ve pencere sövelerinin bozuk kısımları mevcut örneği doğrultusunda yenilenmiştir.



Şekil 2.182. Kelkit Büyük Camii çatı ve tabanına ait görüntüler

- Duvarlardaki lambri kaplamalar, harim girişindeki muhdes imam odası bölmeleri, müezzinlik ve korkuluklar restorasyon projesi doğrultusunda kaldırılmıştır.
- Ahşap döşeme sökülmüş, gerekli hafriyat çalışmalarının ardından blokaj ve beton uygulaması ile zemin tesviyesi yapılmış, üzerine sert ağaçtan ahşap kirişli döşeme yapılmıştır.
- İç beden duvarlarında sıva raspası yapılmış, taş sütunceler hariç diğer yüzeyler horasan harcı ile sıvanmış ve su bazlı plastik boya ile boyanmıştır. Taş sütuncelerde ise itinalı sıva raspası ve kumlama ile yüzey temizliği yapılmış, derzler açılarak horasan harcı ile hem yüz derz yapılmıştır.
- Mevcut pencere doğramaları sökülerek, tüm pencerelere ısı cam detaylı sert ağaçtan doğrama yapılmıştır.
- Harim mekanı üzerine restorasyon projesi doğrultusunda 1. sınıf çam kerestesinden çıtalı ahşap tavan yapılmıştır.
- Restorasyon projesinde belirtilen yere 0.5 cm kalınlığında 20cmx20cm kesitinde demir kutu profilden mahfil kolonları yapılmıştır. Kolonların etrafı 2cm kalınlığında 1. sınıf çam kerestesi ile kaplanmıştır. Kolonların altına projesi doğrultusunda yonu taşı ayak yapılmıştır.
- Kolonlar üzerine ise restorasyon projesinde belirtildiği şekilde ahşap kirişlemeler yerleştirilerek ahşap mahfil katı teşkil ettirilmiştir. Mahfil katın döşemesi ve tavan kaplaması da ahşap olarak yenilenmiştir. Mahfile çıkış merdiveni ve korkulukları da ahşap olarak teşkil edilmiştir (Şekil 2.183).



Şekil 2.183. Kelkit Büyük Camii mahfil katı teşkiline ait görüntü

- Minber, kürsü ve mihrap mevcut haliyle korunmuş, yıkımlar esnasında zarar görmemeleri için gerekli koruma tedbirleri alınmıştır (Şekil 2.184).

- Cami batı beden duvarı alt kısmında yer alan kaplama sökülerek, ardından tüm cephelerde ve minarede kumlama ile yüzey temizliği yapılmıştır.
- Cami dış beden duvarlarında yer alan bozuk taşlar çürütülerek orijinali doğrultusunda yenilenmiştir.
- Tüm cephelerde derzler açılarak, horasan harcı ile hem yüz derz yapılmıştır.



Şekil 2.184. Kelkit Büyük Camii iç kısım genel görüntüleri

- Beden duvarları üzerine ara kat silmeleri esas alınarak restorasyon projesi doğrultusunda silme yapılmış, ara kat silmelerinin ise bozuk kısımları mevcut örnekleri doğrultusunda yenilenmiştir.
- Tüm pencere parmaklıkları sökülerek lokma demir parmaklık esas alınarak projesi doğrultusunda tüm parmaklıklar lokma demir parmaklık olacak şekilde yenilenmiştir.
- Minarede boşalan derzler horasan harcı ile hem yüz derz olacak şekilde tamamlanmıştır.
- Minarenin kaide, gövde ve peteğinde bozuk taşlar çürütülerek mevcut örneği doğrultusunda yenilenmiştir.
- Şerefe altında bozuk elemanlar çürütülerek mevcut örneği doğrultusunda yenilenmiştir.
- Şerefe korkuluklarından bozuk olanlar mevcut örneği doğrultusunda yenilenmiştir.
- Şerefe kapısı demir kapı olarak yenilenmiş, bakır alemde yüzey temizliği yapılmıştır.
- Avlu zemininde yer alan parke sökülerek, gerekli hafriyat çalışmalarının ardından, projesi doğrultusunda blokaj ve beton işleri yapılarak üzerine 6cm×30cm serbest boy andezit plaklarla mucartalı döşeme kaplaması yapılmıştır.
- Batı cephesi beden duvarı boyunca drenaj imalatı yapılmıştır.

Esere ilişkin onarım sonrasına ait görüntüler Şekil 2.185'te sunulmuştur.



Şekil 2.185. Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

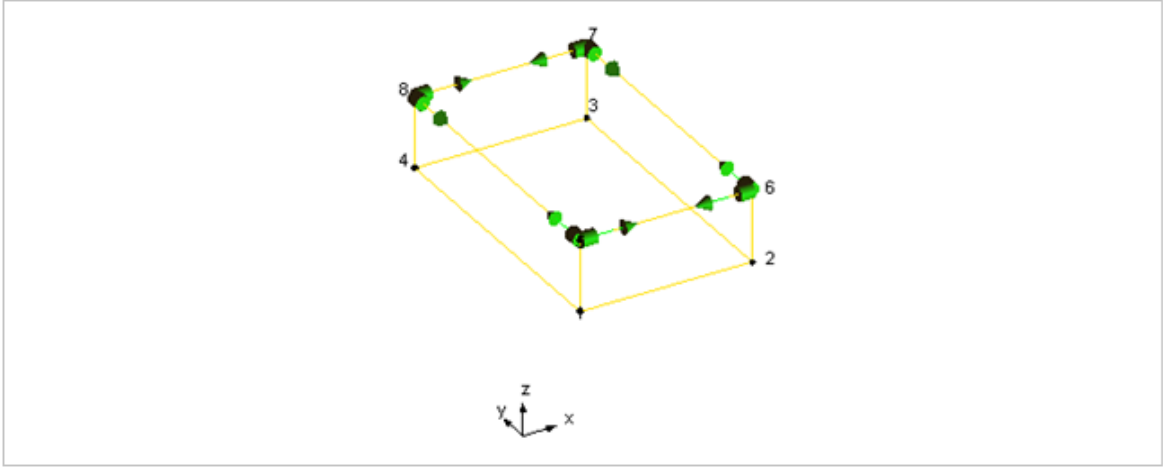
Restorasyon Sonrası

Kelkit Büyük Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.186’da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



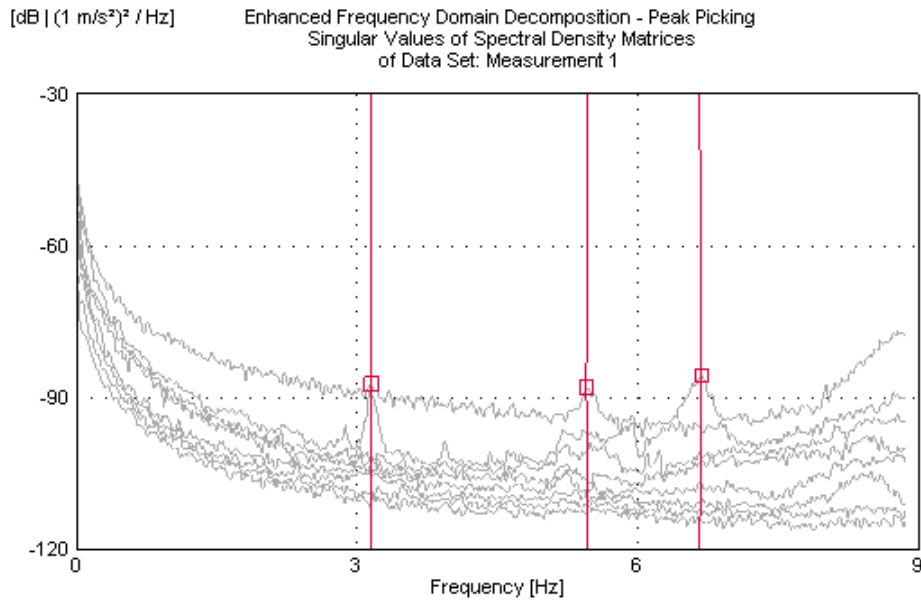
Şekil 2.186. Kelkit Büyük Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.187’de verilmektedir.



Şekil 2.187. Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

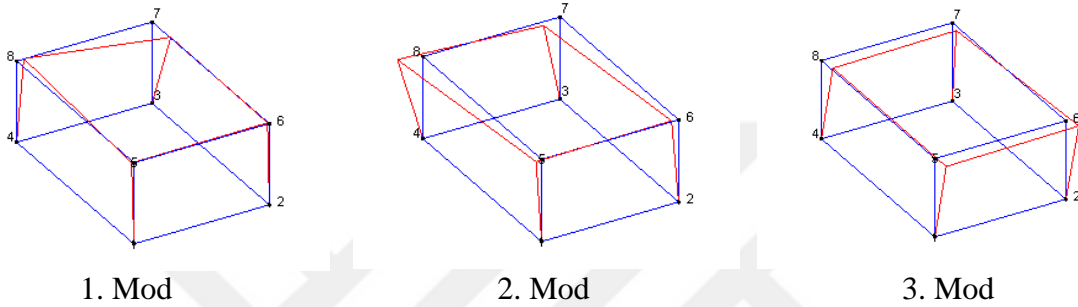
Caminin dış gövde duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.188’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.30’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekans ve modal sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.189’da verilmektedir.



Şekil 2.188. Kelkit Büyük Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.30. Kelkit Büyük Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.149	0.281
2	5.471	1.506
3	6.663	1.352

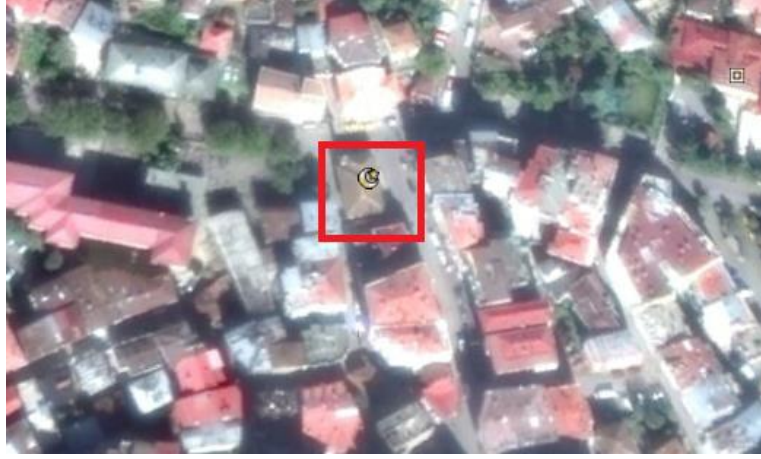


Şekil 2.189. Kelkit Büyük Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.1.14. Giresun Merkez Çınarlar Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Çınarlar Camisi, Giresun Merkez Çınarlar Mahallesiinde 131 ada 1 parselde yer almaktadır. Eserin doğusu, batısı ve kuzeyi yol ile çevrili olup, güney cephesinde caminin şadırvanı bulunmaktadır. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 14.02.1986 tarihli kararı ile tescillenen yapının konumunu belirtir harita Şekil 2.190'da verilmektedir.

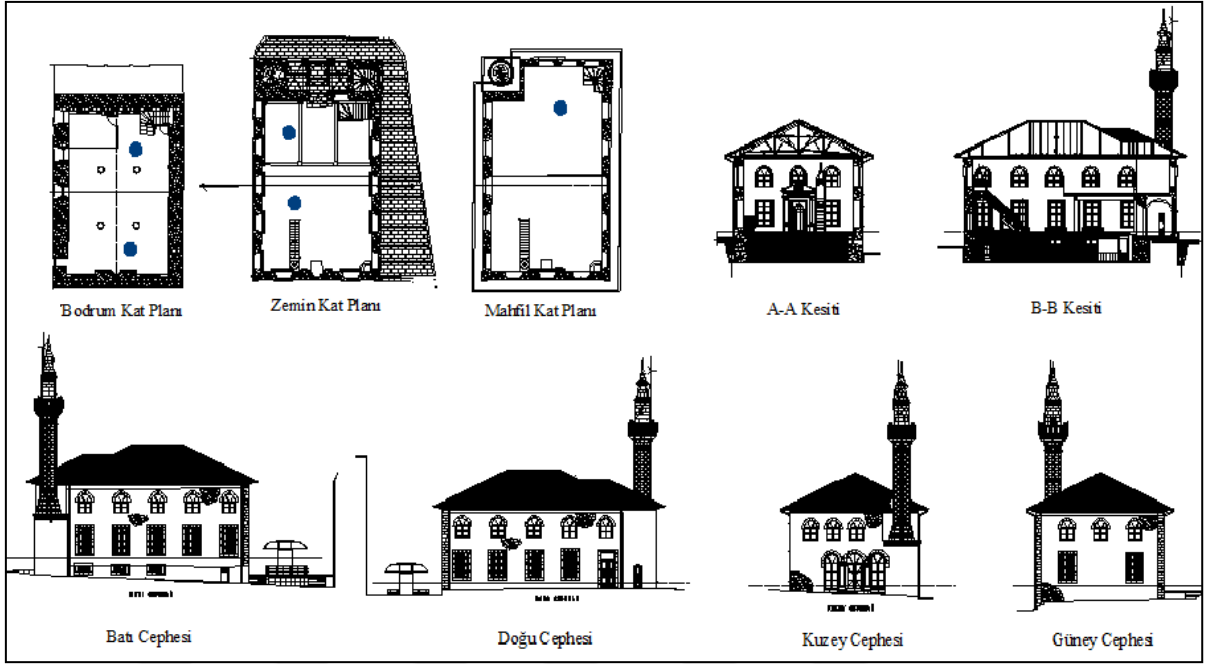


Şekil 2.190. Çınarlar Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti mazbut Hacı Vehbi Vakfına ait olan eser ilk yapım yıllarında ahşap malzeme ile yapılmışken, yıkılarak moloz taştan kargir kubbeli olarak yeniden yapılmış ve 1894 yılında ibadete açılmıştır. 1939 yılında yaşanan depremde hasar gören ve mevcut kubbesi çöken cami, temellerine kadar yıkılmış daha sonra halkın da katkıları alınarak Sarıalemdarzâde Ahmet Efendi ve Feridunzâde Hasan Muharrem Efendi tarafından yeniden yaptırılmıştır (Fatsa, 2008).

Çınarlar Camisi dikdörtgen planlı harim mekânın altında bodrum katı ve mahfil katı bulunan bir yapıdır. Eserin dıştan dışa boyutları 11.38m x 16.00m olup, son cemaat mekanı 2.90m uzunluğundadır. Taş duvar kalınlığı ortalama 80 cm'dir. Şehrin önemli yollarının kesiştiği bir kavşak üzerinde yer alan eserin, 1939 yılındaki depremden büyük hasar görmesi sonucu plan şekli değiştirilmiştir. Yıkılmadan önceki dönemde kubbeli ve kare planlı olan cami, depremden sonraki durumda dikdörtgen plana dönüştürülerek genişletilmiştir.

Harim katı, son cemaat yeri ve ahşap mahfil katından ibaret cami, kullanım alanının artırılması amacıyla 1994 yılında yeniden kapsamlı bir müdahaleye uğramıştır. Bu onarım kapsamında harim katının altındaki derinliğin artırılarak betonarme sistem çözümleri ile bodrum kat inşa edilmiştir (Çalık ve Fatsa, 2016). Bunun yanında ahşap mahfil katı da kaldırılarak betonarme mahfil katı oluşturulmuştur (Şekil 2.191).



Şekil 2.191. Çınarlar Camii plan, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)

Caminin kuzeyindeki son cemaat üç kemer açıklıklı, beden duvarları ve iki adet taş sütunların tonozlar ile örtülmesi ile oluşturulan son cemaat yerinden caminin ana girişi sağlanmaktadır. Bunun yanında caminin harim katına doğu cepheden, bodrum katına batı cepheden ve mahfil katına da güneydoğu köşeden de girişler vardır. Cami içinden bodrum katına iniş olsa da mahfil katına çıkış sağlanmamıştır. Kesme taş malzemedен yapılmış mihrabı ve ahşap tavan kaplaması yapının iç kısmındaki dikkat çeken öğeleridir. Minber ve kürsüsü ahşap olup, niteliksizdir.

Caminin doğu, batı ve güney cepheleri birbirine benzer şekilde moloz taş duvarlardan inşa edilmiştir. Yonu taşı pencere söveleri ve köşe taşları cephede dikkat çeken öğelerdir. Yapıda dış beden duvarlarında yapılan sıva raspası sonucu güney, doğu ve batı cephelerde taban, alt pencere üst kotu ve duvar üst kotunda betonarme kirişlerin olduğu belirlenmiştir. Taban ve pencere üst kotundaki kirişler moloz taş kaplanması yoluyla, duvar üst kotundaki kiriş ise ahşap kaplanması yoluyla kapatılmıştır. Caminin restorasyon öncesine ait görüntüleri Şekil 2.192’de, restorasyon sonrası duruma ilişkin görüntüleri ise Şekil 2.193’te sunulmuştur.



Şekil 2.192. Çınarlar Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Eserin minaresi kuzey cephede son cemaat mekânının batısında yer almaktadır. Düzgün yonu taşından tek şerefeli olarak yapılmış minarenin yonu taşı külâhı çift boğumludur. Kare kaidesi üzerinde yükselen yedisekiz ile farisili gövdeye geçiş sağlanmaktadır. Minarenin toplam yüksekliği 20.39m olup, kaide genişliği 2.96m'dir.

Çınarlar Camisinin Vakıflar Genel Müdürlüğünce gerçekleştirilen onarım kapsamında, projeleri Dr. Mimar Mukaddes Ataman tarafından hazırlanmış, restorasyon işi Seyit Sayın tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.193. Çınarlar Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Caminin restorasyonu, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 17 Nisan 2013 tarih ve 1165 sayılı kararıyla onaylanan eski eser projeleri doğrultusunda yaptırılmıştır. Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2015-2016 yıllarında gerçekleştirilen restorasyon kapsamında aşağıdaki uygulamalar yaptırılmıştır:

- Çatı üzerindeki marsilya tipi kiremit örtü kaldırılmış, çürüyen parçalar sökülerek konstrüksiyonunda tahkimat yapılmıştır. Ana taşıyıcı kirişlerden bozuk olanlar orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir. Çatı arasında ahşap kaplama yapıp üzerine ısı yalıtımı için 10 cm kalınlıkta cam yünü şilte serilmiştir. Kiremit altı kaplamasının üzerine bitüm esaslı kiremit altı yalıtım levhası serilmiş ve üzeri klasik tip oluklu kiremit ile kaplanmıştır (Şekil 2.194).
- Saçak altı ve saçak alın kaplamaları sökülerek sert ağaç malzemedan orijinali doğrultusunda yenilenmiştir. Mevcut yağmur iniş boruları sökülmüş, yerlerine boyalı galvanizli sacdan yağmur oluk ve iniş boruları yapılmıştır.



Şekil 2.194. Çınarlar Camii çatı onarımı görüntüleri

- Orijinal olmayan pencere doğramaları sökülerek mevcut örnekleri, restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan ısıcam detaylı olarak yenilenmiştir.
- Harim, bodrum ve mahfil katın ahşap döşemesi yenilenmiştir.
- Cami iç beden duvarlarında, sıva raspası yapılmış, yüzeyler horasan harcı ile sıvanarak yarı mat su bazlı boya ile boyanmıştır.
- Tavan kaplaması, ızgaraları ile birlikte sökülmüş ve orijinal örneği doğrultusunda çatalı ahşap tavan olarak yenilenmiştir (Şekil 2.195).



Şekil 2.195. Çınarlar Camii ahşap işleri görüntüleri

- Bodrum katın lambri kaplı duvarlarındaki çürümüş lambriler sökülmüş, sıvası raspa edilerek tekrar sıvanmış ve boyanmıştır (Şekil 2.196).
- Bodrum kattaki zemin sularının toplandığı ve önceden yapılmış su toplama kuyusu bodrumda önemli nem oluşumuna neden olmaktaydı. Bu kuyuda biriken su pompa yardımıyla dışarı atılmaktaydı. Restorasyon kapsamında Giresun Belediyesi ile yapılan işbirliği neticesinde toplanan suyun cazibe ile akması amacıyla kanal bağlantıları yaptırılmış ve nem sorununun kaynağı yapıdan uzaklaştırılmıştır.



Şekil 2.196. Çınarlar Camii bodrum ve çevre imalatları görüntüleri

- Son cemaat yerindeki muhdes duvarlar kaldırılmış, orijinal duvar ve sütunlar, tonozlar, cepheler ve zemindeki orijinal taş öğeler ortaya çıkarılmıştır. Yüzey temizliği yapıldıktan sonra derzleri yenilenmiştir.
- Cami ana giriş, doğu giriş ve mahfile çıkış kapısı ile minare kapıları sert ağaçtan projesi doğrultusunda yenilenmiştir.
- Orijinal olmayan minber ve kürsü ahşap olarak yenilenmiştir.
- Mihrapta yağlıboya temizliği yapılmış ve kalem işi öğeleri ihya edilmiştir.
- Orijinal pencere parmaklıkları raspa edilmiş, ardından parmaklıklar üzerine antipas sürülmüş ve parmaklıklar siyah mat dekorasyon boyası ile boyanmıştır.
- Dış beden duvarında sıvalı yüzeylerde sıva raspası yapılmış, alttan çıkan yüzeylerdeki derzler ve yonu taşı yüzeydeki derzler açılarak horasan harcı ile hemyüz derz olarak tekrar derzlenmiştir.
- Yapıda dış beden duvarlarında yapılan sıva raspası sonucu güney, doğu ve batı cephelerde taban, alt pencere üst kotu ve duvar üst kotunda betonarme hatılların olduğu belirlenmiştir. Taban ve pencere üst kotundaki hatılların moloz taş kaplanması yoluyla, duvar üst kotundaki hatıl ise ahşap kaplanması yoluyla kapatılmıştır (Şekil 2.197).



Şekil 2.197. Çınarlar Camii cephe işleri görüntüleri

- Minarenin kaide, gövde ve peteğinde bozuk taşlar çürütülmüş, kumlama yöntemi ile yüzey temizliği yapılmıştır.
- Cami çevresinde drenaj yapılmış, tretuvarlar ise andezit taşı ile kaplanmıştır.
- Eserin elektrik tesisatı ve ses sistemi tamamen yenilenmiş, yangın algılama sistemi kurulmuş ve tüm aydınlatma elemanları değiştirilmiştir. Eserde iklimlendirme için 4 adet salon tipi klima kullanılmıştır.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

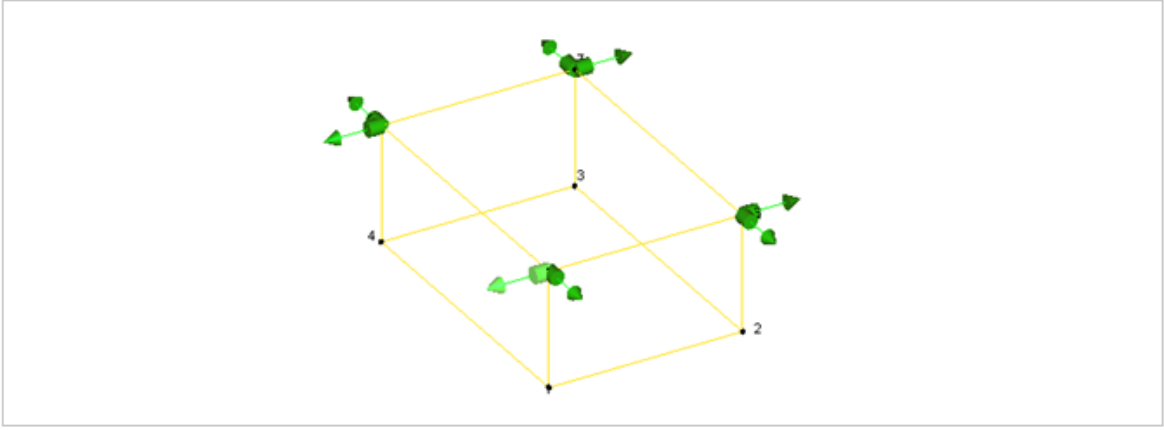
Restorasyon Sonrası

Çınarlar Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketleri ölçecek şekilde caminin köşe noktalarına yerleştirilmiştir. Şekil 2.198’de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



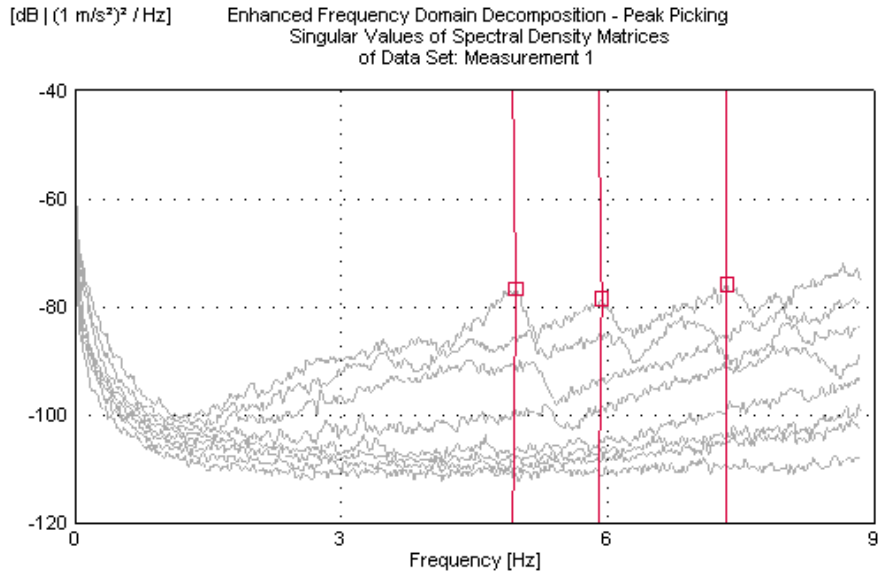
Şekil 2.198. Çınarlar Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.199’da verilmektedir.



Şekil 2.199. Çınarlar Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin dış gövde duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.200). Tablo 2.31’de ise restorasyon sonrası durum için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

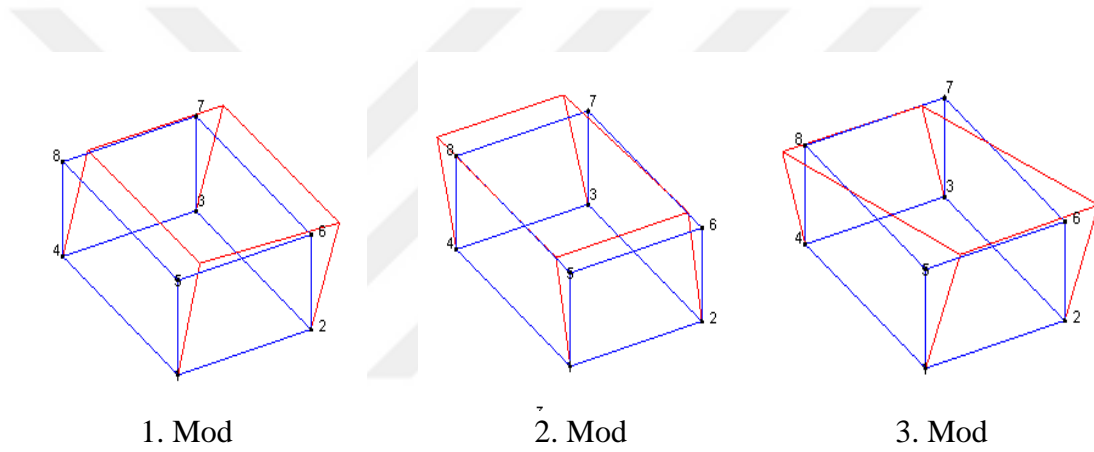


Şekil 2.200. Çınarlar Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.31. Çınarlar Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.934	1.490
2	5.898	2.155
3	7.342	1.786

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.201'de verilmektedir.



Şekil 2.201. Çınarlar Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

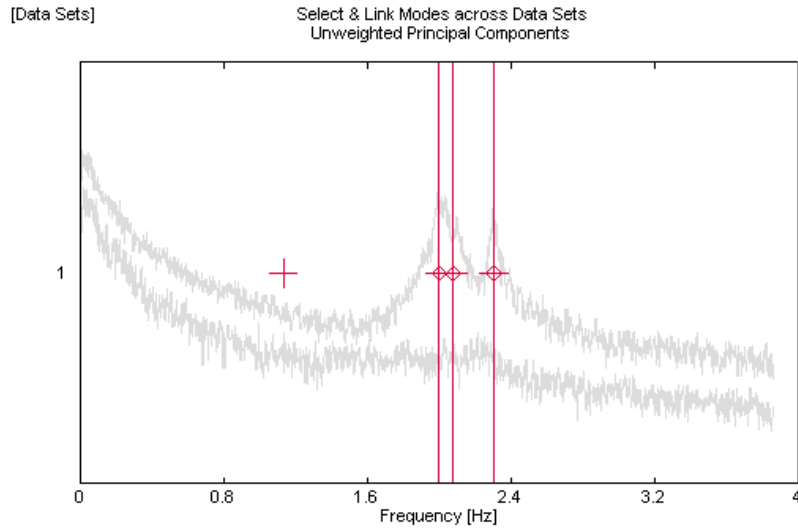
Restorasyon Sonrası

Çınarlar Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.202'de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.202. Çınarlar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden SAB Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.203). Tablo 2.32’de minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmiştir.



Şekil 2.203. Çınarlar Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.32. Çınarlar Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	SAB Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.002	1.449
2	2.080	2.995
3	2.308	0.586

2.2. Kargir Kubbeli Yığma Taş Camiler

Yığma taş camilerin, üst örtülerinin taş ya da tuğla malzemeler kullanılarak, kemer, tonoz, tromp, Türk üçgeni ve kubbeler ile teşkil edilmesi ile oluşturulmuş yapı tipleri kargir kubbeli yığma taş camiler başlığı altında incelenmiştir. Bu camilerin İslam mimarisi ile yapılmış örneklerinin yanında kiliseden çevrilmiş birçok örneği de bulunmaktadır. İslam coğrafyalarında günümüze kadar ulaşmış ve korunmuş birçok kiliseden dönme cami görkemli eserler olarak karşımıza çıkmaktadır. Yörelere fetihlerinden sonra camiye çevrilen bu tip eserler varlıklarını sürdürürken, çeşitli onarım ve müdahalelere de maruz kalmışlardır. Örnek olarak seçilen eserlerin cami mimarisi ile inşa edilmiş olan örneklerinde yer alan Türk üçgeni ve tromplar gibi geçiş elemanları ile kilise mimarisi ile inşa edilmiş olanların tonoz ve kemer elemanlarının yapılarda oluşturduğu ağırlık etkisi ve duvarları birlikte hareket ettirmesi dikkate alınarak yapısal davranış ve dinamik karakteristiklerinin benzeşmesi açısından birlikte değerlendirilmiştir.

Çalışmanın bu bölümünde, yukarıda belirtilen şekilde kiliseden dönüştürülmüş yığma kubbeli kargir cami ve İslami formlara göre inşa edilmiş kargir kubbeli yığma cami örneklerinin bulunduğu bir grup yapı üzerinde yapılan çevresel titreşim ölçümleri ve sonuçları sunulmuştur. Yapılan incelemelerden bir kısmı restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri içermekte iken bir kısmı ise yalnız restorasyon öncesi ya da sonrası ölçümleri içermektedir.

2.2.1. Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Muhittin Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Taşınmaz kültür varlığı olarak tescilli Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Muhittin Camii ve minaresi, Trabzon İli Ortahisar Cumhuriyet Mahallesi 200 ada 45 parselde yer almaktadır. Eserin kuzeyinde Yavuz Selim Bulvarı (Tanjant Yolu), güneyinde konut, doğusunda fırın yapısı ve batısında yol bulunmaktadır. Hacı Kasım Muhittin Camii Trabzon'un önemli eserlerinden biri olup, bulunduğu semte Hacı Kasım adının verilmesine neden olmuştur. Yapının konumunu belirtir harita Şekil 2.204'te verilmektedir.



Şekil 2.204. Hacı Kasım Camii uydu görüntüsü (URL-1)

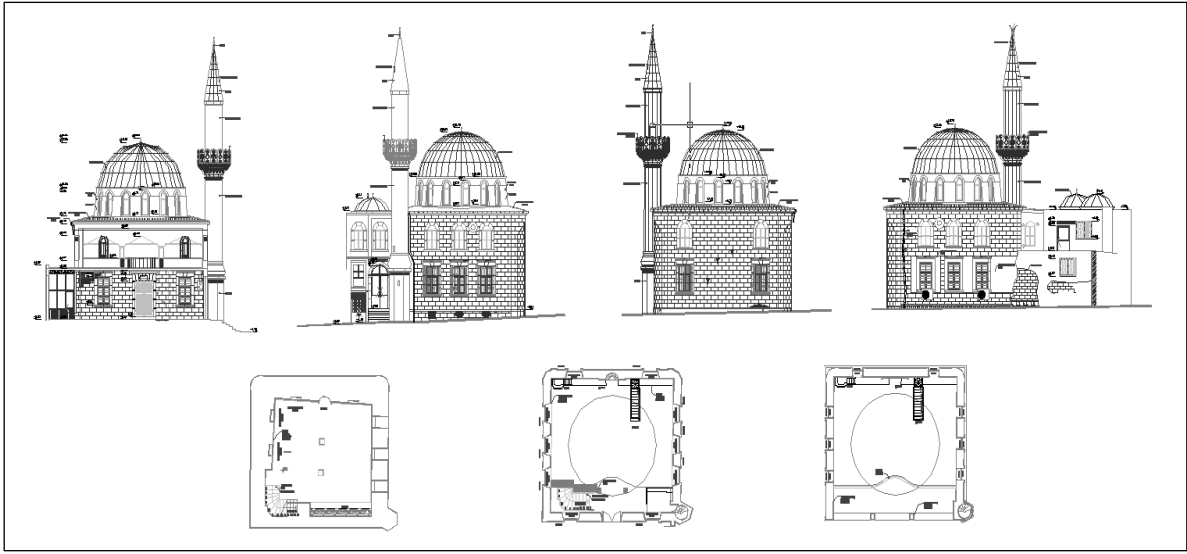
Eser, Mazbut Hacı Kasım Muhittin Camii Vakfına ait olup, idaresi ve temsili Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Cami ilk olarak Yavuz Sultan Selim'in defterdarı Hacı Kasım tarafından 1531 yılında ahşap bir mescit olarak inşa ettirilmiştir (Eroğlu, 2007). Ahşap mescidin yanması üzerine Hazinedarzade Osman Paşa tarafından bugünkü şekli ile yeniden yaptırılmıştır. Mihrap üzerinde bulunan tek satırlık ayet kitabesine göre inşa tarihi; rumi takvimde 11 Haziran 1236 olup bu tarih miladi takvimde 23 Haziran 1821'e tekabül etmektedir (Özen vd., 2010).

Yeniden inşası Sultan II. Mahmut'un padişahlığı döneminde yapılan eserin dönemin etkili üslupları olan barok, rokoko ve ampir izlerini taşıyan öğeleri bulunmaktadır (Eroğlu, 2007). Eser Kültür varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 14.12.1974 tarihli kararı ile tescilli olup, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu envanterine 425 numara ile kayıtlıdır (Özen vd., 2010). Cami, restorasyon öncesi durumunu gösterir fotoğrafları Şekil 2.205'te verilmektedir.



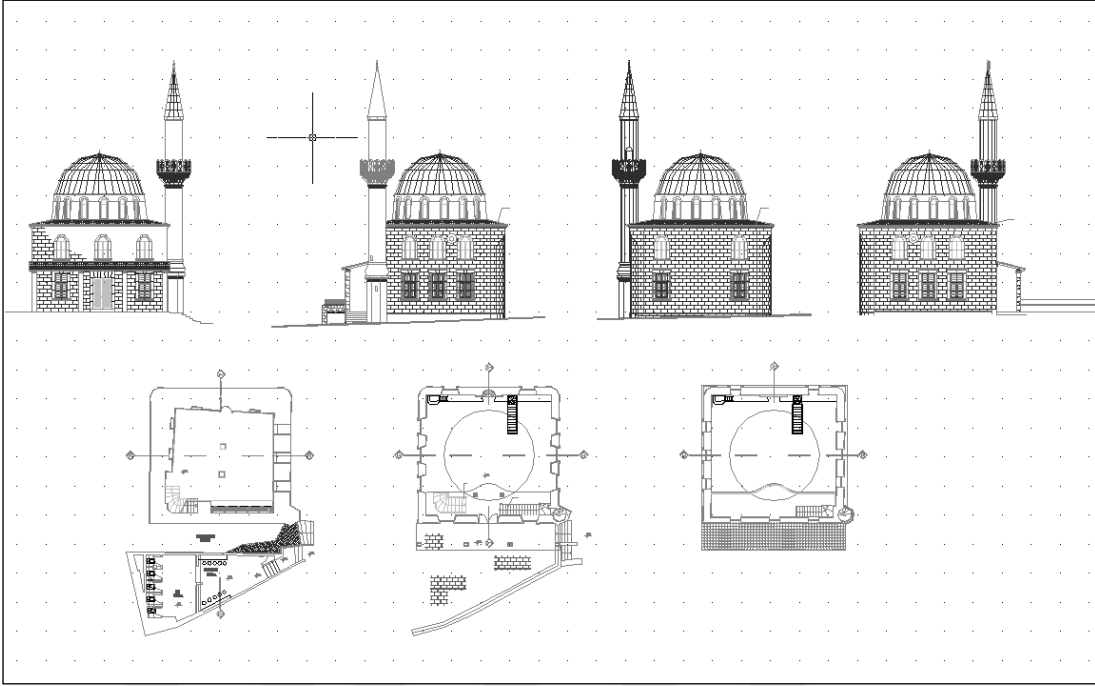
Şekil 2.205. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Hacı Kasım Camisinin projeleri 2008 yılında Mimar Ali Kemal Gün tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon öncesi durumunu gösterir rölöve projesi Şekil 2.206'da sunulmuştur. Camii, ana ibadet mekanı dıştan dışı 12.25m x 11.81m boyutlarındadır. Yığma duvar kalınlığı ortalama 70cm'dir. Yapının tuğla yığma kubbesinin yarıçapı 3.90m olup, kubbe kalınlığı 18cm civarındadır. Kubbenin alt yüzünün yerden yüksekliği 13.25m olup, kasnak kısmından itibaren yüksekliği ise 3.25m'dir. Yapının kuzeybatısında bulunan kesme taş minarenin yüksekliği 22.60m olup, kaide genişliği 1.80m'dir.



Şekil 2.206. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi plan ve görünüşleri (Rölöve, 2008)

2013 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyon uygulaması Dr. Mimar Mukaddes Ataman'ın taahhüdü altında tamamlanan Hacı Kasım Muhittin Camiinin restorasyon sonrası halini yansıtan restorasyon projesi Şekil 2.207'de verilmektedir.



Şekil 2.207. Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası plan ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2008)

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013 yılında restorasyonu tamamlanan eser, hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.208'de Hacı Kasım Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görünüşleri verilmektedir.



Şekil 2.208. Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2013 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Betonarme olarak yapılmış eklenti son cemaat mekânı ve kubbeler yıkılarak yapı arındırılmış; son cemaat mekânı, projesi doğrultusunda taş sütunlar üzerinde oturtulan ahşap sundurma şeklinde teşkil edilmiştir. Eklenti yapıldıktan sonra açılan son cemaat duvarı örülerek kapatılmış ve cephe duvarları bütünlenmiştir (Şekil 2.209).



Şekil 2.209. Hacı Kasım Camisi restorasyon aşamasına ait görüntüler

- Yonu taşı mihrap, yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal taş öğeler ortaya çıkarılmıştır (Şekil 2.210).



Şekil 2.210. Hacı Kasım Camii mihrap temizliği

- Cami dış cepheleri fiziksel temizleme yöntemi ile temizlenmiş, bozulmuş derzler orijinali doğrultusunda yenilenmiştir.
- Cami cephelerindeki bozulmuş taş kaplamalar, söveler ve kornişler çürütülerek orijinali doğrultusunda yenilenmiştir (Şekil 2.211).



Şekil 2.211. Hacı Kasım Camii taş çürütmeleri

- Kubbenin bakır örtüsü kaldırılmış, gerekli şap tadilatı ve yalıtımı yapılarak tekrar bakır örtü ile kaplanmıştır (Şekil 2.212). Çatıda kubbe kısmın dışında kalan düz satırlardaki marsilya tipi kiremit örtüsü kaldırılmış, altındaki ahşap elemanlar yenilenmiş, yalıtımı yapılarak klasik tip kiremit ile döşenmiştir.



Şekil 2.212. Hacı Kasım Camii kubbe onarımı

- Cami içinde kubbe kısmındaki kalem işleri ihya edilmiş, geri kalan duvarlarda boya uygulaması yapılmıştır (Şekil 2.213).



Şekil 2.213. Hacı Kasım Camii kubbe altındaki süsleme imalatı

- Kuzey cephesinde sonradan açılan orijinal duvar restorasyon projesine göre tamamlanmıştır (Şekil 2.214).



Şekil 2.214. Hacı Kasım Camii kuzey cephe imalatları

- Mahfil katın ahşap döşeme ve tavan kaplamalarının bozuk kısımları yenilenmiştir (Şekil 2.215).



Şekil 2.215. Hacı Kasım Camii mahfil katı imalatları

- Minare kaidesinde bozulmuş taşlar değiştirilmiş, şerefe seviyesinden yukarısı sökülerek yenilenmiştir. Bu imalatta sökülmüş petek kısmından kullanılabilecek taşlar ıslah edilerek kullanılmış, diğerler elemanlarda ise orijinal taş örneğine uygun renk ve dokudaki yeni taşlarla tamamlama yapılmıştır. Minarenin ahşap Peteği ise tamamen yenilenmiş ve üzeri bakır kaplama yapılmıştır (Şekil 2.216).



Şekil 2.216. Hacı Kasım Camii Minaresinin restorasyonuna ait görüntüler

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

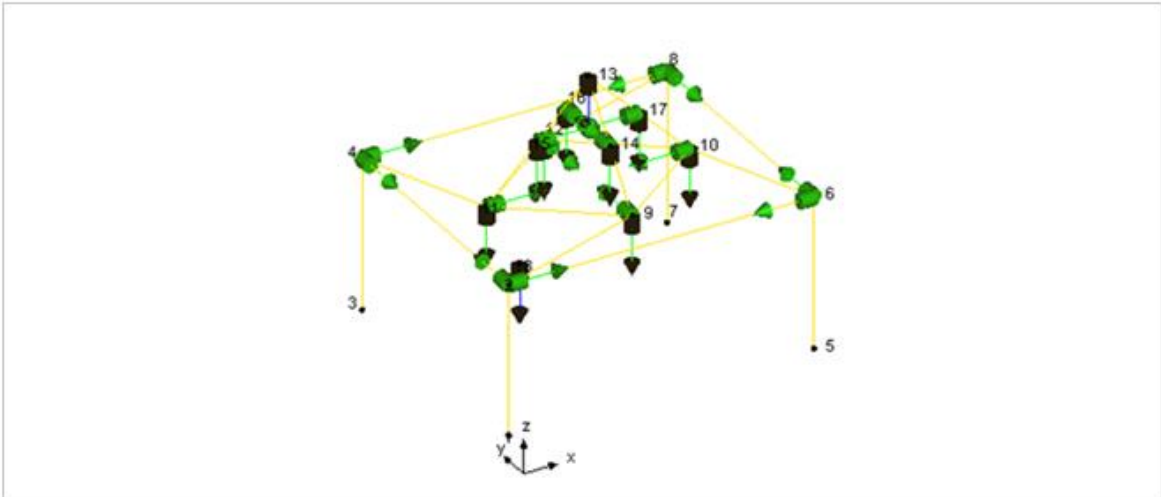
Restorasyon Öncesi

Hacı Kasım Muhittin Camisi, kubbesi ile birlikte üç aşamada kablolu ivmeölçerler ile ölçülmüştür. İlk aşamada kubbenin tepesine düşey ekseninde bir ivmeölçer yerleştirilmiş, güney, kuzey ve doğu, batı istikametinde kubbenin yüksekliğinin ortasına gelecek şekilde düşey ve yatay (x ve y eksenini) yönde 8 adet ivmeölçer yerleştirilmiştir. Bu esnada bir adet referans ivmeölçer de cami beden duvarının kuzeybatı köşesine düşey ekseninde yerleştirilmiştir. Bu şekilde yerleştirilen ivmeölçerlerden 40 dakikalık ölçümler alınmış ve veriler değerlendirilmiştir. İkinci aşamada ise ilk aşamada yerleştirilen referans ivmeölçer ve tepe noktadaki ivmeölçer aynen bırakılmış, diğer sekiz ivmeölçer buldukları eksenlerde olacak şekilde kubbe ortalarından kasnak hizasına taşınmıştır (Şekil 2.217). Bu şekildeki ivmeölçer düzeni ile ölçüm 40 dakika süreyle tekrarlanmıştır.



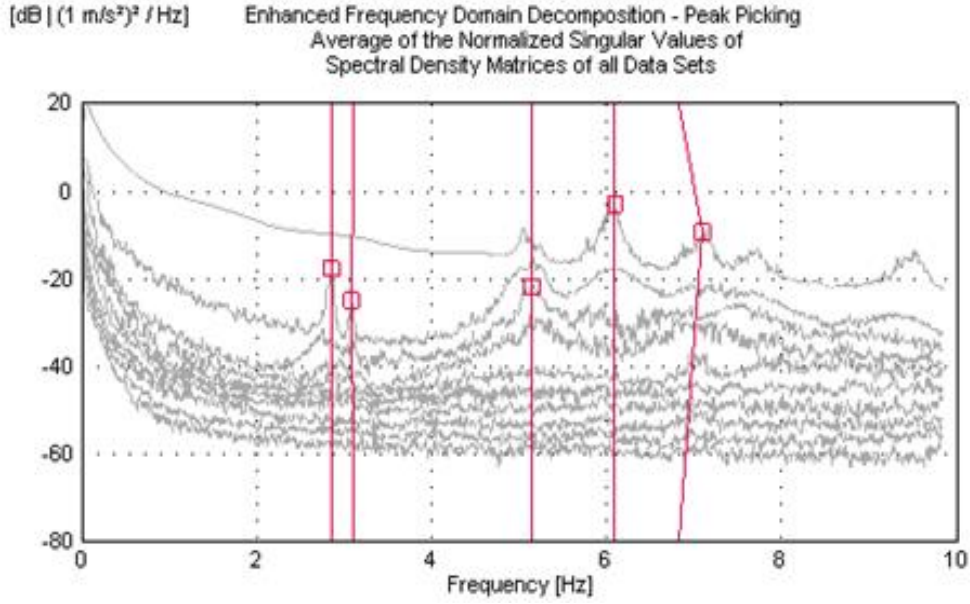
Şekil 2.217. Hacı Kasım Camisi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Üçüncü aşamada ise cami beden duvarlarında ölçüm gerçekleştirilmiştir. Cami beden duvarlarının kuzey-doğu-batı-güney köşelerinde yere paralel şekilde ivmeölçerler yerleştirilmiş ve ilk ölçümlerdeki referans ivmeölçer sabit tutularak beden duvarlarından 40 dakikalık ölçüm alınmıştır. Tüm ivmeölçer yerleşimlerinin şematik gösterimi Şekil 2.218'de verilmektedir.



Şekil 2.218. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

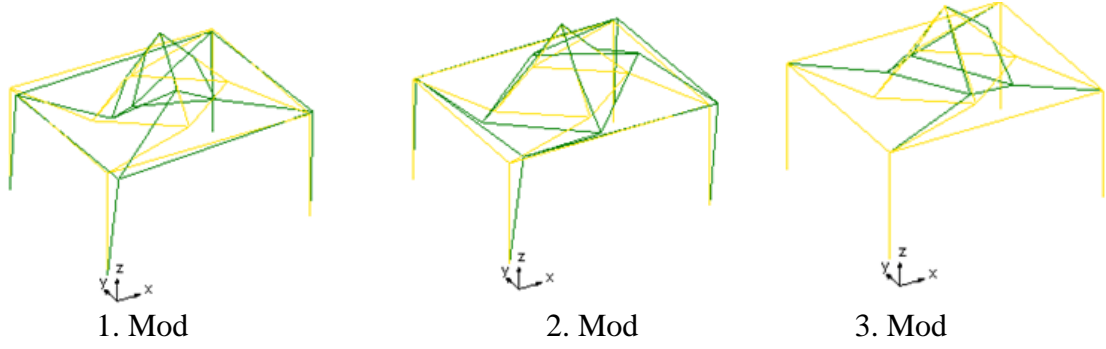
Üç aşamadan da elde edilen veriler referans ivmeölçer yardımıyla program tarafından birleştirilmiş ve GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve sönüm oranları Şekil 2.219’da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.33’te caminin ilk üç doğal frekansı ve sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.220’de gösterilmektedir.



Şekil 2.219. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2. 33. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.850	0.615
2	3.112	0.735
3	5.157	0.282



Şekil 2.220. Hacı Kasım Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

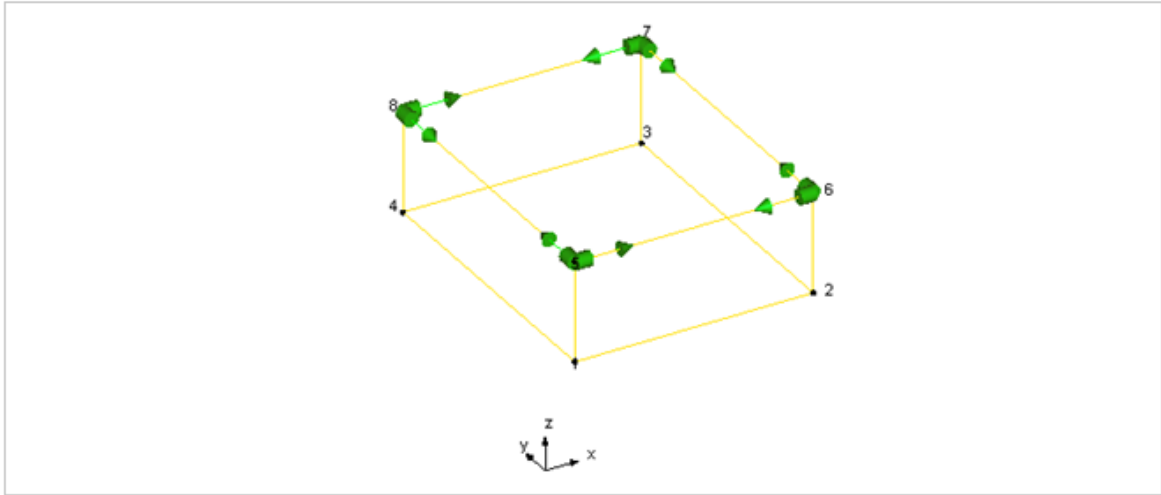
Restorasyon Sonrası

Hacı Kasım Muhittin Camisi'nde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Restorasyon sonrası durumda kubbenin su yalıtımı ve bakır örtüsünün kaplanması işlemi tamamlandığı için kubbeden ölçüm alma imkânı olmamıştır. Bu sebeple ölçümler yalnızca beden duvarlarından alınarak yapılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 40 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.221'de ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



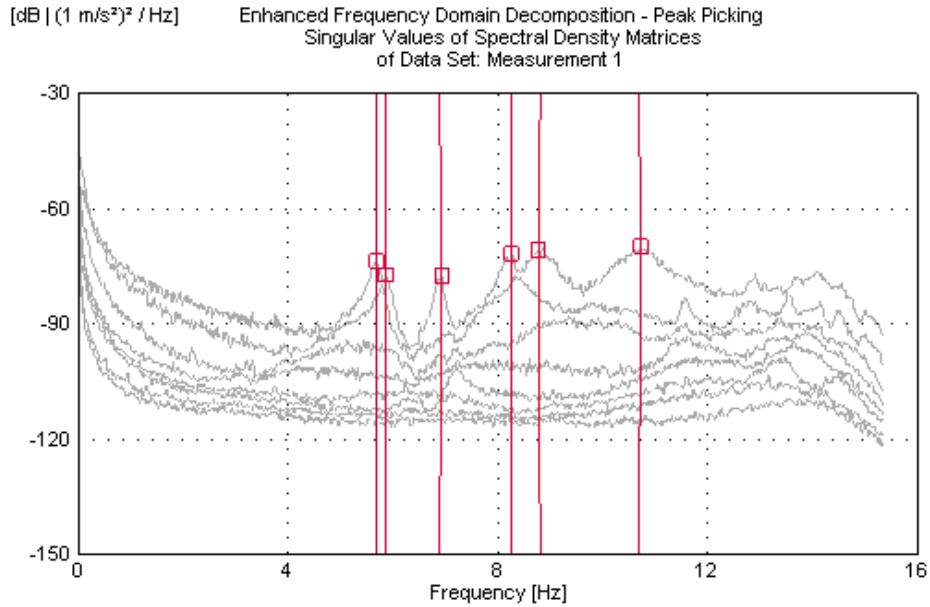
Şekil 2.221. Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.222'de verilmektedir.



Şekil 2.222. Hacı Kasım Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.223'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

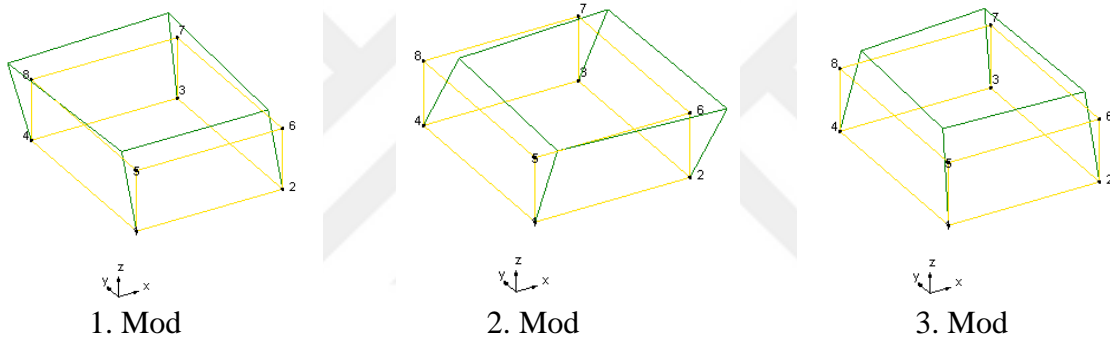


Şekil 2.223. Hacı Kasım Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.34'te ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.224'de gösterilmektedir.

Tablo 2.34. Hacı Kasım Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.677	0.978
2	5.873	0.521
3	6.896	0.978

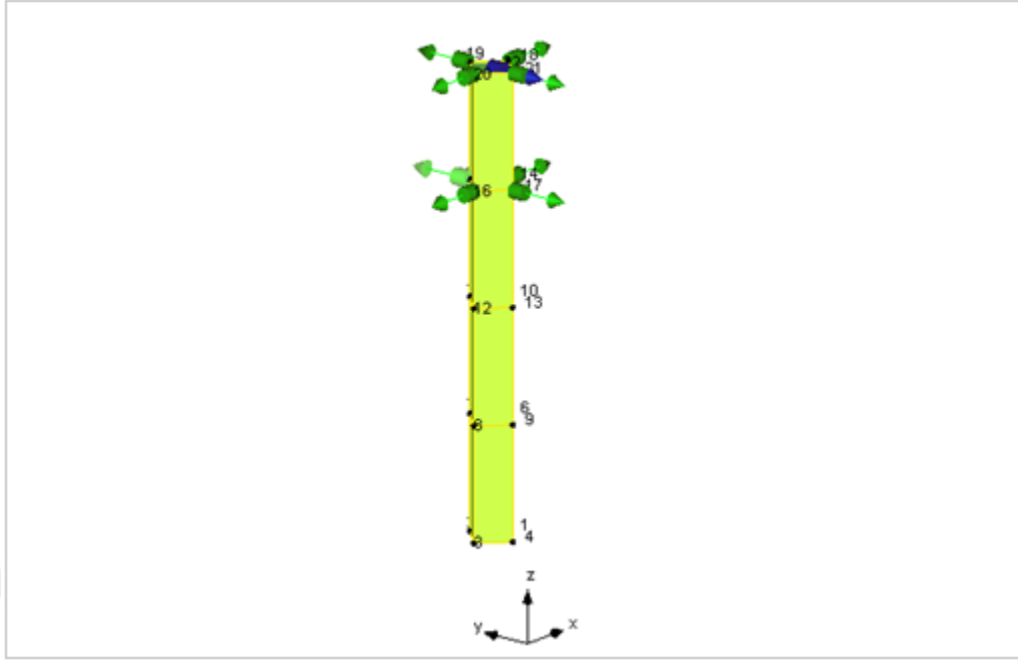


Şekil 2.224. Hacı Kasım Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Minare beden duvarlarında güney, kuzey, doğu ve batı yönlerine yerleştirilen ve Şekil 2.225'te gösterilen biçimde 9 adet tek eksenli ivmeölçerler yardımı (16 ölçüm noktası) ile ölçümler yapılmıştır. İvmeölçerler yerleştirilirken, 1 adet referans ivmeölçer yerleştirilmiş olup, 8 adet ivmeölçerin yer değiştirilmesi ile 30 dakikalık ölçüm gerçekleştirilmiştir. Referans ivmeölçerin tanımlanması ile sinyaller bilgisayar programı yardımı ile birleştirilmiştir. Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm düzeneğinin temsili çizimi Şekil 2.225'te, ivmeölçerin yerleşimi ve ölçüm düzeneği fotoğrafı ise Şekil 2.226'da sunulmuştur.

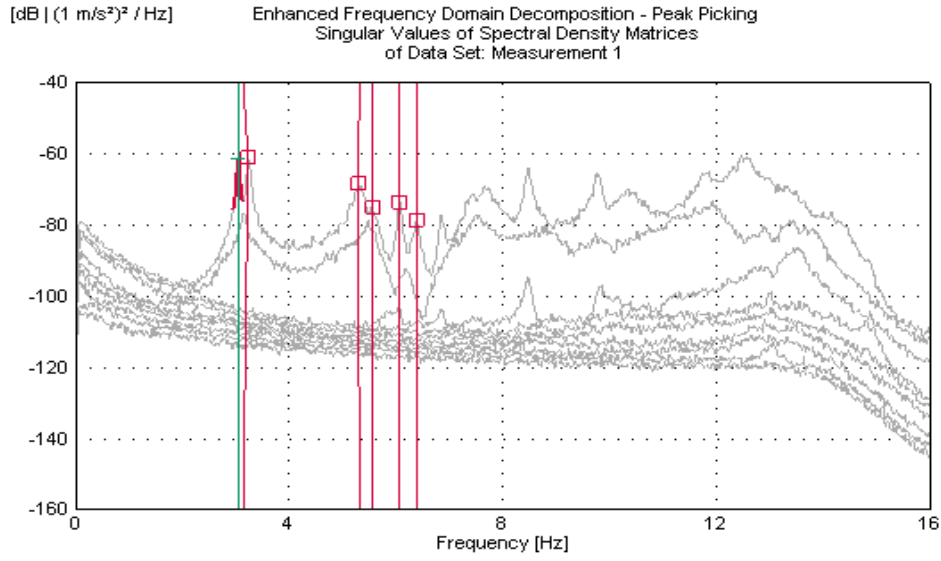


Şekil 2.225. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi



Şekil 2.226. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Minarenin restorasyon öncesi çevresel titreşim testi ölçümünden elde edilen spektrum grafiği Şekil 2.227'de, ilk üç moduna ait frekans değerleri ve sönüm oranları ise Tablo 2.35'te sunulmuştur.



Şekil 2.227. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.35. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.045	0.494
2	3.142	0.537
3	5.320	1.355

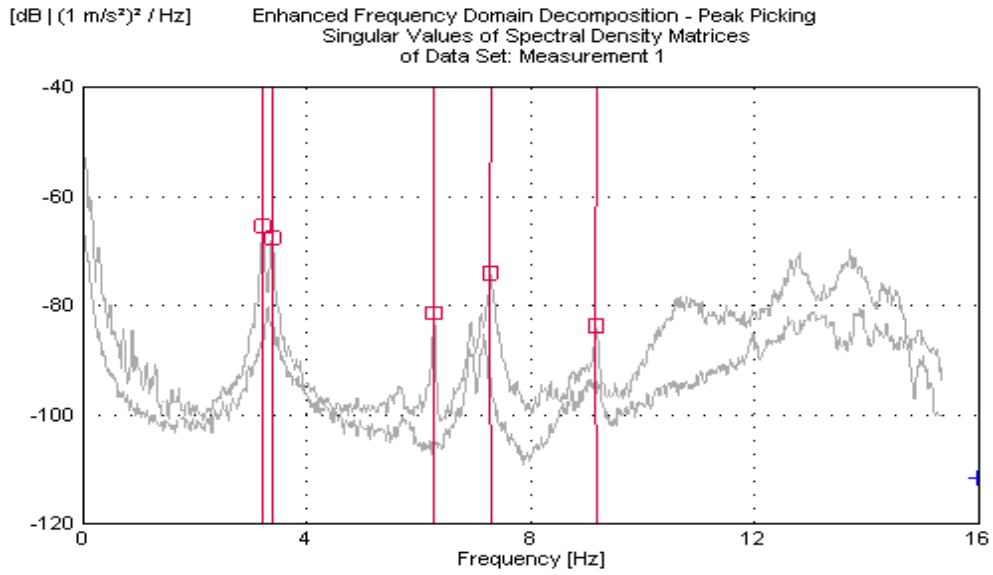
Restorasyon Sonrası

Restorasyon sonrası minarede yalnızca doğal frekans ve sönüm oranlarının belirlenmesi amacıyla beden duvarlarında iki adet ivmeölçer yardımıyla ölçüm yapılmıştır. İvmeölçerler minarenin beden duvarlarına doğu, batı istikametinde yerleştirilmiş ve 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Restorasyon sonrası ölçüme ilişkin fotoğraflar Şekil 2.228’de sunulmuştur.



Şekil 2.228. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Dinamik karakterlerin belirlenmesinde restorasyon öncesi durumda olduğu gibi GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Buna ilişkin spektrum grafiği Şekil 2.229’da, elde edilen frekans ve sönüm oranı değerleri ise Tablo 2.36’da sunulmuştur.



Şekil 2.229. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.36. Hacı Kasım Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.221	0.757
2	3.388	0.753
3	6.282	0.240

2.2.2. Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii

Genel Bilgiler

Trabzon ili Ortahisar İlçesi Pazarkapı Mahallesi, 100 ada 7 parselde yer alan caminin mülkiyeti Fatih Sultan Mehmet Vakfına aittir. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 13.11.1980 tarihli kararı ile tescillenen yapının uydu görüntüsü Şekil 2.230'da verilmektedir.



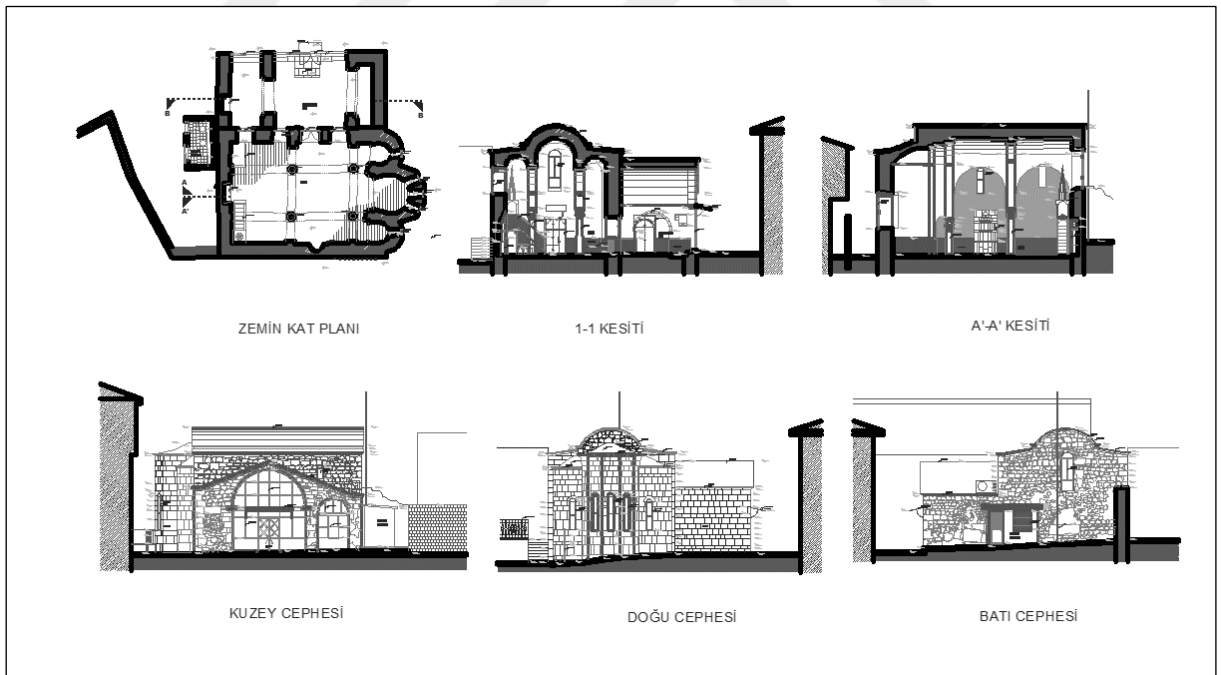
Şekil 2.230. Molla Siyah Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Pazarkapı Mahallesi'nde yer alan yapı 11. yüzyıla tarihlendirmekte olup, özgün biçimi üç nefli ve apsisli bir bazilikadır (Özen vd.,2010, Bozal, 2011). Trabzon'u fethinin ardından bir dönem daha varlığını kilise olarak sürdüren eser daha sonra Hristiyan nüfusun azalması ile kullanılmaz hale gelmiş ve camiye çevrilmiştir. 1557'den önce camiye dönüştürüldüğü düşünülmektedir (Özen vd., 2010). Bu dönemden itibaren cami hizmetini kesintisiz sürdürmektedir. Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılında gerçekleştirilen onarım kapsamında Envar Mimarlık tarafından hazırlanan Koruma Kurulu onaylı projesine göre yapı, müdahalelerinden arındırılmış gerekli güçlendirme uygulamaları yapılmıştır. Eserin 2015 yılı restorasyon öncesi halini gösterir fotoğraflar Şekil 2.231'de sunulmuştur.

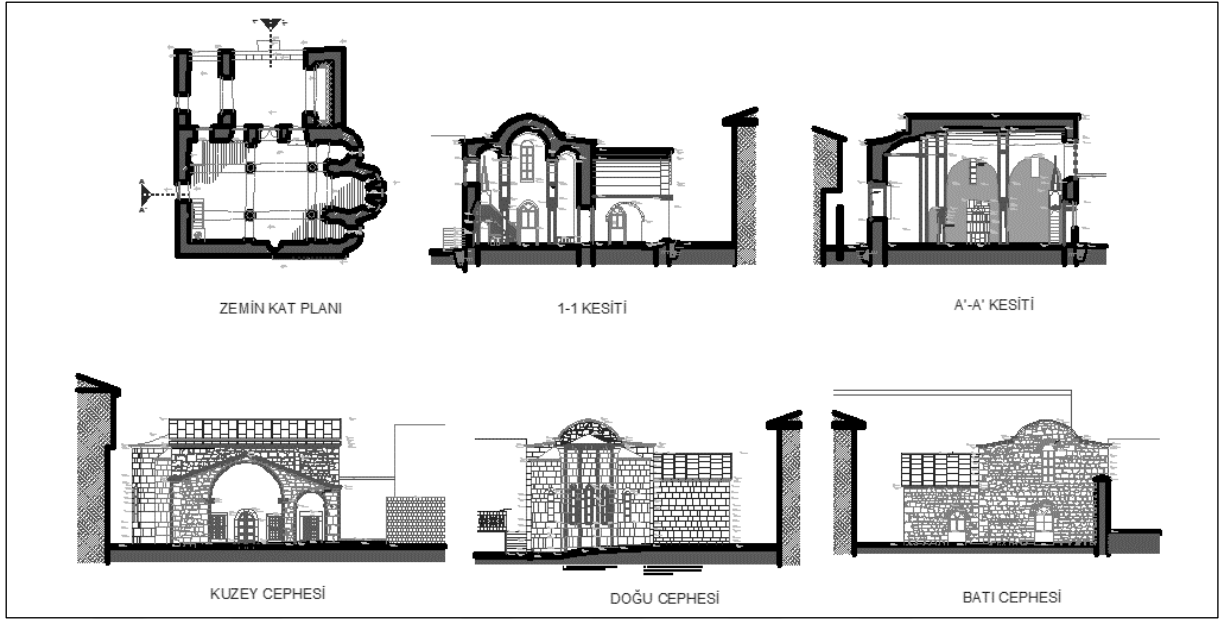


Şekil 2.231. Molla Siyah Camii restorasyon öncesine ait görüntüler

Cami kilise mimarisi ile inşa edilmiş bir yapı olup, yaklaşık 70cm kalınlığında kesme ve moloz taş kaplama duvarlar ve yapı ortasında bulunan 4 adet taş sütun yardımıyla taşınmaktadır. Duvarlar ve sütunların üzerlerinde kemerler ve tonozlar ile teşkil edilen üst örtü, geçmiş onarımlarda beton ile kaplanmıştır. Eser 11.99mx7.53m boyutlarında olup, son cemaat mekânının uzunluğu 4.37m dir. Yapının rölöve projesinin plan kesit ve görünüşlerini içeren çizimler Şekil 2.232’de, restorasyon projelerinin plan, kesit ve görünüşleri ise Şekil 2.233’te sunulmuştur.



Şekil 2.232. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi plan, kesit ve cephe görünüşleri (Rölöve, 2011)



Şekil 2.233. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası plan, kesit ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2011)

Tarihi Molla Siyah Camisi restorasyonu 2015 yılı içerisinde Mimar Kemal Bektaş tarafından gerçekleştirilmiş olup, hâlihazırda ibadete açıktır. Eserin restorasyondan sonraki halini gösterir görüntüler Şekil 2.234’te sunulmuştur.



Şekil 2.234. Molla Siyah Camii restorasyon sonrasına ait görüntüler

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Kapatılmış son cemaat mekânı projesi doğrultusunda açılmış ve yapı özgün görüntüsüne kavuşturulmuştur.

- Çatıda su yalıtımı yapılmış, üzeri geleneksel detayına uygun şekilde kurşun örtü ile kaplanmıştır.
- Yonu taşı mihrap yağlı boyalardan temizlenmiş ve orijinal taş öğeler ortaya çıkarılmıştır.
- İç sıvalardaki sökümler neticesinde, son cemaatin doğu ve batısındaki tonozlarda kuzey güney doğrultuda ve tonozun üst kısmında derin çatlaklar görülmüştür. Bu çatlaklar için hidrolik kireç harcı ile enjeksiyon ve çelik dikişler ile güçlendirme uygulaması yapılmıştır. (Şekil 2.235)
- İç sıvaların sökümünde yapının güneybatı köşesinde duvar eksenine dik bir açılmanın olduğu belirlenmiş ve bu kısımlar çatlak çürütme, hidrolik kireç enjeksiyonu ve çelik dikiş atılması yöntemleri ile güçlendirilmiştir. Bu köşeye doğu-batı istikametinde dik doğrultuda olan ve bir nevi payanda görevi gören moloz duvar restorasyon çalışmalarında çevre düzenlemesi kapsamında kaldırılmıştır.



Şekil 2.235.Molla Siyah Camii duvar ve tonoz güçlendirme imalatları

- Çimento esaslı iç sıvanın sökümü neticesinde sütun ve duvarları bağlayan kemerlerin güneybatı ve batı cephelerindeki öğelerinin betonarme olarak yapıldığı belirlenmiştir. Bu itibarla yapıda kemerlerin doğal taş olarak bırakılması hedefi gerçekleştirilememiş ve sütunlar hariç tüm yüzeyler horosan harcı ile yeniden sıvanmıştır (Şekil 2.236).
- Yapı içinde geçmiş dönemlerde yapılmış dolguda hafriyat yapılarak ve zeminde orijinal kot bulunarak bu kısmın üzerine kirişli ahşap döşeme yapılmıştır.
- Eserin pencere ve kapıları ahşap olarak yenilenmiştir.



Şekil 2.236. Molla Siyah Camii taş ve hafriyat imatları

- Dış sıvanın sökümü neticesinde ortaya çıkan moloz ve kesme taş elemanlarda gerekli görülenlerde çürütme yapılmış derz açılmış ve yeniden derz yapılmıştır (Şekil 2.237).



Şekil 2.237. Molla Siyah Camii cephe imatları

- Cami çevresinde drenaj, tretuvar ve çevre düzenlemesi imatları yapılmıştır (Şekil 2.238).



Şekil 2.238. Molla Siyah Camii drenaj ve çevre düzenleme imatları

Molla Siyah Caminin restorasyon sonrasına ilişkin görüntüler Şekil 2.239'da verilmektedir.



Şekil 2.239. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

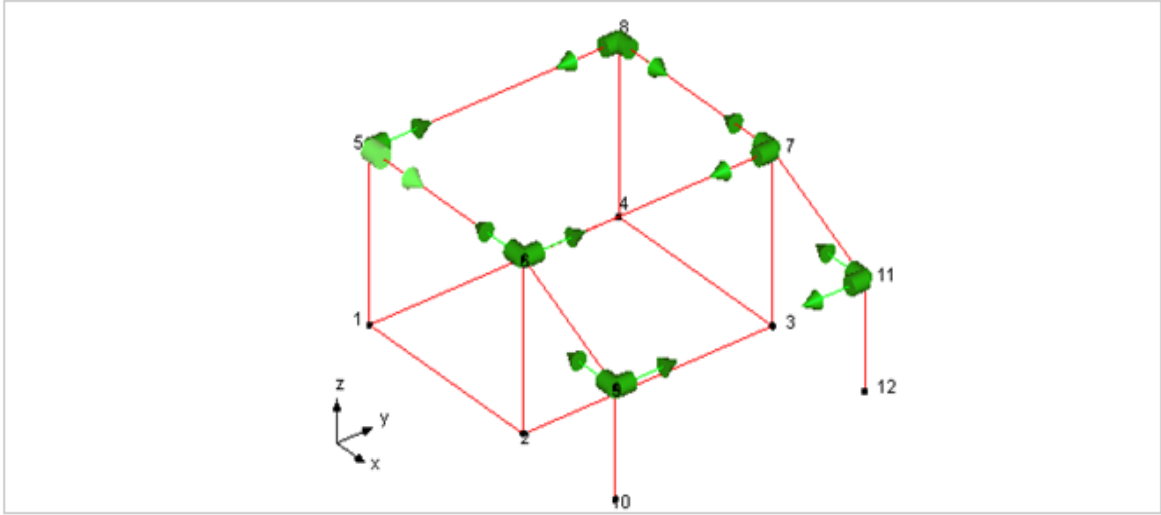
Restorasyon Öncesi

Molla Siyah Camisinde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümde toplam 12 adet ivmeölçerlerin yapının tüm köşe noktalarına yer eksenine paralel, kuzey, güney ve doğu batı istikametinde monte edilmesi ile ölçüm alınmıştır. Ölçüm süresi 30 dakikadır. Bu ölçüm verileri değerlendirilerek yapının restorasyon öncesi dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil 2.240'ta ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



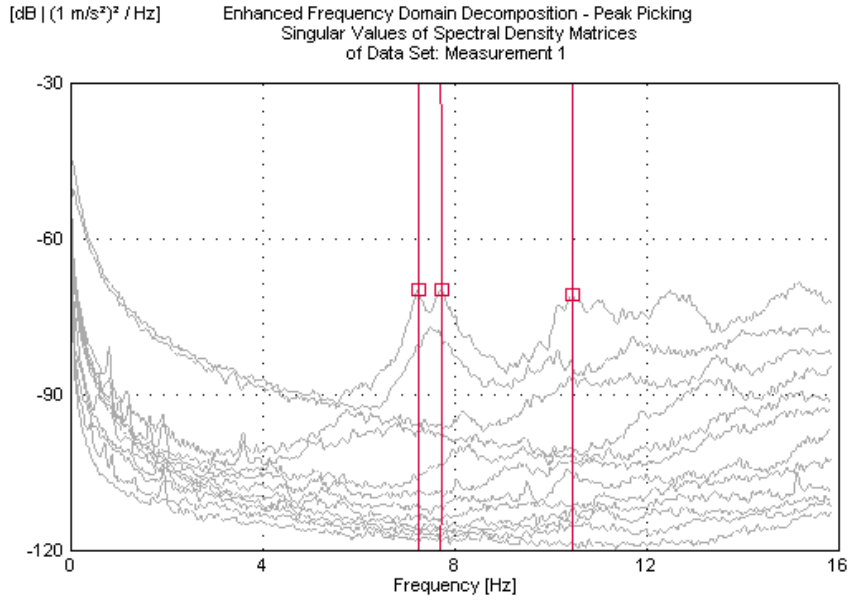
Şekil 2.240. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.241'de verilmektedir.



Şekil 2.241. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçümüne ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon öncesi durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.242’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

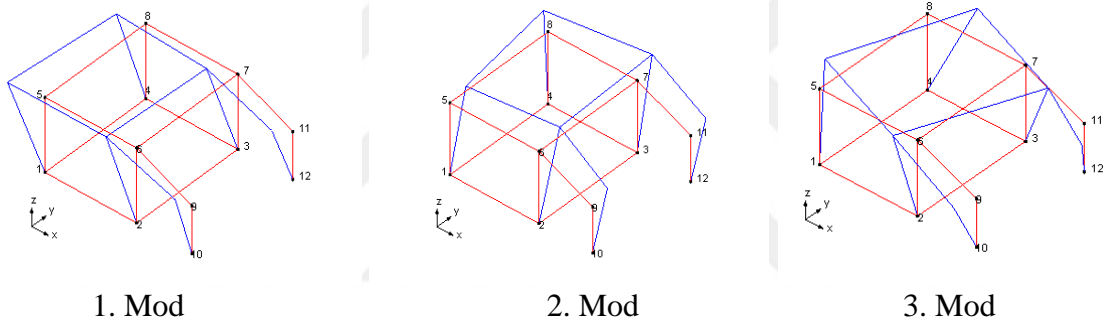


Şekil 2.242. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.37’de restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.243’te verilmektedir.

Tablo 2.37. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	7.249	1.520
2	7.721	1.378
3	10.480	2.582



Şekil 2.243. Molla Siyah Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

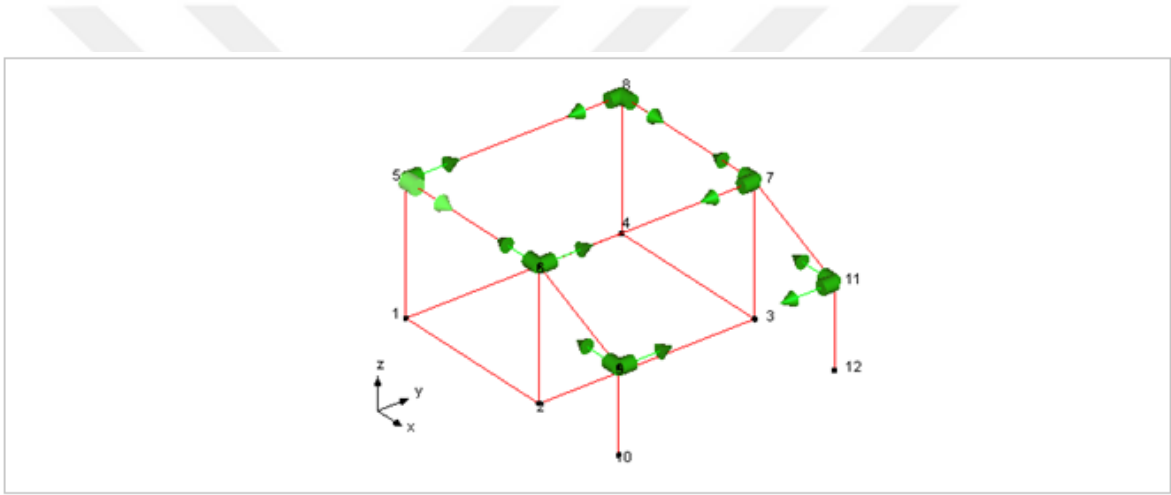
Restorasyon Sonrası

Molla Siyah Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde toplam 12 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Yapının üzerinin kurşun örtü ile kaplanması sebebiyle restorasyon öncesinde olduğu gibi çatı kaplamasından ölçüm alma şansı kalmamıştır. Bu nedenle, yalnızca köşe notalarından ölçüm alınmıştır. Şekil 2.244’te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



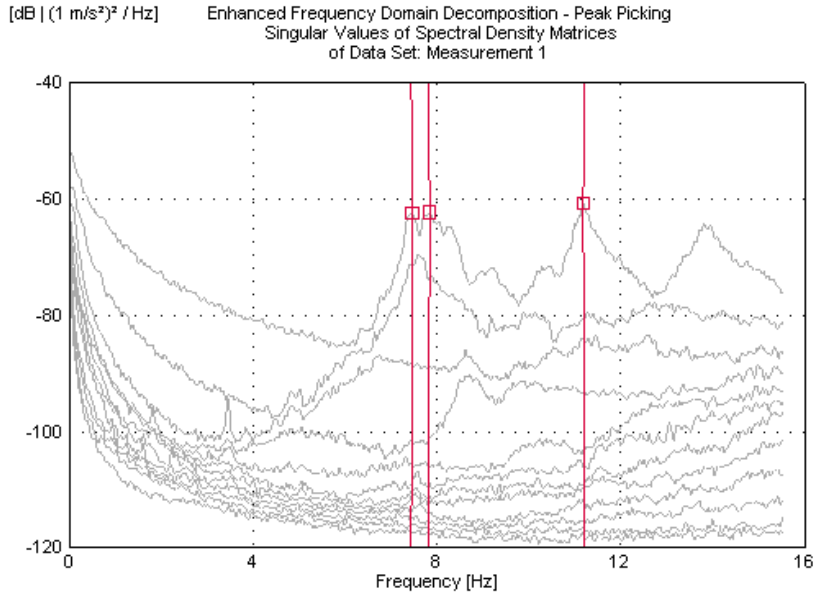
Şekil 2.244. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.245'te verilmektedir.



Şekil 2.245. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçümüne ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.246'da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

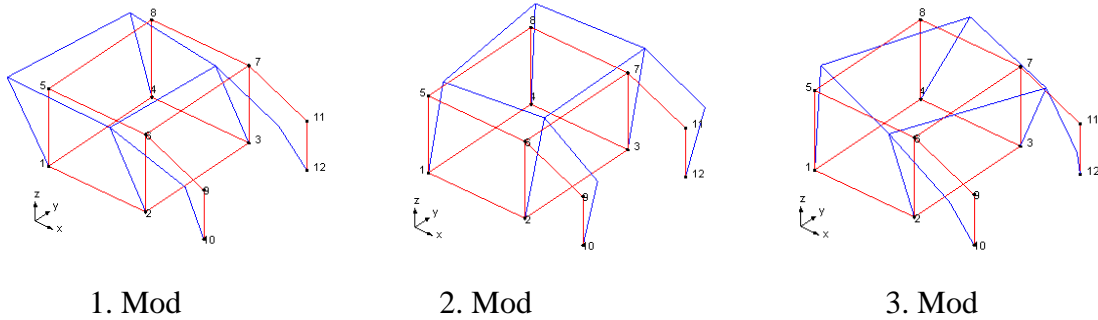


Şekil 2.246. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.38’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.247’de verilmektedir.

Tablo 2.38. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	7.445	1.172
2	7.831	1.467
3	11.210	2.089



Şekil 2.247. Molla Siyah Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.2.3. Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii ve Minaresi

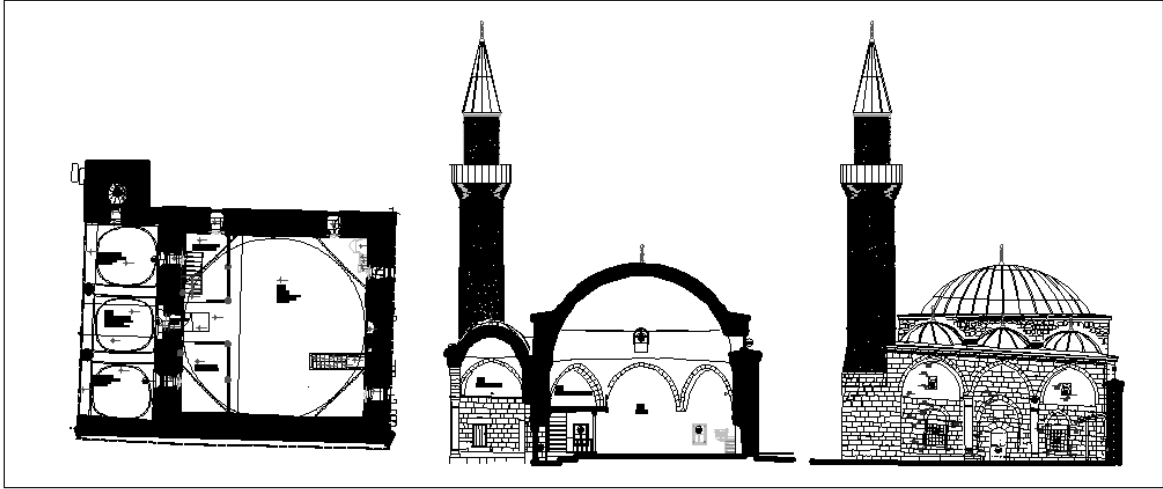
Genel Bilgiler

Behramşah Camii, Giresun ili Şebinkarahisar İlçesi Avutmuş Mahallesi 525 ada ve 1 parselde kayıtlıdır. Şebinkarahisar kent merkezine yaklaşık 7 kilometre uzaklıktaki Avutmuş mahallesinde yer alan cami eğimli bir arazi üzerine inşa edilmiştir. Mülkiyeti Vakıflar Bölge Müdürlüğüne ait olan yapı, Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun 12.01.1979 tarih ve A-1490 sayılı kararıyla korunması gereken eski eser olarak tescillenmiştir. Şekil 2.248'de yapının uydu fotoğrafı yer almaktadır.



Şekil 2.248. Behramşah Camisi uydu görüntüsü (URL-1)

Duvarlar, köşe, kuzey cephe ve pencere söveleri kesme taş kaplama, diğer kısımları ise moloz taşlarla yapılmıştır. Kare planlı bir harim, kuzeyinde üç birimli bir son cemaat yeri bulunmaktadır. Cami, dıştan dışa 15.50mx11.50m boyutlarında ve duvarları ortalama 100cm kalınlığında doğal taş malzemeden teşkil edilmiş bir yapıdır. Ana ibadet mekânı 11.50m, son cemaat mekânı 4.00m uzunluğundadır. Projeleri Master Mimarlık tarafından hazırlanan eserin kat planını gösterir çizim Şekil 2.249'da sunulmuştur.



Şekil 2.249. Behramşah Camii plan, kesit ve görünüşü (Restorasyon Projesi, 2014)

Kare plandan kubbeye geçiş, tromplarla geçilen sekizgen kasnak ile sağlanmıştır. İç yüzeyden sıvalı olan kasnağın güney, doğu ve batı yönlerinde birer adet kemerli ve ahşap doğramalı pencere açıklığı mevcuttur. Açıklıklar özensizdirler ve yapılmış olan kurşun çatı örtüsü pencerelerin yaklaşık üçte birini kapatmakta ve ışık girişini engellemektedir. Yapının kadınlar mahfili, dönem müdahalesi olarak sonradan ilave edilmiştir. Harim kuzey duvarı boyunca uzanmaktadır.

Yapının restorasyondan önce dış cephesine bakıldığında önemli yapısal problem algılanmamıştır. İç mekânda, kubbe ve tromp yüzeyinde çatlaklar gözlenirse de, çok önemli ayrılmalar bulunmamıştır. Ancak alınan rölöve incelendiğinde binada doğu- batı yönünde batıya doğru (yol cephesi) iç mekân kubbe eteğinde 41 cm, son cemaat kuzey saçağında 65 cm varan oturma gözlenmiştir. Onarım aşamasında yapılan sıva raspasından sonra ise kubbede derin çatlaklar gözlenmiş ve bu çatlaklara müdahaleler yapılmıştır. Tezin hazırlanma aşamasında restorasyon süreci devam etmekte olduğundan, incelemeler yalnızca restorasyon öncesi halini içermektedir. Şekil 2.250’de caminin restorasyon öncesi durumunu yansıtan görseller bulunmaktadır.

Caminin kuzeydoğu köşesinde çokgen kaidesi kesme taş, gövdesi tuğla malzemeden silindirik olan minare bulunmaktadır. Minarenin yerden yüksekliği külah hariç 17.50m, şerefenin yüksekliği ise yaklaşık 14.0m’dir. Kaide dış ebatları 3.00mx3.00m olup, gövde dış çapı 2.30m dir. Tuğla gövdenin et kalınlığı 50cm civarındadır.



Şekil 2.250. Behramşah Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Behramşah Camisinin Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğüne yaptırılan restorasyon işi A-Z Yapı Mim. Müh. tarafından gerçekleştirilmektedir. Şekil 2.251’de restorasyon aşamasını gösterir görseller sunulmuştur.



Şekil 2.251. Behramşah Camii restorasyonuna ait görüntüler

Restorasyon Uygulamaları

Eserin restorasyon süreci bu çalışma hazırlanırken sürmekte olduğundan yapılan incelemeler yalnızca restorasyon öncesi durumu kapsamakta, restorasyon uygulamalarını içermemektedir. Bu nedenle restorasyon içeriğine bu eser için değinilmemiştir.

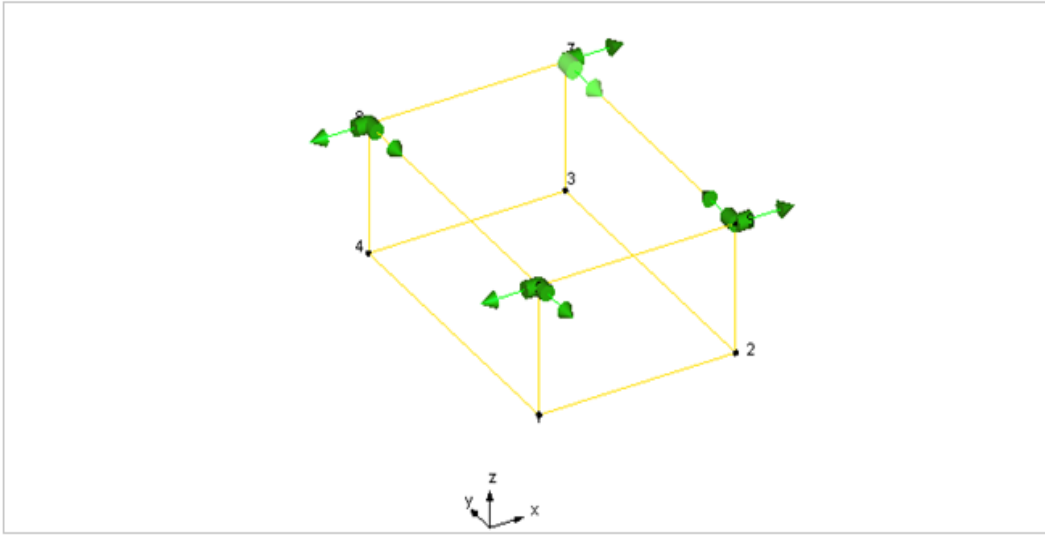
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Behramşah Camisinde gerçekleştirilen ölçümler beden duvarlarında üst köşe noktalarına yatay yönlerde yerleştirilen 8 adet ivmeölçer yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.252). Bu şekilde yerleştirilen ivmeölçerlerden 30 dakikalık ölçümler alınmış ve veriler değerlendirilmiştir. Tüm ivmeölçer yerleşimlerinin şematik gösterimi Şekil 2.253'te sunulmuştur.

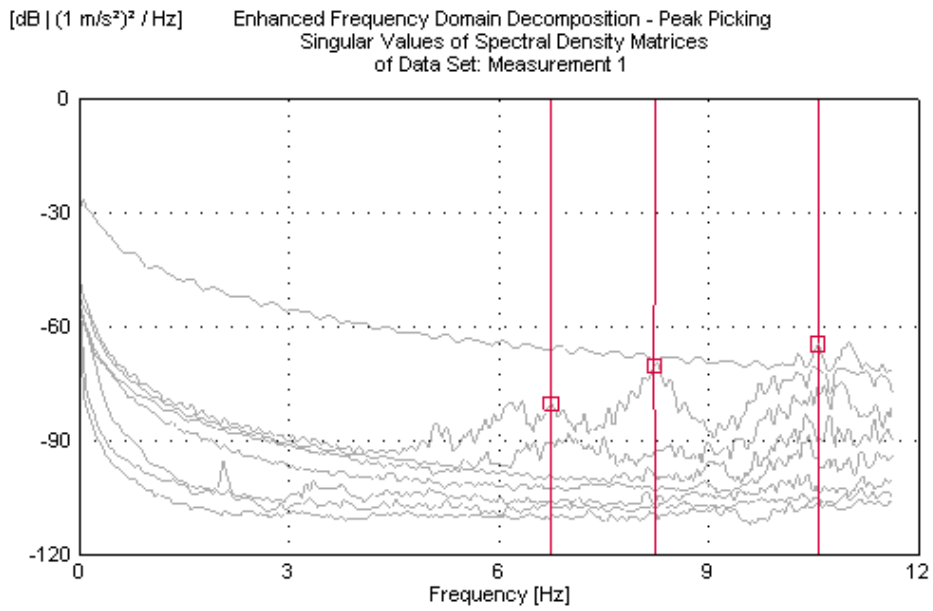


Şekil 2.252. Behramşah Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.253. Behramşah Camii restorasyonu öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

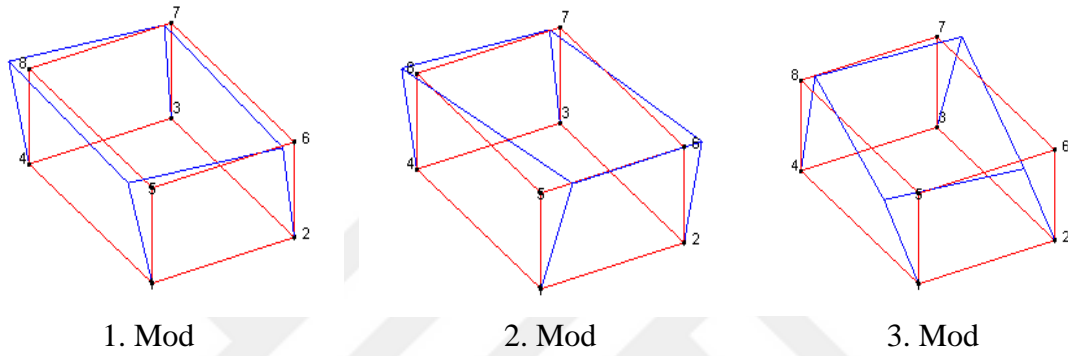
Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.254'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.39'da caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.255'te verilmektedir.



Şekil 2.254. Behramşah Camii restorasyonu öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.39. Behramşah Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	6.744	0.966
2	8.249	0.900
3	10.560	0.380



Şekil 2.255. Behramşah Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

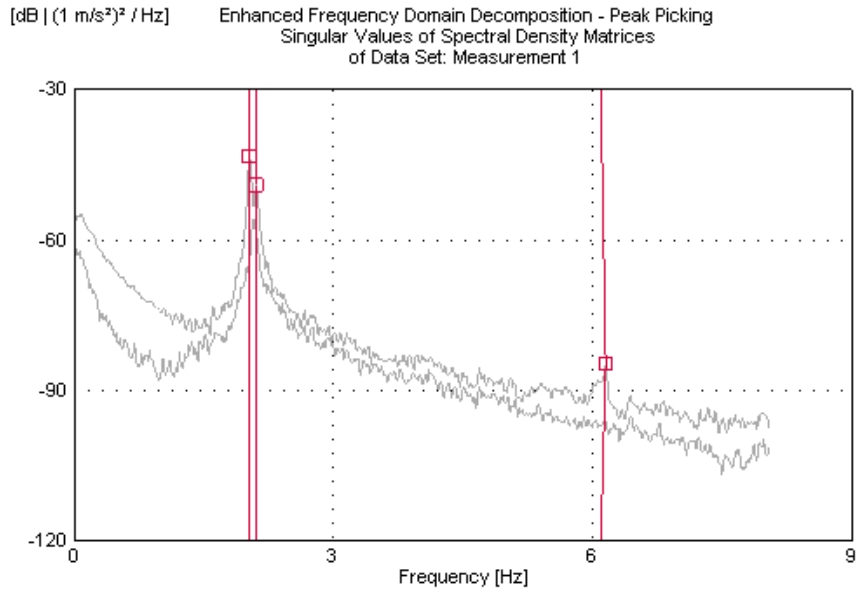
Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Behramşah Camisi minaresinde merdiven çekirdeğine birbirine dik doğrultuda yerleştirilen (kuzey ve batı istikametinde) 2 adet tek eksenli ivmeölçerler yardımı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm düzeneğinin ve ivmeölçerlerin yerleşim fotoğrafları Şekil 2.256'da, spektrum grafiği ise Şekil 2.257'de sunulmuştur. Tablo 2.40'ta restorasyon öncesi durum için minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir.



Şekil 2.256. Behramşah Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.257. Behramşah Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

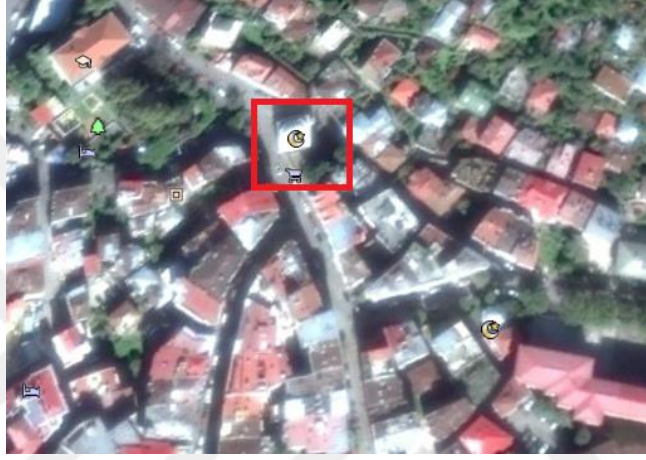
Tablo 2.40. Behramşah Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.034	0.697
2	2.110	0.591
3	6.099	1.467

2.2.4. Giresun Merkez Kapu Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Giresun Merkez Kapu Mahallesi'nde 110 ada 1 parselde yer almaktadır. Eserin doğusu, batısı ve kuzeyi yol ile çevrili olup, güney cephesinde komşu parsellerdeki binalar bulunmaktadır. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 14.02.1986 tarihli kararı ile tescillenen yapının konumunu belirtir görsel Şekil 2.258'de verilmektedir.

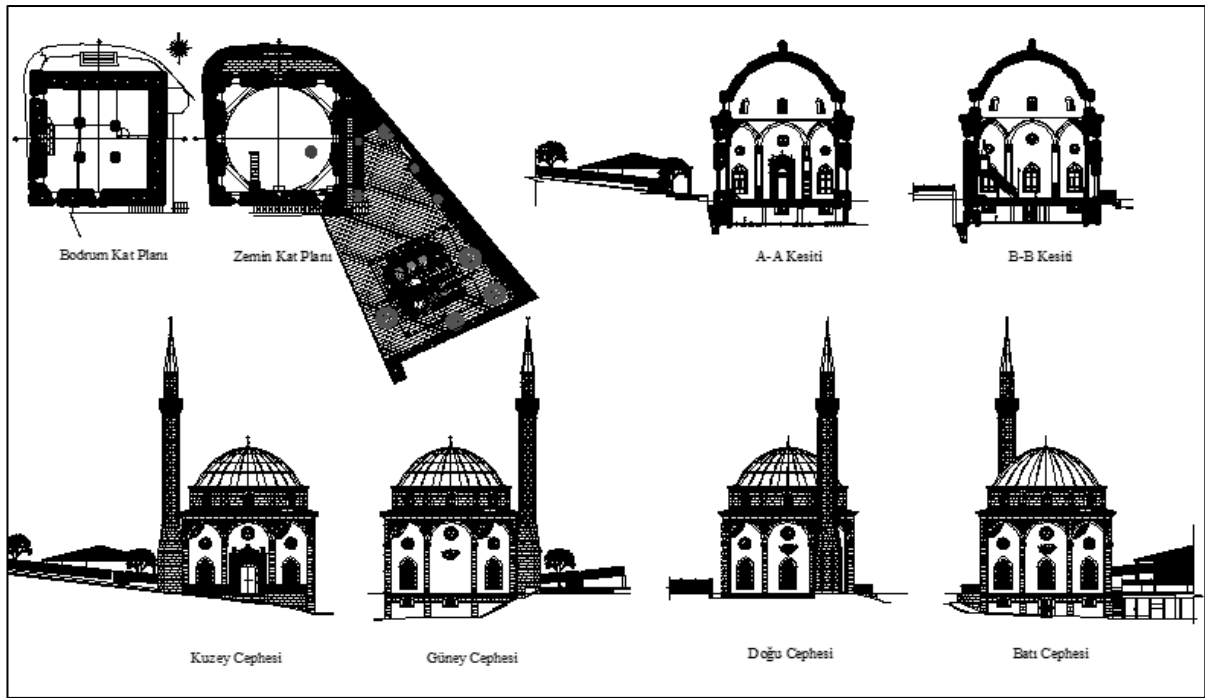


Şekil 2.258. Kapu Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti mazbut Seyit Mehmet Paşa Vakfına ait yapı, Giresun Kalesi'nin giriş kapısı yakınına inşa edildiği için halk arasında “*Kapu Camii*” şeklinde isimlendirilmiştir. İlk olarak Giresun Mutasarrıfı Seyyid Mehmet Paşa tarafından 1607 yılında, yüksek ihtimalle, ahşaptan inşa edilmiştir. Tarihte birkaç kez onarım görmüş, 1896 yılında Giresun ileri gelenlerinden Karamustafazâde Mahmut Efendi tarafından yıkılıp yeniden inşa edilmiştir (İltar, 2014-a).

Etrafındaki medrese ve hamam gibi yapılarla beraber gelişen bölge *Kapu Mahallesi* şeklinde yeni bir iskân mahalli olarak isimlendirilmiştir. Yapım kitabesi, Giresun Müzesi'nde saklıdır. İki parçadan birisi eksik olan bu taş kitabe, kabartma tekniği ve sülüs hattıyla tezyin edilmiş olup, eksikliğine rağmen kitabedeki bu ifadelerden caminin ilk olarak 1607 yılında Seyyid Mehmet Paşa tarafından yaptırıldığı anlaşılmaktadır (Çalık ve Fatsa, 2016).

Meyilli bir arazi üzerinde inşa edilmiş caminin batı cephesinden bodruma, kuzey cephesinden ise ana ibadet mekânına giriş bulunmaktadır. Eser dıştan dışı 12.99mx13.03m boyutlarında olup, ortalama duvar kalınlığı 78cm'dir. Kesme taş ve moloz taş almaşık olarak inşa edilmiş beden duvarlı bir yapıdır. Kare planlı caminin duvar içlerinde gömülü sütunları üzerinde yükselen kemerler ile oluşturulan sekizgen kasnağının üzerini örten kâgir kubbesi bulunmaktadır. Tek kubbeli yapı tipinde olan caminin üst örtüsü kurşun kaplıdır. Eserin minaresi kuzeydoğu köşesinde kesme taştan inşa edilmiştir. Yapının plan, kesit ve görünüşlerini içeren restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.259'da sunulmuştur.



Şekil 2.259. Kapu Camii plan-kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)

Cami, cephelerinin genel özelliği olan plasterler üzerinde yükselen kemerlerle üç bölüme ayrılmıştır. Ortadaki kemer yuvarlak formda, yanlarındaki kemerler ise sivri formda olup, ortadakine göre daha dar tutulmuştur (Ataman, 2013-b). Cephelerdeki kemer köşelerinde kesme taş üzerine işlenmiş bitki motifleriyle süslemeler bulunmaktadır. Kuzey cephesinde işlemeli kesme taş ana giriş kapı söveleri ve sütünceleri dikkat çekicidir. Şekil 2.260'ta caminin onarım öncesi görselleri, Şekil 2.261'de ise onarım sonrası görselleri sunulmuştur.



Şekil 2.260. Kapu Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Cami, hariminde duvar içlerinde yükselen sütunlar, kesme taş kemerler ve işlemeli mihrap ile zengin kesme taş öğelere sahiptir. Sütunların diplerindeki ayaklarda bitkisel motifli işlemler vardır. Harimin kuzeydoğu köşesindeki pencereden dönüştürülmüş kısımdan minareye giriş sağlanmaktadır. Zemin bodrum katta bulunan sütunlar ve beden duvarlarına taşıttırılan ahşap kirişlemeler üzerindeki ahşap döşeme ile kaplıdır. Ahşap minber ve vaaz kürsüsü niteliksizdir. Barok üslubun özelliklerini taşıyan kesme taş mihrap, giriş kapısı ile işleme yönünden benzerlik taşımaktadır. Bodrum katta dört kesme taş sütun harim döşemesini taşıyan kirişlere mesnet oluşturmaktadır. Giriş yapının batısında olup, harim katı ile irtibatı bulunmamaktadır.



Şekil 2.261. Kapu Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Doğu cephe duvarının kuzeyinde yer alan minare, sekizgen kaideli, çokgen gövdeli, düzgün kesme taştan farisili olarak yapılmış tek şerefeli bir minaredir. Şerefe altında geometrik şekiller ile süslemeler bulunan minarenin şerefe korkuluğu sade, külahı ahşap olup, üzeri kurşun kaplıdır. Minarenin toplam yüksekliği 28.06m olup, kaide genişliği 2.63m'dir.

Restorasyon Uygulamaları

Restorasyon, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 29.05.2013 tarih ve 1202 sayılı ve 31.07.2013 tarih ve 1368 sayılı kararları ekinde onaylanan projeler doğrultusunda yapılmıştır. 2015 yılında Dr. Mimar Mukaddes Ataman'ın taahhüdünde yaptırılan restorasyon işlemleri kapsamında aşağıda sıralanan uygulamalar yapılmıştır:

- Caminin kubbesinin kurşun örtüsü kaldırılmış, kâgir kubbenin üzerinde horasan harcı ile düzeltme sıvası yapılarak üzeri üst katı arduvazlı olmak üzere iki kat membran kaplanarak yalıtım yapılmıştır. Su yalıtımının üstü çamurla sıvandıktan sonra üzeri kurşun ile kaplanmıştır (Şekil 2.262).



Şekil 2.262. Kapu Camii kurşun kaplama imalatları

- Cami cephelerinde sıva kaplı duvarlar raspa edilmiş, derz yapılarak doğal taş doku ortaya çıkarılmıştır.
- Tüm cepheler ve minarede kumlama yöntemi ile yüzey temizliği yapılmıştır (Şekil 2.263).



Şekil 2.263. Kapu Camii cephe imalatları

- Cephelerde drenaj uygulamaları yapılmış, caminin zemin ve çevre sularından en az düzeyde etkilenmesi için düzenlemeler yapılmıştır.
- Cami içindeki sıvalar sökülmüş, horasan harcı ile yeniden sıvanarak boyanmıştır.
- Düzgün kesme taş sütunlar ve kemerler temizlenerek açıkta bırakılmıştır.
- Mihrapta yağlı boya raspası yapılarak, taş yüzeylerde varak çalışması yapılmış ve mihrap ortaya çıkarılmıştır.
- Cami cephe ve sövelerinde bozulmuş taşlar çürütülerek yenileri ile değiştirilmiştir (Şekil 2.264).



Şekil 2.264. Kapu Camii taş imalatları

- Cami döşemesi bodrum kattaki sütunlar ve duvarların üzerlerine oturtulan ana kirişlemelerin üzerine ahşap kirişli döşeme yapılmıştır. Mevcut döşemeden kullanılacak kadar sağlıklı öğeler bulunmadığından ötürü tüm döşeme yenilenmiştir.
- Pencere doğramaları sert ağaçtan ısıcam detaylı olarak yenilenmiş, pencere korkulukları raspa edilip tekrar boyanmıştır.
- Cami ana giriş kapısı raspa edilmiş, gerekli tamiratlar yapılarak ahşap koruyucu ve vernik sürülerek kullanıma sunulmuştur.

- Ahşap minber yenilenmiştir.
- Bodrum katında gerekli söküm ve kırılmalar yapıldıktan sonra hafriyat çalışması yapılmış ve bodrum kat daha verimli kullanılabilir hale getirilmiştir (Şekil 2.265). Restorasyon projesine göre düzenlenen bodrum katında döşeme ve tavan kaplamaları ahşap olarak teşkil edilmiş ve bölücü camekânlar yapılmıştır.



Şekil 2.265. Kapu Camii bodrum kat imalatları

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

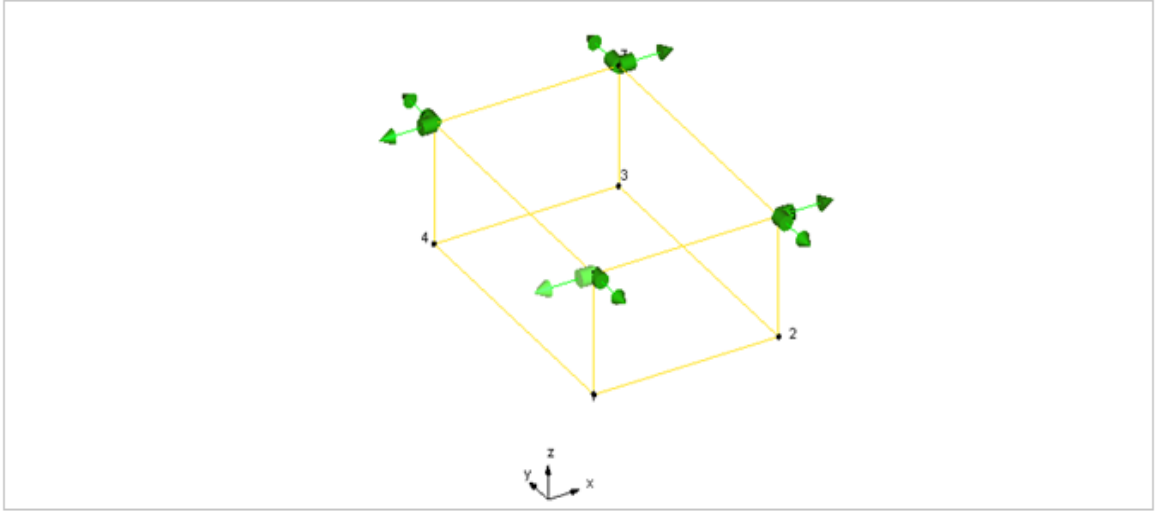
Restorasyon Sonrası

Kapu Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketleri ölçecek şekilde caminin dört sütununun başlarına yerleştirilmiştir. Şekil 2.266'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



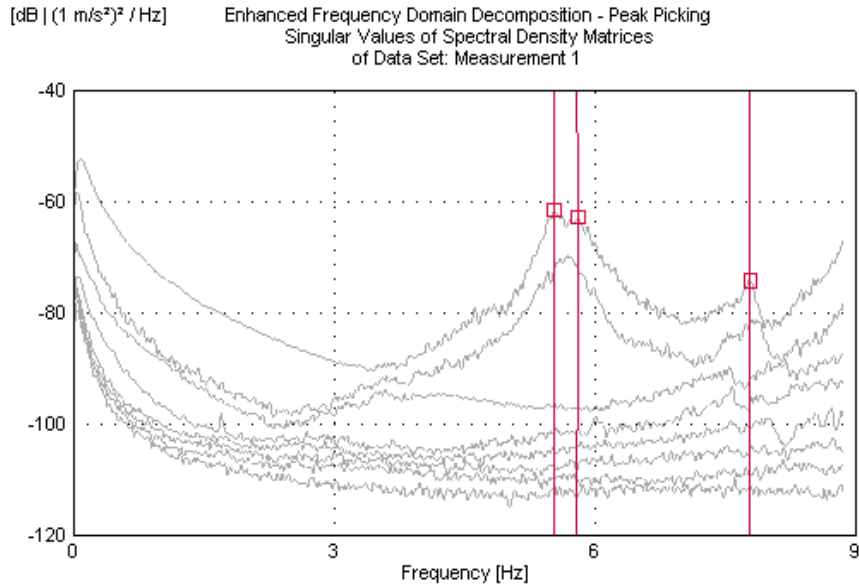
Şekil 2.266. Kapu Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.267'de verilmektedir.



Şekil 2.267. Kapu Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin beden duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.268). Tablo 2.41’de ise restorasyon sonrası durum için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

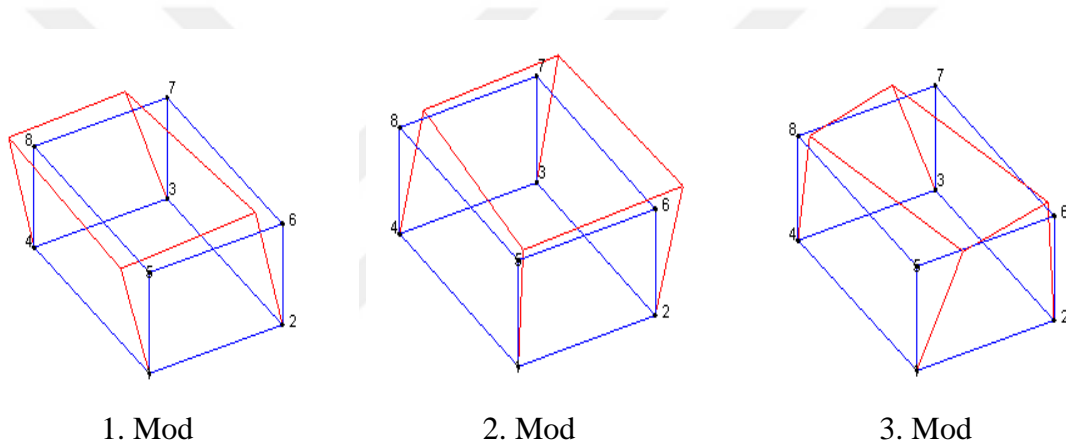


Şekil 2.268. Kapu Camisi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.41. Kapu Camisi restorasyon sonrası doğal frekansı ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.544	1.218
2	5.797	1.186
3	7.780	0.599

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.269'da verilmektedir.



Şekil 2.269. Kapu Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

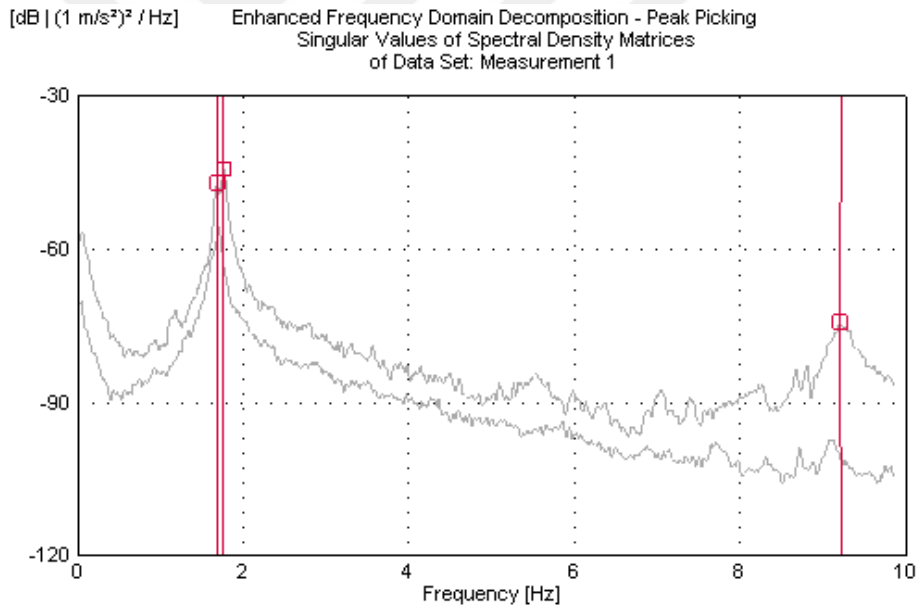
Restorasyon Sonrası

Kapu Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.270'te minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.270. Kapu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüme görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.271). Tablo 2.42’de ise yeniden inşa edilen minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.271. Kapu Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.42. Kapu Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.685	0.990
2	1.768	1.439
3	9.229	1.519

2.2.5. Giresun Merkez Kale Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Kale Camisi, Giresun Merkez Kale Mahallesiinde 216 ada 290 parselde yer almaktadır. Giresun Kalesinin hemen altında yer alan Şehitler Caddesi üzerinde bulunan Kale Camii yapım tekniği ve dönemi itibari ile Kapu Camisi ile benzerlik göstermektedir. Giriş kapısı üzerinde yer alan kitabeye göre, cami ilk olarak 1836 tarihinde Dizdarzade Ematullah Hanım tarafından yaptırılmıştır. Yapının, 1911-1912 tarihli ikinci kitabesinde Sarı Mahmutoğlu El-Hac Mustafa Efendi tarafından tekrar inşa ettirildiği yazmaktadır. Bu iki kitabeden anlaşıldığı üzere camii, aynı yere yapılan ikinci camidir (Ataman ve Tomar, 2013). Mülkiyeti mazbut Dizdaroğlu Kızı Emetullah Vakfına ait olan eser, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 14.02.1986 tarihli kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Yapının konumunu belirtir görsel Şekil 2.272’de verilmektedir.



Şekil 2.272. Kale Camii uydu görüntüsü (URL-1)

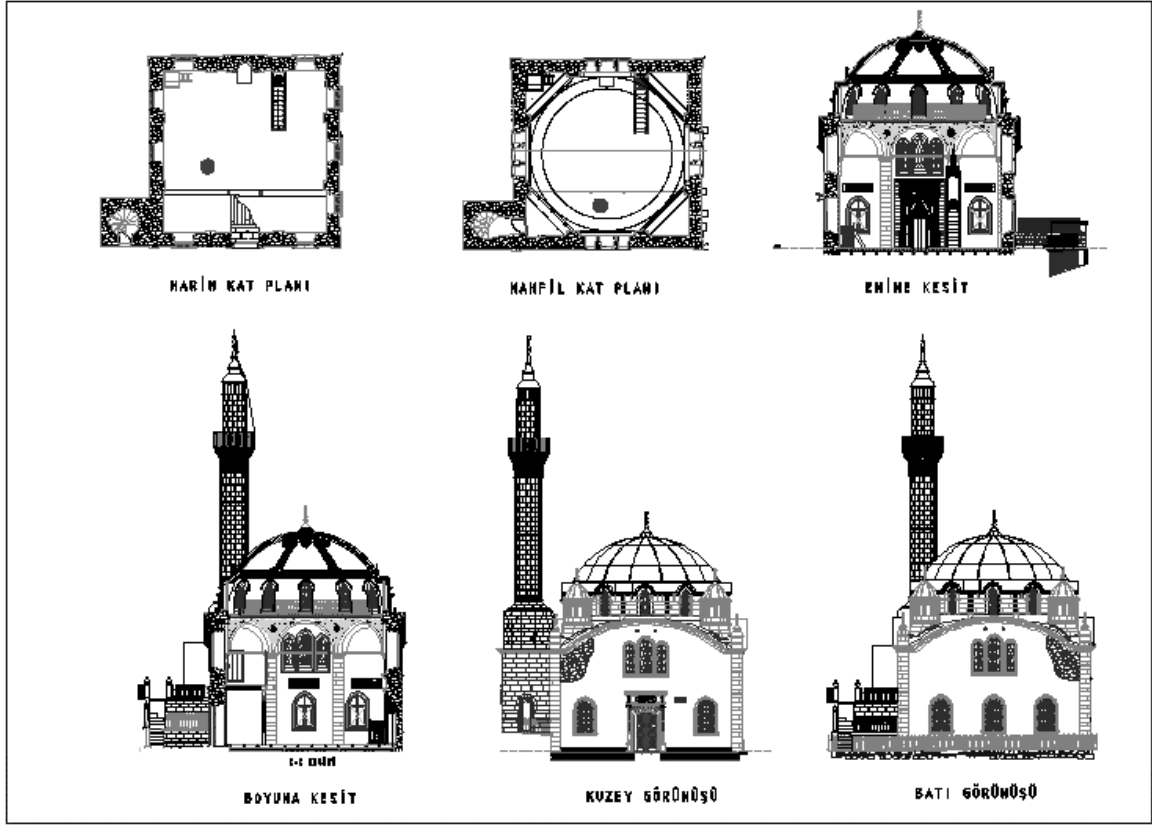
Cami kare planlı olup, üzeri tek kubbelidir. Ana kubbe kasnağının dört bir köşesinde ağırlık kuleleri mevcuttur ve üzeri kurşunla örtülüdür. Yapının harim mekânına, kuzeyinde yer alan çift kanatlı ahşap kapıdan girilmektedir (Ataman ve Tomar, 2013). Eserin dıştan dışa boyutları 10.69mx10.68m olup, son cemaat mekânı bulunmamaktadır. Taş duvar kalınlığı ortalama 75cm’dir. Harimin kuzeyinde minareden girişi olan ahşap mahfil katı bulunmaktadır.

Cami, hariminde duvar içlerinde yükselen sütunlar, kesme taş kemerler ve işlemeli mihrap ile zengin kesme taş öğelere sahiptir. Sütunların başlarında silmeli sütun başlıkları vardır. Ahşap minber ve vaaz kürsüsü bulunmaktadır. Barok üslubun özelliklerini taşıyan sivri kemerli kesme taş mihrap, Kapu Camisinde olduğu gibi giriş kapısı ile işleme yönünden benzerlik taşımaktadır. Şekil 2.273'te caminin onarım öncesi görselleri sunulmuştur.



Şekil 2.273. Kale Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Doğu cephe duvarının kuzeyinde yer alan minare, kare kaideli, çokgen gövdeli, düzgün kesme taştan farisili olarak yapılmış tek şerefeli bir minaredir. Minarenin toplam yüksekliği 22.06m olup, kaide genişliği 3.23m'dir. Şerefe altında süslemeler bulunan minarenin şerefe korkulukları ise barok tarzda kıvrık dal motifleri ile süslüdür. Külahı taş olan minarenin külah altında dikdörtgen şeklinde küçük pencereleri bulunmaktadır. Şekil 2.274'te eserin restorasyon projesinin plan, kesit ve görünüşlerinden bir kısım sunulmuştur.



Şekil 2.274. Kale Camii plan, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)

Restorasyon Uygulamaları

Eserin restorasyon süreci bu çalışma hazırlanırken sürmekte olduğundan yapılan incelemeler yalnızca restorasyon öncesi durumu kapsamakta, restorasyon uygulamalarını içermemektedir. Bu nedenle restorasyon içeriğine bu eser için değinilmemiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

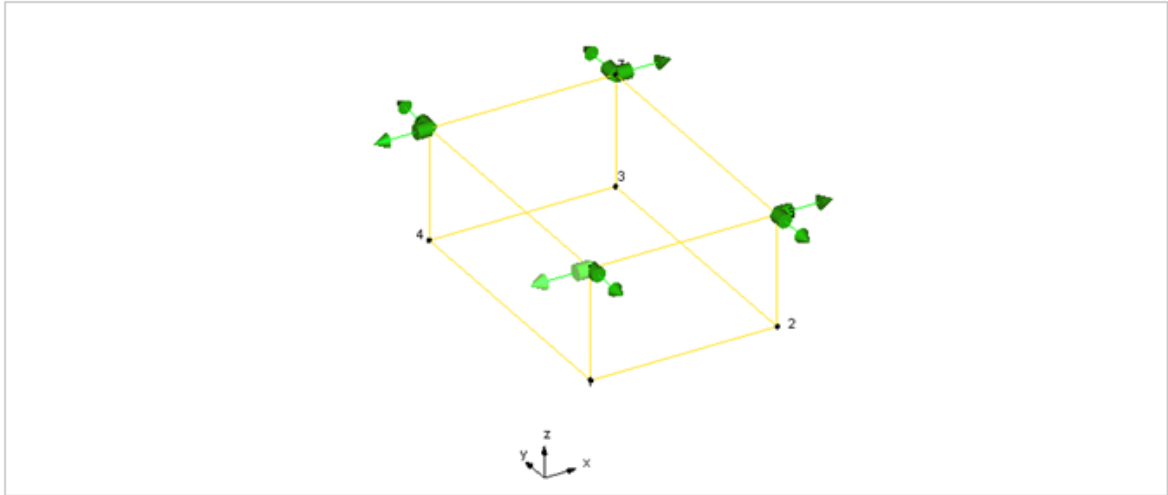
Restorasyon Öncesi

Kale Camisinde restorasyondan önce gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketleri ölçecek şekilde caminin dört sütununun başlarına yerleştirilmiştir. Şekil 2.275'te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



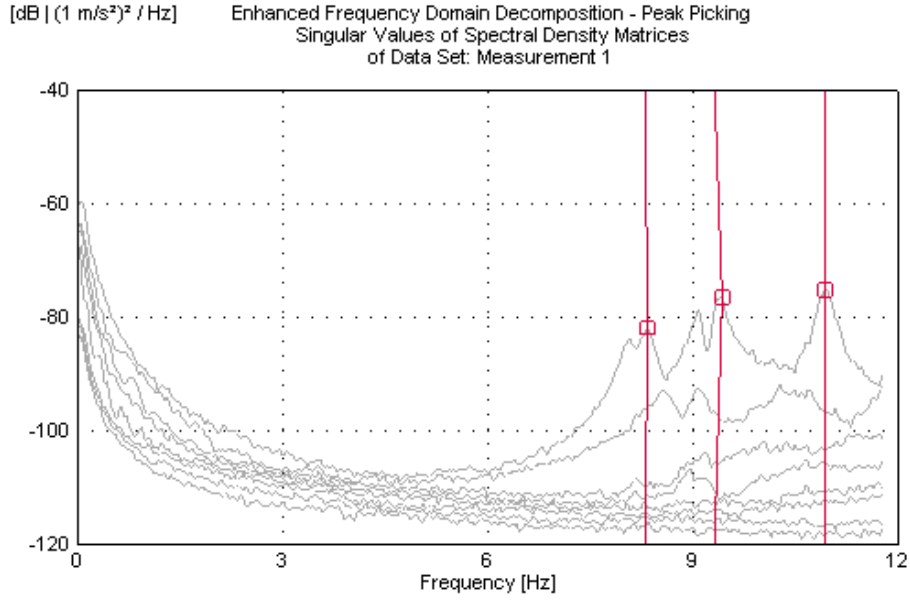
Şekil 2.275. Kale Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.276'da verilmektedir.



Şekil 2.276. Kale Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin beden duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.277). Tablo 2.43'te ise restorasyon sonrası durum için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

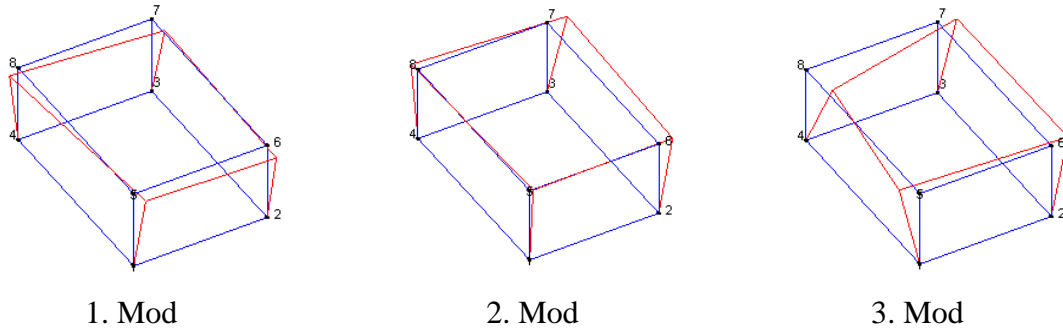


Şekil 2.277. Kale Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.43. Kale Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	8.313	1.523
2	9.327	2.868
3	10.950	0.968

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.278'de verilmektedir.



Şekil 2.278. Kale Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

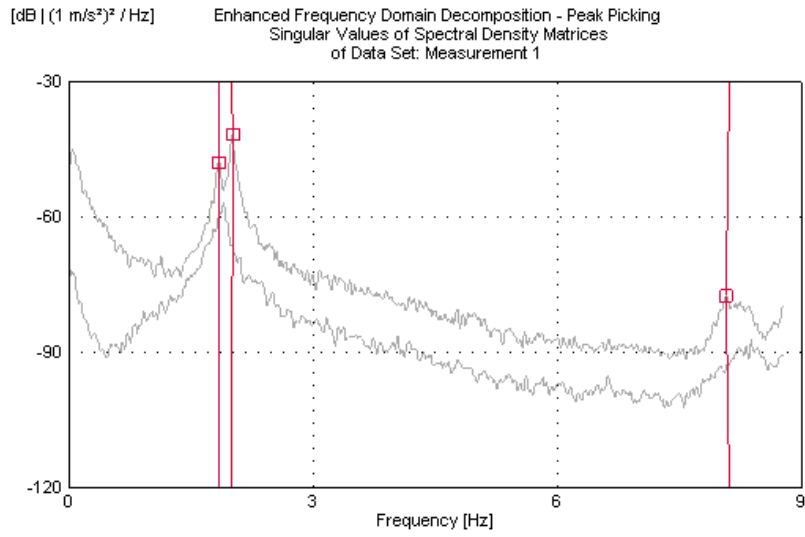
Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü Restorasyon Öncesi

Kale Camisi Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.279'da minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.279. Kale Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.280). Tablo 2.44'te ise yeniden inşa edilen minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.280. Kale Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.44. Kale Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.845	1.196
2	2.009	1.006
3	8.119	1.223

2.2.6. Gümüşhane Merkez Emirler Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Mülkiyeti Mazbut Sultan Süleyman Vakfına ait olan Emirler Camii, tapuda Gümüşhane Merkez Yeni Mahalle 195 ada 16 parselde kayıtlıdır. Geç dönem, tek hücreli Osmanlı Camileri arasında nitelendirilebilecek yapılardan olan cami, yörenin tarihi bakımından önemli eserleri arasındadır. Son derece sade ve tezyinatsız olan cami günümüze gelene kadar birkaç defa onarım geçirmiş olmasına rağmen, en son 2010 yılında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından restore edilerek özgün haline kavuşmuştur. Eser, Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulunun 13.10.1998 tarih ve 4199 sayılı kararı ile tescillenmiştir. Şekil 2.281’de yapının uydu görüntüsü sunulmuştur.

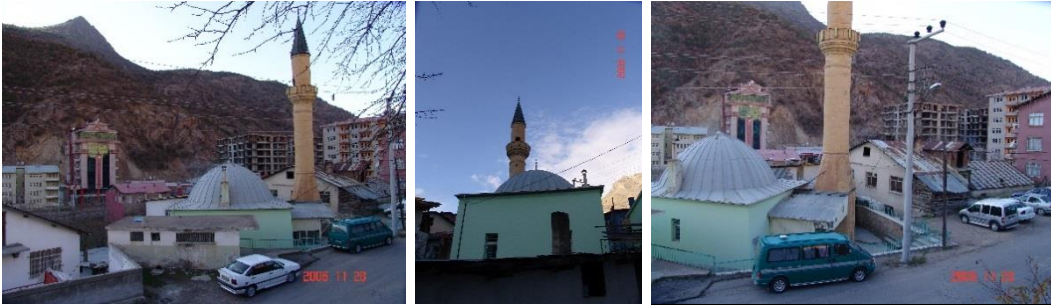


Şekil 2.281. Emirler Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Muhtemelen 19. yüzyılın sonlarında inşa edilen tek hücreli Emirler Camii, kare planlı olup, üzeri kubbe ile örtülüdür. Üzeri kurşunla örtülü olan kubbeye geçiş taş saçakla

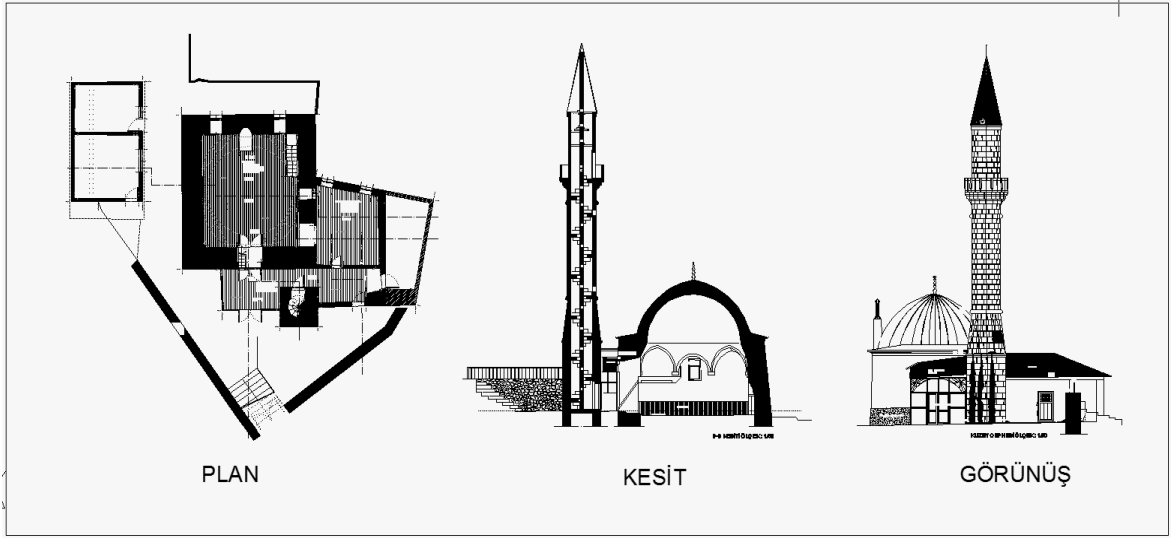
sağlanmıştır. Yapı, kaba yonu taş malzeme ile inşa edilmiştir. Camiye giriş kuzey ve batı cephesinden yuvarlak kemerli, kesme taş söveli, ahşap kapı ile sağlanmaktadır. Yapının batı cephesi, son onarımda ahşap ayaklar üzerine oturan sundurma ile örtülmüştür. Yapının kuzeybatı cephesine bitişik kare kaideli, prizmatik pabuçlu, yuvarlak gövdeli, tek şerefeli, konik külahlı minaresi bulunmaktadır. Külah üzeri kurşunla kaplı olan minarenin şerefe korkuluklarında herhangi bir tezyinat bulunmamaktadır. Minare esere sonradan eklenmiş, özgün olmayan bir öğedir. Minarenin yerden yüksekliği 23.81m olup, kaide genişliği 2.45m'dir.

Yapının tüm pencereleri, dikdörtgen formda, kesme taş söveli ve ahşap kanatlıdır. Harimin üzerini örten kubbeye geçiş tromplarla sağlanmıştır. Yapının harim kısmı da dışı gibi son derece sade ve tezyinatsızdır. Caminin "T" planlı, kesme taş malzemeli mihrabının niş kısmı beş dilimlidir. Yapının özgün olmayan ahşap minber ve vaaz kürsüsü de son onarımda yenilenmiştir. Cami, dıştan dışa 8.50mx9.40m boyutlarındadır. Ortalama 110cm kalınlığında moloz duvarlar üzerine oturtulmuş kâgir kubbesi ise yaklaşık 75cm kalınlıktadır. Emirler Camisinin restorasyon öncesi genel durumunu gösterir fotoğraflar Şekil 2.282'de sunulmuştur.



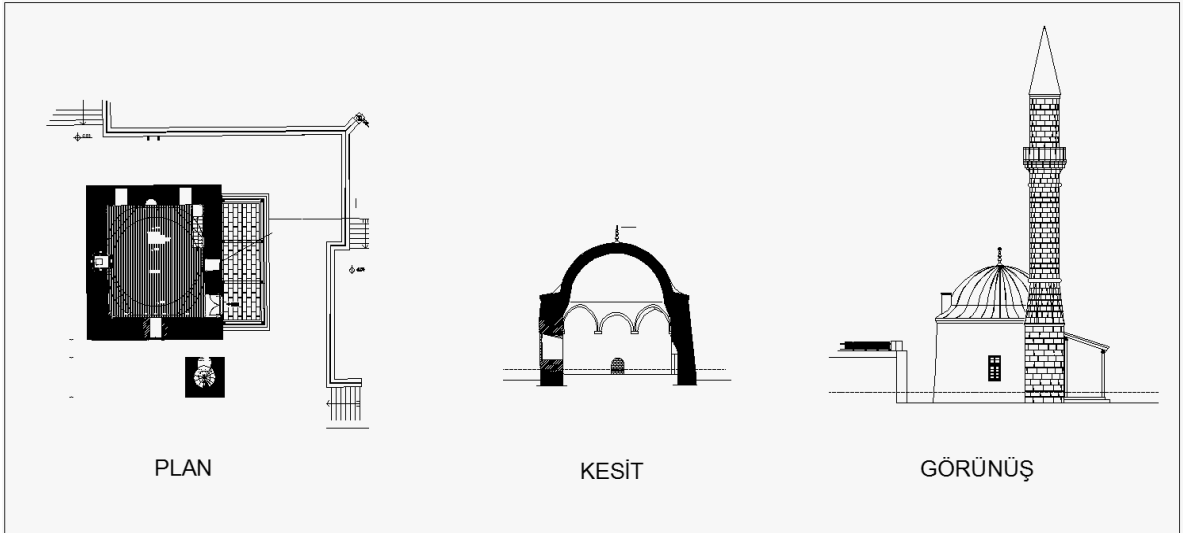
Şekil 2.282. Emirler Camii ve çevresi restorasyon öncesi görüntüleri

Emirler Camisinin rölöve ve restorasyon projeleri 2006 yılında Ark İnşaat Mimarlık tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon öncesi durumunu gösterir rölöve çiziminden bir kısım, Şekil 2.283'te sunulmuştur.

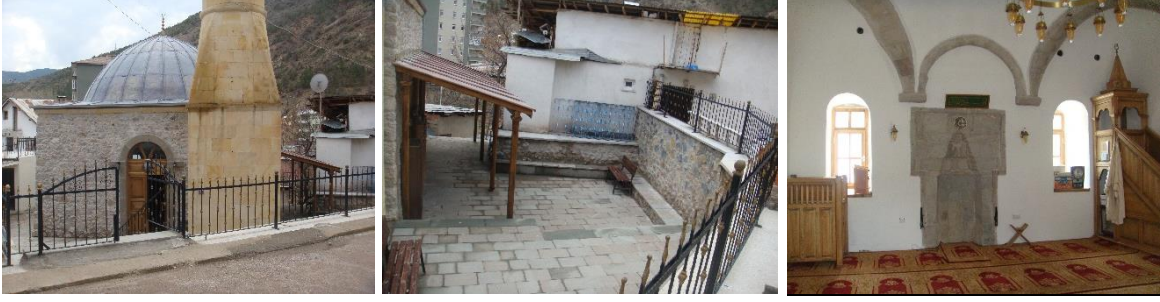


Şekil 2.283. Emirler Camisi restorasyon öncesi plan, kesit ve görünüşü (Rölöve, 2007)

2010 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu Dr. Mimar Mukaddes Ataman'ın taahhüdü altında tamamlanan Emirler Camisinin onarım sonrası halini yansıtan restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.284'te sunulmuştur. Cami hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.285'te Emirler Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.284. Emirler Camii restorasyon sonrası plan, kesit ve görünüşü (Restorasyon Projesi, 2007)



Şekil 2.285. Emirler Camii dış ve iç mekân görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Gümüşhane Merkez Emirler Camii, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulunun 22.02.2007 tarih ve 997 nolu kararı ekinde onaylanan rölöve-restorasyon projeleri doğrultusunda Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2011 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında, camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Son cemaat yeri, cami batısında oluşturulan ek ibadet alanı ve depo mekânlarını oluşturan muhdes yapılar yıkılmıştır.
- Cami üzerinde yer alan sac örtü toplanarak muhdes beton saçaklar sökülmüş, düz ve münhani satırlara elastomer esaslı bitümlü su yalıtımı yapıp, üzerine çamur sıva yapılarak kurşun döşenmiştir (Şekil 2.286).



Şekil 2.286. Emirler Camii kurşun imalatı görüntüleri

- Beden duvarları üzerinde yer alan taş kornişlerden bozuk olanlar orjinaline göre yenilenmiştir.
- Mevcut yağmur oluk ve iniş boruları sökülmüş, çekme boyalı galvanizli sacdan oluk ve yağmur iniş boruları imalatı yapılmıştır.

- Harim iç beden duvarları raspa edilmiş, düzgün kesme taş çıkan kemer yüzeylerin derzleri yenilenerek açık bırakılmıştır. Diğer yüzeylere horasan harcı ile sıva yapılmıştır. Tüm sıva yapılan yüzeyler su bazlı plastik boya ile boyanmıştır (Şekil 2.287).
- Harimde ahşap döşeme sökülmüş, gerekli hafriyat yapılarak zemin uygun görülen seviyeye indirilmiş ve ahşap döşeme yapılmıştır.
- Mevcut pencere doğramaları sökülerek, tüm pencerelere restorasyon projesine göre kestane kerestesinden ısı cam detaylı doğrama yapılmıştır.
- Doğu cephesinde yer alan pencere, restorasyon projesine göre orijinal taş örgü karakterinde kapatılmıştır.



Şekil 2.287. Emirlers Camii genel restorasyon görüntüleri

- Kapı doğramaları sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Kadınlar mahfili ve mahfile çıkan merdiven kaldırılmıştır.
- Mihrap üzerinde yer alan boyalar raspa edilmiş, boşalan derzler onarılmıştır.
- Niteliksiz minber yenilenmiştir.
- Caminin batı duvarına, restorasyon projesinde belirtildiği şekilde son cemaat yeri düzenlenmiş ve sundurma üzerine bakır levhalarla sürgülü ve köstekli kaplama yapılmıştır.
- Tüm dış beden duvarları raspa edilmiş, kumlama ile yüzey temizliği yapılmıştır. Bozuk taşlar çürütülerek orijinali doğrultusunda yenilenmiş, tüm duvarlardaki derzler açılarak horasan harcı ile yeniden derz yapılmıştır (Şekil 2.288).
- Mevcut pencere parmaklıkları raspa edilerek, ardından tüm parmaklıklar yeniden boyanmıştır.
- Minare külahı, su yalıtımı ve üzerindeki kurşun örtü yenilenmiştir.



Şekil 2.288. Emirler Camii dış cephe imalatı görüntüleri

- Minare kaidesinde sıvalı olan kısımlarda sıvalar raspa edilmiş, ardından tüm minarede kumlama ile yüzey temizliği yapılmıştır.
- Minare giriş kapısı ve şerefe kapısı demir kapı ile yenilenmiştir.
- Tüm ahşap imalatlarındaki ahşap elemanlar daldırma yöntemi ile emprenye edilerek ahşap koruyucu sürülerek kullanılmıştır.
- Avluda gerekli hafriyat ve düzenleme çalışmaları yapılarak avlu andezit plaklarla kaplanmıştır.

Eserin restorasyon sonrası halini gösterir fotoğraflar Şekil 2.289’da sunulmuştur.



Şekil 2.289. Emirler Camii restorasyon sonrası görüntüleri

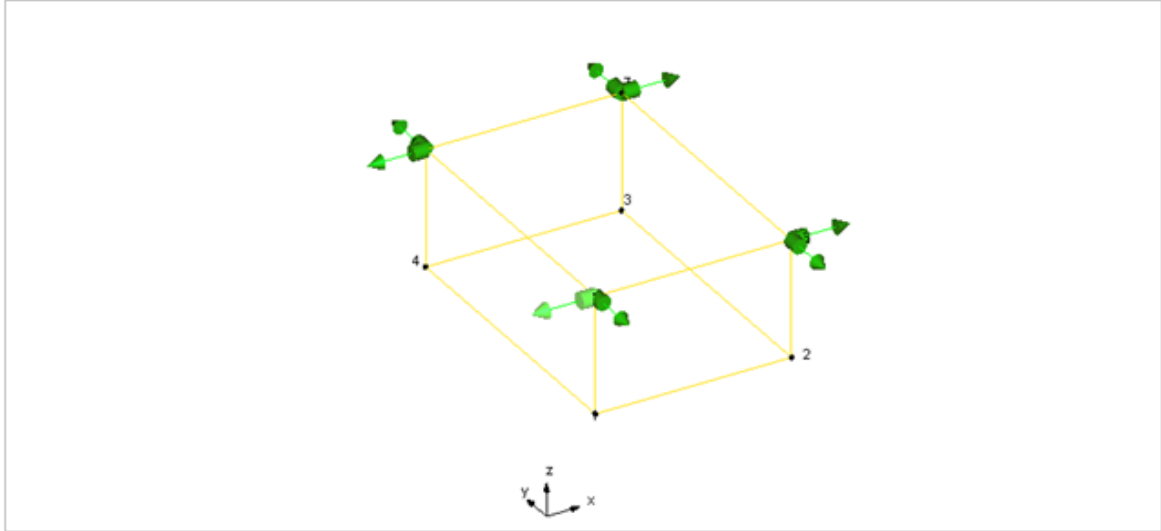
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Sonrası

Emirler Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.290'da ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



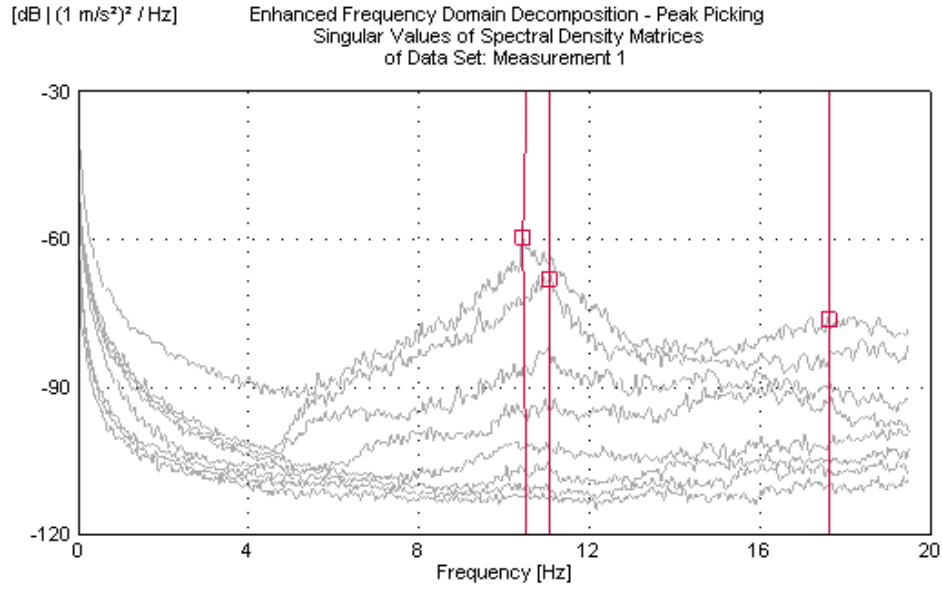
Şekil 2.290. Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla restorasyon öncesi oluşturulan model Şekil 2.291'de sunulmuştur.



Şekil 2.291. Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili modeli ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.292’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

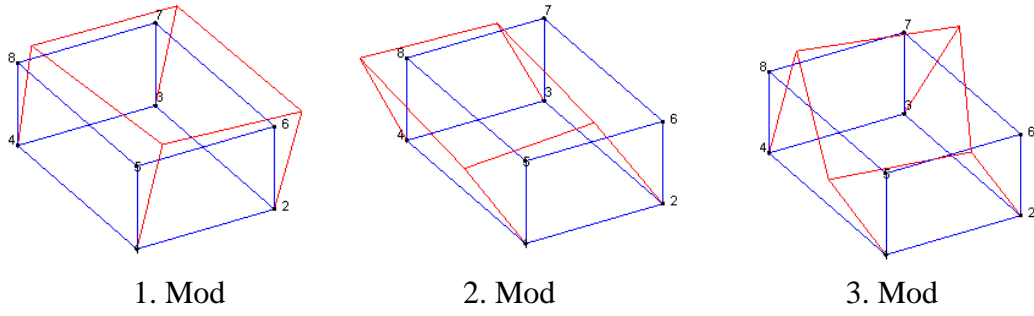


Şekil 2.292. Emirler Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.45’te restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.293’te verilmektedir.

Tablo 2.45. Emirler Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	10.53	1.948
2	11.08	0.156
3	17.62	0.965



Şekil 2.293. Emirler Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

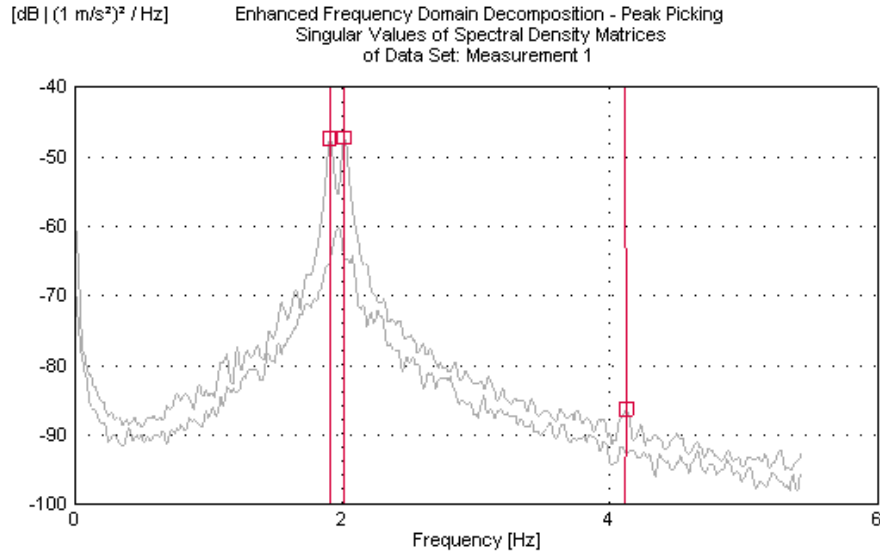
Restorasyon Sonrası

Restorasyon sonrası minarede doğal frekans ve sönüm oranlarının belirlenmesi amacıyla iki adet ivmeölçer yardımı ile ölçüm yapılmıştır. İvmeölçerler minarenin serenine doğu, batı istikametinde yerleştirilmiş ve 30 dakikalık ölçüm gerçekleştirilmiştir. Restorasyon sonrası ölçüme ilişkin fotoğraflar Şekil 2.294’te sunulmuştur.



Şekil 2.294. Emirler Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlere ilişkin spektrum grafiği Şekil 2.295’te sunulmuştur.



Şekil 2.295. Emirler Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Restorasyon sonrası Emirler Camisi minaresinin çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile elde edilen doğal frekans ve sönüm oranları Tablo 2.46’da sunulmuştur.

Tablo 2.46. Emirler Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.915	1.081
2	2.020	0.873
3	4.115	0.793

2.2.7. Giresun Şebinkarahisar Fatih Cami ve Minaresi

Genel Bilgiler

Şebinkarahisar Fatih Camii, Giresun İli Şebinkarahisar İlçesi Bülbül Mahallesi 703 adada yer almaktadır. Eser, Şebinkarahisar’ın ilk yerleşim ve ticaret aksının üzerinde yer almaktayken, şimdilerde ilçenin gelişme alanının bir miktar dışında kalmıştır. Yapının konumunu belirtir görüntü Şekil 2.296’da verilmektedir.



Şekil 2.296. Şebinkarahisar Fatih Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Fatih Cami, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu tarafından 12.01.1979 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescil edilmiştir. Camiye ait restorasyon sürecinden önceki görüntüler Şekil 2.297’de verilmektedir.



Şekil 2.297. Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Osmanlı Devleti döneminden kalma olan camii, Fatih Sultan Mehmet’in Otlukbeli Savaşı’nı kazandıktan sonra Şebinkarahisar’a geldiğinde, bu gelişinin anısı olarak bir cami yapılmasını emretmesi üzerine Fatih Camii yapılmaya başlanılmış ve yapımı 5 yıl sürmüştür. Şebinkarahisar Fatih Camii, yöredeki Osmanlı eserleri arasında ayrı bir öneme sahiptir. Fatih Sultan Mehmet’in inşası için emir verdiği yapı, ilk olarak 1473-1478 yılları arasında ahşap olarak inşa edilmiştir. İki defa büyük yangın geçiren ahşap cami, birinci yangından sonra onarılmış, fakat 1886 tarihindeki ikinci yangında tamamen yanarak yok olma noktasına gelmiştir. Bugünkü şeklini, büyük ölçüde 1888 yılında Rasih ve Mahmut

Paşalar tarafından inşa ettirilmesi sonucu almıştır (Fatsa, 2008). Minber kapısı üzerinde yer alan kitabenin tarihinden de anlaşılacağı üzere 1900’lü yılların başında onarım görmüştür.

Şebinkarahisar’da yaşanan 1915 yılında ki Ermeni ve Rum isyanlarında tahrip edilen ve saldırılara maruz kalan caminin duvarlarındaki mermer izlerini görmek mümkündür. 1939 yılında yaşanan büyük Erzincan depremi Şebinkarahisar’da da oldukça etkili olmuş ve büyük hasar meydana getirmiş ve Fatih Camiinin kubbeleri çökmüştür. Kaymakam Mukadder Öztekin’in çabaları ile 1950 yılında onarılmış ve kurulan Fatih Camii koruma ve Güzelleştirme Derneği vasıtasıyla onarım ve ihtiyaçları karşılanmaya başlamıştır.

Cami yakın dönemde, 2005 ve 2012 yılları olmak üzere iki onarım geçirmiştir. İlk onarım 2005 yılında camide yapılmış, ikinci onarım ise daha çok çevre düzenlemesi içeriklidir. Caminin eski eser projeleri Zan Mimarlık Müş. Ltd. Şti. tarafından hazırlanmış olup, onarımları 2005 yılında Osman Gülsüm, 2012 yılında Mimar Kemal Bektaş tarafından yapılmıştır. Şekil 2.298’de 2005 restorasyonundan sonraki durumuna ilişkin görüntüler sunulmuştur.

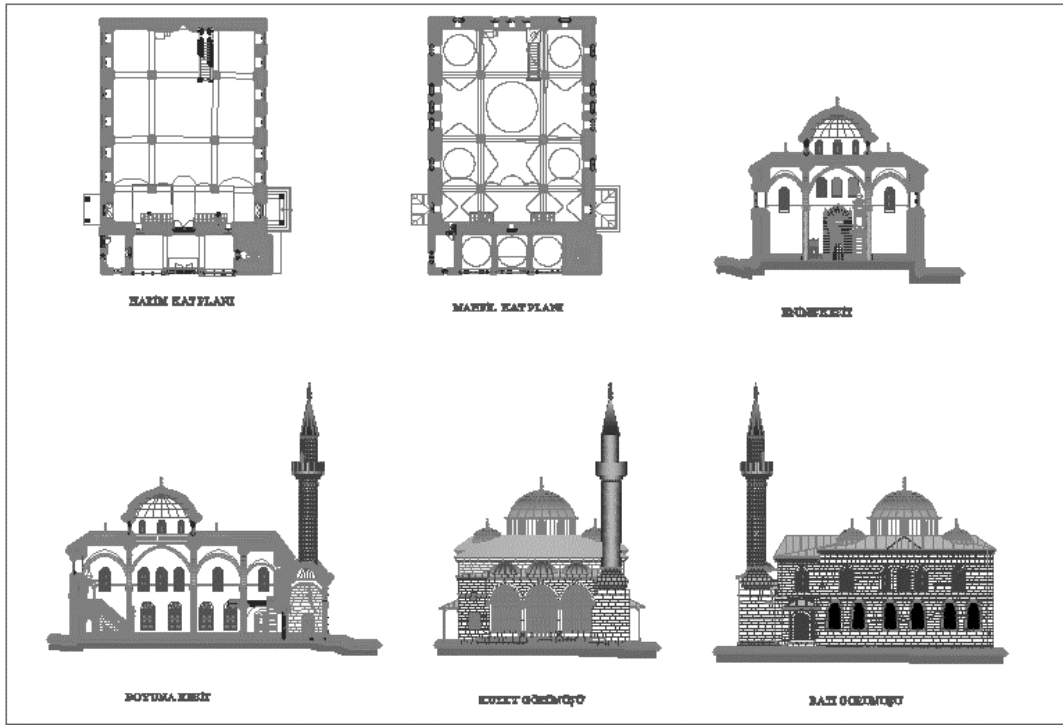


Şekil 2.298. Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Şebinkarahisar Fatih Camii, yalnızca yörenin değil bölgenin de en anıtsal ve tezyinatlı yapılarından birisidir. Yüksek bir avlu üzerine kuzey-güney doğrultusunda, dikdörtgen planlı olarak inşa edilen Fatih Camii dış cephe kaplamaları güney cephenin mihraptan üst kısmı hariç tamamen düzgün kesme taş malzeme ile inşa edilmiştir. Eserin

dıştan dışa ebatları 16.88m x 22.09m olup, son cemaat mekânı 4.08m uzunluğundadır. Taş duvar kalınlığı ortalama 106cm'dir. Yapıya giriş üç cepheden sağlanmaktadır. Ana giriş kuzey cephesinden olmak üzere doğu ve batı cephesinden de giriş sağlanmaktadır. Ana giriş, iyon başlıklı sütunların üzerine oturduğu yuvarlak kemerli bir bölümdür. Yapının doğu ve batı girişi ise, yuvarlak kemerli, kesme taş sövelidir. Fatih Camii'nin hariminin üzeri yüksek kasnaklı ana kubbe, yan sahanlarda dört küçük kubbe ve dört tonoz ile örtülüdür.

Üç bölümlü kapalı son cemaat yerinin üzeri de üç küçük kubbe ile örtülüdür. Son cemaat yerine girişi sağlayan orta bölümdeki kemerler iyon başlıklı iki sütun üzerine oturmaktadır. Üç bölümlü son cemaat yeri, demir doğramalı pencerelerle kapatılmıştır. Yapının kuzeybatı cephesine bitişik minaresi, yüksek kare kaideli, çokgen gövdeli, tek şerefeli ve konik külahlıdır. Külâh üzeri kurşun ile kaplı minare, tamamen kesme taş malzeme ile inşa edilmiştir. Şerefeye geçişte kirpi saçak kullanılan minarenin şerife korkuluklarında ise herhangi bir süsleme yoktur. Minarenin toplam yüksekliği 27.19m olup, kaide genişliği 3.79m'dir. Şekil 2.299'da caminin plan, kesit ve görünüşlerinin bir kısmı sunulmuştur.



Şekil 2.299. Şebinkarahisar Fatih Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri (Rölöve, 2011).

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2005 ve 2012 yıllarında gerçekleştirilen restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıdaki imalatlar yaptırılmıştır:

- Caminin bakır üst örtüsü sökülüş, ahşap çatıda tahkimat yapılarak bakır kaplama yenilenmiştir (Şekil 2.300).



Şekil 2.300. Şebinkarahisar Fatih Camii çatı imatları

- Doğu ve güney duvarlarında temel altlarında temel takviyeleri yapılmıştır (Şekil 2.301).
- Caminin güney cephesindeki moloz kısmın sıvası sökülüş, çatlaklarda gerekli onarımlar yapılarak tekrar sıvanıp boyanmıştır.
- Camideki demir ve PVC esaslı pencere doğramaları sökülerek sert ağaçtan ısıcam detaylı pencere doğramaları yapılmıştır.
- Cami etrafında drenaj yapılmış, ayrıca yüzey sularının cami temellerine ulaşmaması için önlemler alınmıştır.



Şekil 2.301. Şebinkarahisar Fatih Camii temel altı takviye imatları

- Mevcut ahşap döşeme yerinde sistirelenerek koruyucu sürülüp saklanmıştır.
- Merdiven, mahfil döşemesi, korkuluk gibi ahşap imalatlar yenilenmiştir.
- Cami içinde bulunan bağdadi kısımlar yenilenmiştir.
- Caminin beton dışlık pencereleri yenilenmiş ve akrilik esaslı boya ile boyanmıştır.
- Cami iç beden duvarlarında sıva raspası yapılmış, sağlamlaştırma ve dikiş yapılarak duvar güçlendirmeleri yapılmıştır (Şekil 2.302).



Şekil 2.302. Şebinkarahisar Fatih Camii cami içi imalatları

- Minare külahı ve üst bakır örtüsü yenilenmiştir.
- Minarede çatlaklarda epoksi ile derz dolgusu yapılmıştır.
- Cami müştemilatı yenilenmiş ve camiye çeşitli kullanım alanları kazandırılmıştır (Şekil 2.303).



Şekil 2.303. Şebinkarahisar Fatih Camii müştemilat ve harim mekânı

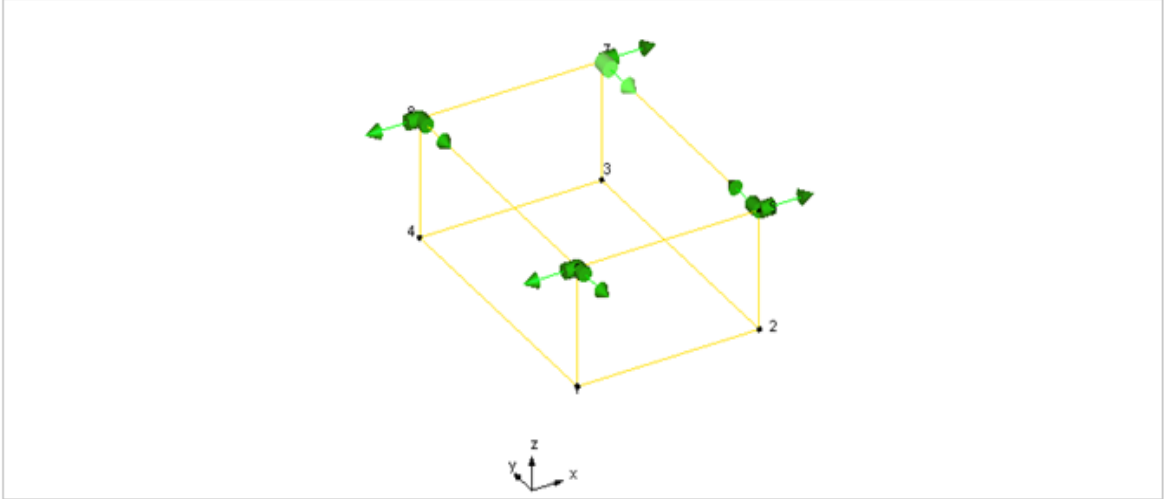
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü Restorasyon Sonrası

Şebinkarahisar Fatih Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.304'te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.304. Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

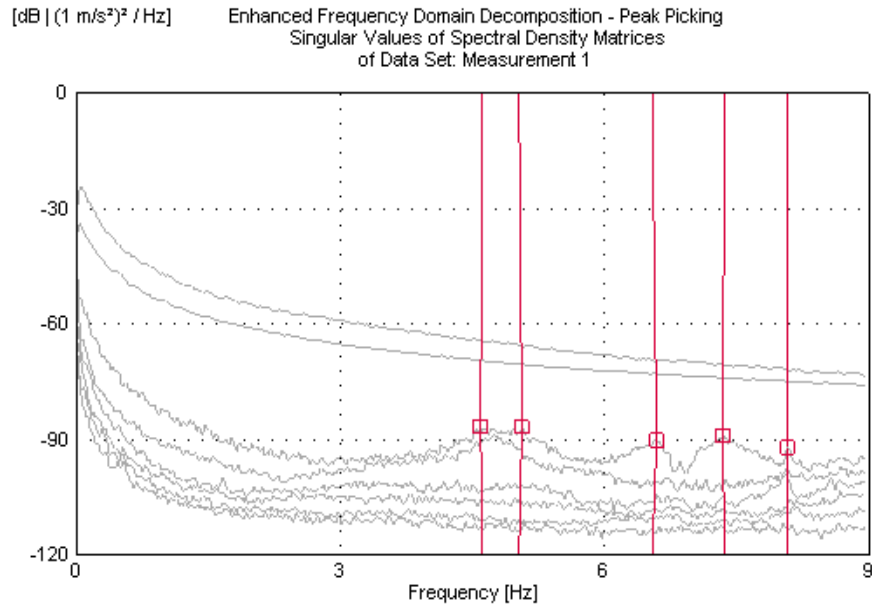
Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.305'te verilmektedir.



Şekil 2.305. Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin dış gövde duvarlarından 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak

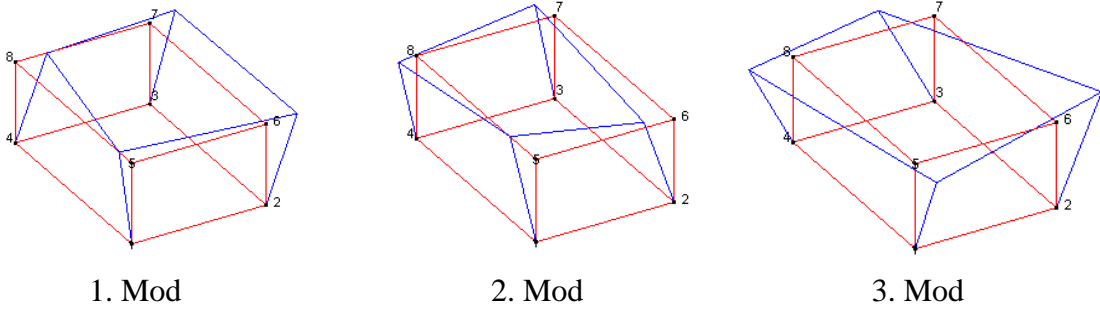
yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.306'da verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.47'de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.307'de verilmektedir.



Şekil 2.306. Şebinkarahisar Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.47. Şebinkarahisar Fatih Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.619	2.198
2	5.030	2.120
3	6.544	1.834



Şekil 2.307. Şebinkarahisar Fatih Camisi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

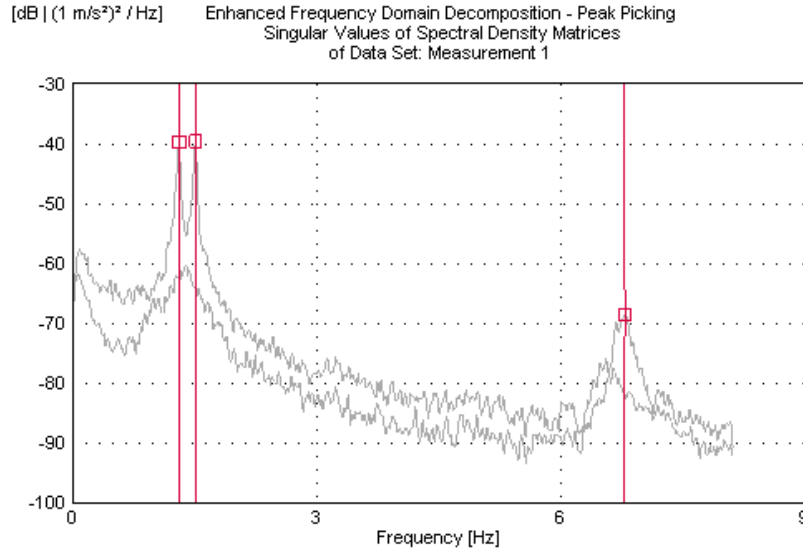
Restorasyon Sonrası

Şebinkarahisar Fatih Cami Minaresinde gerçekleştirilen ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yatay yönlerdeki hareketi ölçmek üzere, minare çekirdeğine birbirlerine dik olacak şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.308’de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.308. Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.309).



Şekil 2.309. Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.48’de minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

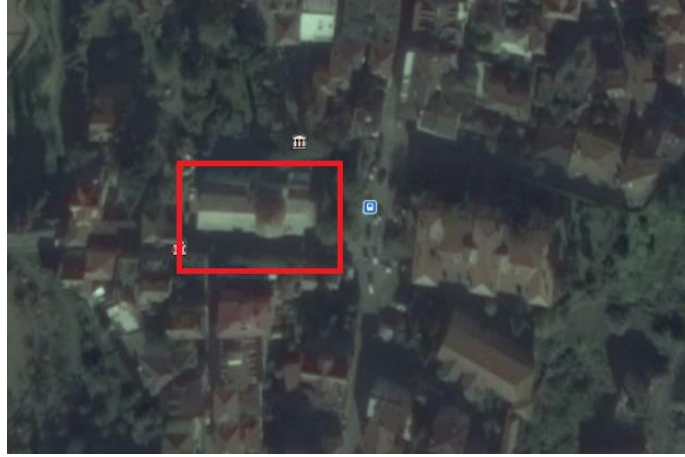
Tablo 2.48. Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.311	1.123
2	1.514	0.888
3	6.783	0.915

2.2.8. Trabzon Ortahisar Büyük Fatih Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Büyük Fatih Cami, Trabzon Merkez Ortahisar Mahallesi 21 pafta, 130 ada ve 3 parselde yer almaktadır. Eser Trabzon’un ilk yerleşim alanlarından Ortahisar bölgesinin merkezinde yer almaktadır. Yapının konumunu belirtir uydu görüntüsü Şekil 2.310’da verilmektedir.



Şekil 2.310. Büyük Fatih Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Yapı, Mazbut Fatih Sultan Mehmet Vakfına ait olup idaresi ve temsili Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Yapı, Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun 14.12.1974 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Büyük Fatih Camisi, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu envanterine 351 numara ile kayıtlıdır (Özen vd., 2010). Şekil 2.311'de caminin onarım öncesi fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.311. Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri

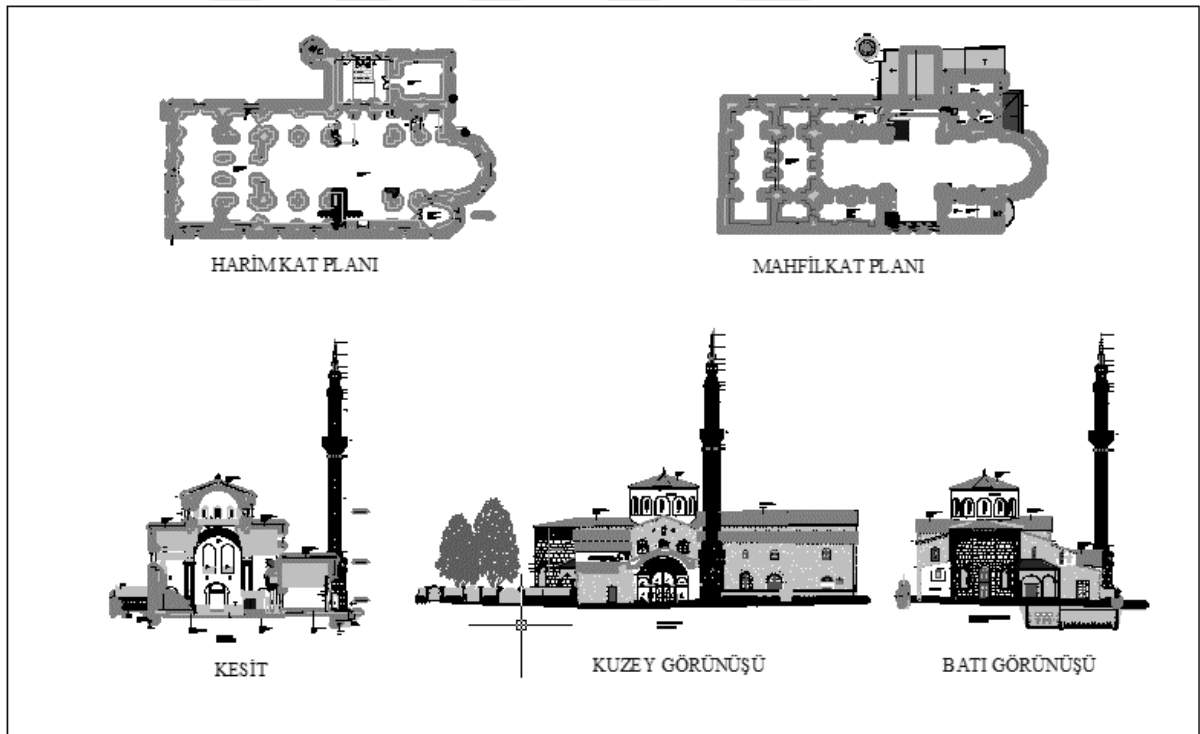
Yapının inşa tarihi kesin olarak bilinmese de tahminen Konstantin'in bölgeyi yönetimine verdiği yeğeni Hannibalinos tarafından 914 yılında kilise olarak yaptırıldığı bilinmektedir (Özen vd., 2010). 1461 yılında Fatih Sultan Mehmet Han tarafından şehrin fethedilmesiyle birlikte, yapı camiye çevrilmiş ve daha sonra minaresi eklenmiştir.

Üç nef, bir transept ve bunların kesişim noktasında bir kubbe, narteks, dış narteks ve kuzey girişine sahip olup, orijinal tek apsisi orta nefin sonundadır (Özen vd., 2010).

Fatih Büyük Camii taşıyıcı duvarları, kubbe, tonoz ve kemerlerinde, taş, tuğla ve harç; minarede ise kesme taş ve harç kullanılmıştır. Günümüze kadar farklı dönemlerde müdahaleler görmüştür. Doğu apsis kısmı düzgün kesme taşla kaplanmıştır. Yapının dıştan dışa ebatları 42.33mx17.23m olup son cemaat uzunluğu 6.75m'dir. Taş duvar kalınlığı ortalama 110cm'dir.

Yapının kuzey cephesinde yer alan minare, çokgen kaideli, soğan pabuçlu ve taş külahlı, silindirik gövdelidir. Kesme taş malzeme ile inşa edilmiş minarenin toplam yüksekliği 35.78m olup, kaide genişliği 2.80m'dir. Bölgedeki kesme taş minareler arasındaki en zarif örneklerinden birisidir.

Eserin restorasyon kararı alınmış ve projeleri Vakıflar Genel Müdürlüğünce Mimar Emine Yavuz' a hazırlanmıştır. Şekil 2.312'de caminin restorasyon projesinden bazı kısımlar sunulmuştur.



Şekil 2.312. Büyük Fatih Camii plan, kesit ve görünüşü (Restorasyon Projesi, 2014)

Eserin restorasyon süreci bu çalışma hazırlanırken sürmekte olduğundan Şekil 2.313'te caminin restorasyon sürecine ilişkin bazı görseller sunulmuştur.



Şekil 2.313. Büyük Fatih Camii restorasyon görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Eserin restorasyon süreci bu çalışma hazırlanırken sürmekte olduğundan yapılan incelemeler yalnızca restorasyon öncesi durumu kapsamakta, restorasyon uygulamalarını içermemektedir. Bu nedenle restorasyon içeriğine bu eser için değinilmemiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

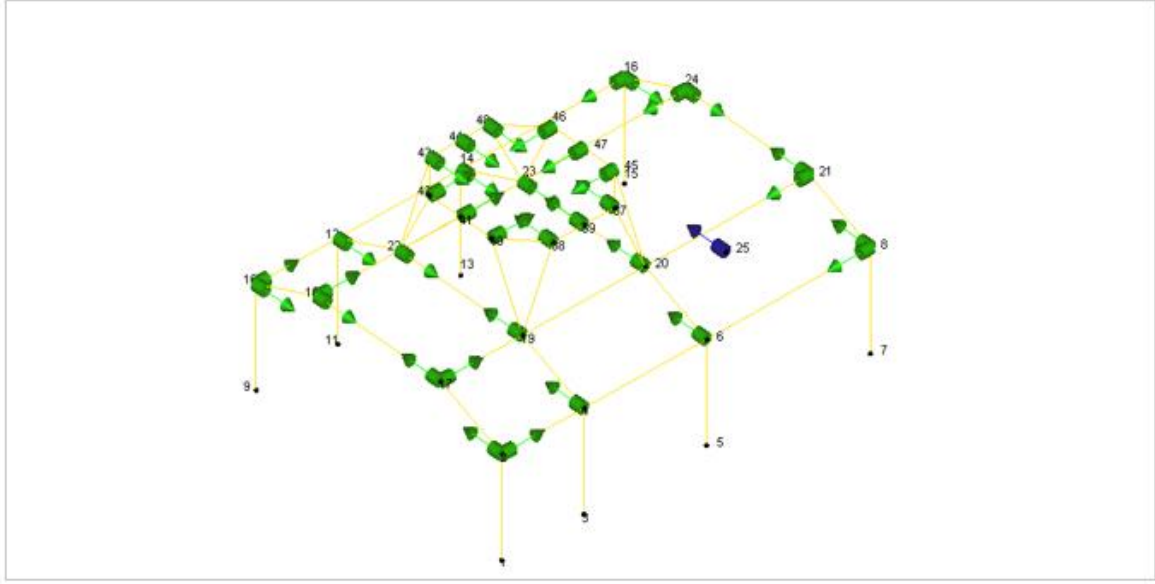
Restorasyon Öncesi

Fatih Camisinin restorasyon öncesi ölçümü 1 adet referans olmak üzere toplam 13 adet ivmeölçerler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Beden duvarları ve kubbe kasağından alınan ölçüm verileri referans ivmeölçer vasıtası ile birleştirilmiştir. Ölçüm süresi 30 dakikadır. Bu ölçüm verileri değerlendirilerek yapının restorasyon öncesi dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil 2.314'te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



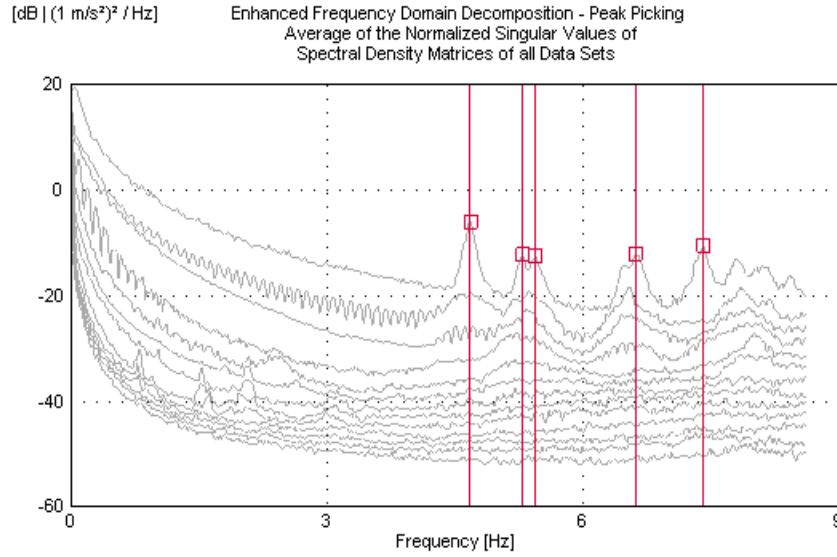
Şekil 2.314. Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen bir model oluşturulmuştur. Bu temsili model Şekil 2.315'te verilmektedir.



Şekil 2.315. Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.316). Tablo 2.49’da caminin hasarlı durum için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

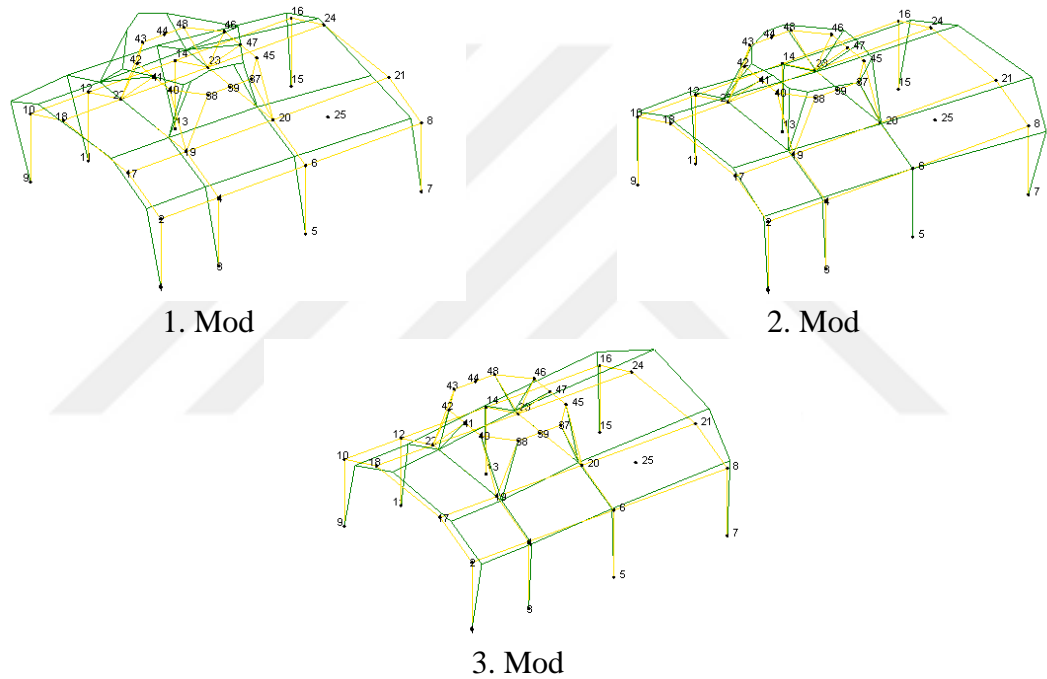


Şekil 2.316. Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.49. Büyük Fatih Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.681	1.270
2	5.290	0.700
3	5.452	0.970

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.317'de verilmektedir.



Şekil 2.317. Büyük Fatih Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

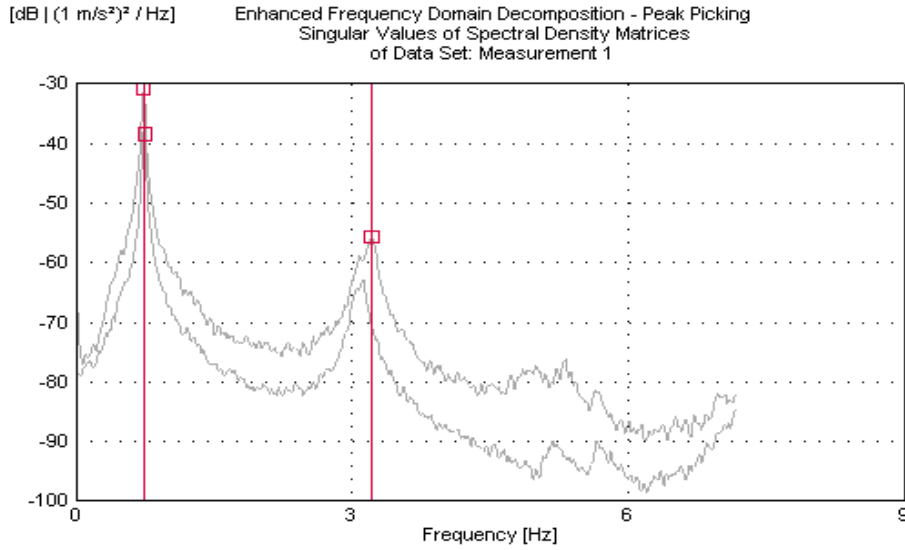
Restorasyon Öncesi

Doğal taş malzemeden inşa edilmiş Büyük Fatih Camii Minaresinin doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Şekil 2.318'da minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.318. Büyük Fatih Camisi Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.319). Tablo 2.50’de ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.319. Büyük Fatih Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.50. Büyük Fatih Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.738	1.725
2	0.740	1.720
3	3.207	1.470

2.2.9. Trabzon Ortahisar Küçük Fatih Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Küçük Fatih Cami, Trabzon Merkez Bahçecik Mahallesi 200 ada 45 parselde yer almaktadır. Eserin tüm çevresi boş arsa olup, yakın çevresinde yapılaşma olmayan ender örneklerdendir. Buna rağmen yapı mahalle arasında kalmış ve çevresi genel itibariyle konut alanlarıyla çevrili durumdadır. Yapının konumunu belirtir uydu görüntüsü Şekil 2.320’de verilmektedir.



Şekil 2.320. Küçük Fatih Camii uydu görüntüsü (URL-1)

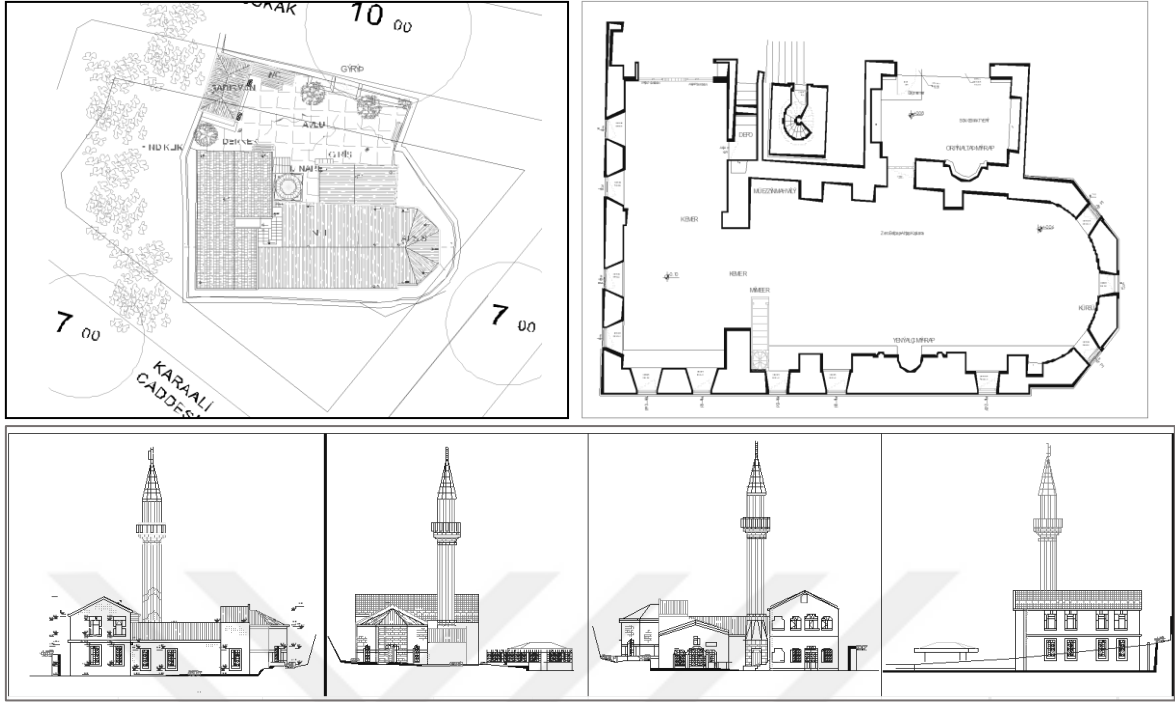
Yapı, Mazbut Fatih Sultan Mehmet Vakfına ait olup, idaresi ve temsili Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Eser, XIV. yüzyılda kilise olarak yapılmış, Trabzon’un fethinden sonra camiye çevrilmiştir (Yüksel, 2000). Yapı, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu’na 14.12.1974 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Bahçecik Küçük Fatih Camisi, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu envanterine 439 numara ile kayıtlıdır (Özen vd., 2010). Şekil 2.321’de caminin onarım öncesi fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.321. Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Bahçecik Mahallesinde yer alan yapının 14. yüzyılda kilise olarak inşa edildiği bilinmekte, fakat yapının camiye çevrilme tarihi net olarak bilinmemektedir. Yapının özgün biçimi dikdörtgen planlı, tek nefli ve tek apsislidir. Eser, içeriden üç takviye kemerli beşik tonozla, dışarıdan ise kırma çatıyla örtülmüştür (Özen vd., 2010). Orijinal yapı moloz taştan yapılmış olup, günümüze kadar farklı dönemlerde müdahaleler görmüştür. Yapının, batı kısmına sonradan eklenen moloz taştan yapılmış dikdörtgen bir mekân bulunmakta olup, bu kısım yakın geçmişte içeriden betonarme ve iki katlı olarak müdahale görmüştür. Bu kısmın yapımı sırasında batı duvarının kaldırılması nedeniyle muhtemel batı girişi yıkılmıştır (Özen vd., 2010). Doğu apsis kısmı düzgün kesme taşla kaplanmıştır. Yapının dıştan dışa ebatları 23.44mx8.20m olup, son cemaat uzunluğu 4.00m'dir. Taş duvar kalınlığı ortalama 90cm'dir.

Yapının girişi kuzey portalinden sağlanmaktadır. Portalin batısında ve nefin kuzeyinde kalacak şekilde 1980'li yıllarda taş minare yapılmıştır. Kare kaideli, prizmatik pabuçlu, yuvarlak gövdeli, tek şerefeli ve konik külahlı minarenin külah kısmı kurşunla kaplanmıştır. Minarenin toplam yüksekliği 24.75m olup, kaide genişliği 2.56m'dir. Şekil 2.322'de caminin vaziyet planı, kat plan görünüşü ve yan cephe rölöveleri verilmektedir. İlgili projeler Mimar Ufuk Hoş tarafından çizilmiş olup, restorasyon Mimar Kemal Bektaş tarafından gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.323'te caminin restorasyon sonrası fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.322. Küçük Fatih Camii plan ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2008)



Şekil 2.323. Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Merkez Bahçecik Mahallesi Küçük Fatih Camii, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Kurulunun 28.04.2007 tarih ve 1111 nolu kararı ekinde onaylanan eski eser projeleri ve 28.07.2011 tarih ve 3563 nolu kurul kararı ile onaylı WC-şadırvan revize projesi doğrultusunda yapılmıştır. Bu kapsamda;

- Çatıda yer alan beton merdiven, dere ve saçaklar kaldırılmış, mevcut eğime uyularak tesviye yapılmıştır.

- Cam tülü taşıyıcılı ve bir yüzü mineral kaplı polyester keçe taşıyıcılı polimer bitümlü örtüyle iki katlı su yalıtımı yapılmış, üzerine kireç harçlı klasik tip kiremit döşenmiştir (Şekil 2.324).
- Eklenti kısmın çatısı üzerindeki kiremit toplanmış, çatı tamamen yenilenerek su ve ısı yalıtımları yapılarak, klasik tip oluklu kiremit ile örtülmüştür.



Şekil 2.324. Küçük Fatih Camii çatı imalatları

- Ana giriş kapısı ve harime geçiş kapısı sökülerek sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Son cemaat yeri ve harim mekanı döşemesi sökülmüş, projede belirtilen kotlara göre zemin uygun seviyeye indirilerek, tesviye yapılmıştır. Mevcudu ahşap döşeme olan yerlere sert ağaçtan kadronlu ahşap döşeme yapılmış, giriş kısmı üzerine ise 6cm×30cm serbest boy andezit plaklarla mucartalı döşeme kaplaması yapılmıştır.
- Camiinin tonozun tepe noktasında tespit edilen çatlağın onarılması için çelik bağlantı elemanlarının kullanılmasına karar verilmiştir. Çatlağa dik doğrultuda çelik elemanların ankrajının yapılması ile çekme gerilmelerinin karşılanmasında tonozu takviye sağlanması ve yapının tepe noktasındaki açılmanın önlenmesi hedeflenmiştir. Bu itibarla çelik dikişler ile tonozu müdahale edilmiştir (Şekil 2.325).



Şekil 2.325. Küçük Fatih Camii tonoz güçlendirme işlemleri

- Taş mihrapta kumlama ile yüzey temizliği yapılmıştır.
- Tüm pencereler sert ağaçtan yeni doğrama yapılarak değiştirilmiştir.
- Niteliksiz minber ve kürsü ahşap olarak yenilenmiştir.
- İç beden duvarları raspa edilmiş, düzgün kesme taş çıkan kemerler derzlenerek bırakılmış, diğer kısımlar ise horasan harcı ile tekrar sıva yapılmıştır (Şekil 2.326).



Şekil 2.326. Küçük Fatih Camii iç mekân uygulamaları

- Dış cephelerde sıvalı yüzeyler raspa edilmiş, ardından tüm dış beden duvarlarında kumlama ile yüzey temizliği yapılmış ve derzler açılarak, horasan harcı ile hemyüz derz yapılmıştır (Şekil 2.327).
- Dış beden duvarlarında yer alan bozuk taşlar çürütülerek orijinali doğrultusunda yenilenmiştir.
- Girişteki demir camekânlar yerine sert ağaçtan pencere ve camekân imalatları yapılmıştır.
- Pencere sövelerinden bozuk olanlar orijinali doğrultusunda yenilenmiştir.
- Tüm pencere parmaklıkları raspa edilmiş, ardından parmaklıklar üzerine antipas sürülmüş ve parmaklıklar siyah mat dekorasyon boyası ile boyanmıştır.



Şekil 2.327. Küçük Fatih Camii dış cephe uygulamaları

- Minare giriş kapısı ve şerefe kapısı sökülerek demir doğramalı kapı imalatı yapılmıştır.
- Minarenin dış yüzeylerinde kumlama ile yüzey temizliği yapılmıştır.
- Avluda mevcut döşeme sökülmüş, mevcut WC kaldırılarak yapının batısında yer altına projesine uygun şekilde WC ve şadırvan teşkil edilmiştir (Şekil 2.328).
- Avlu düzenlemesi için gerekli kazı ve hafriyat yapılmış ve moloz taştan istinat duvarları yapılarak avlu teşkil edilmiş, avlu andezit taş plaklarla kaplanmıştır.



Şekil 2.328. Küçük Fatih Camii çevre düzenlemesi

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümü

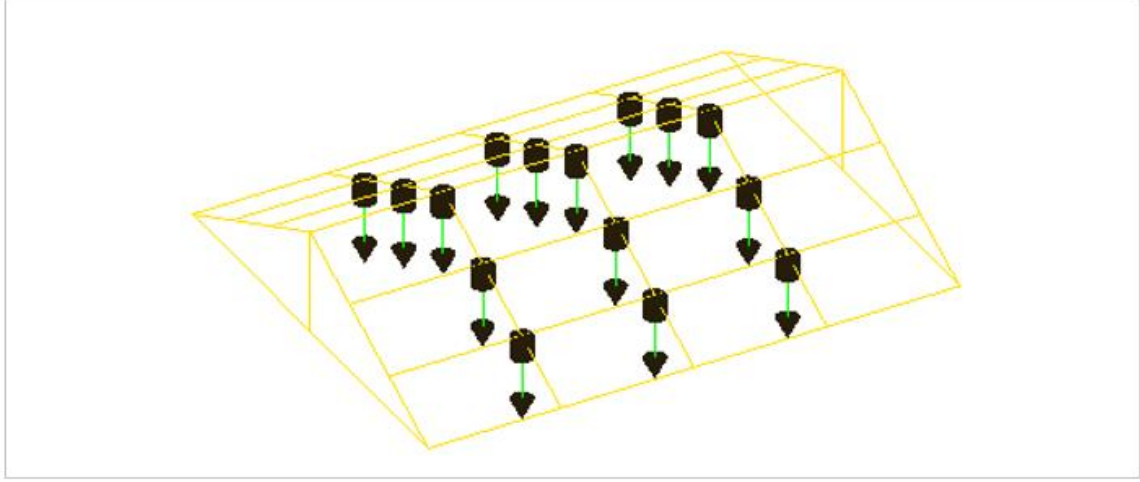
Restorasyon Öncesi

Trabzon Ortahisar Küçük Fatih Camisinin orta kısmındaki tonoz bölümünde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümde toplam 15 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler düşey yöndeki hareketi ölçecek şekilde yerleştirilmiştir. Şekil 2.329'da tonoz çatısı ve bu çatıda ivmeölçer yerleşim düzeni verilmektedir.



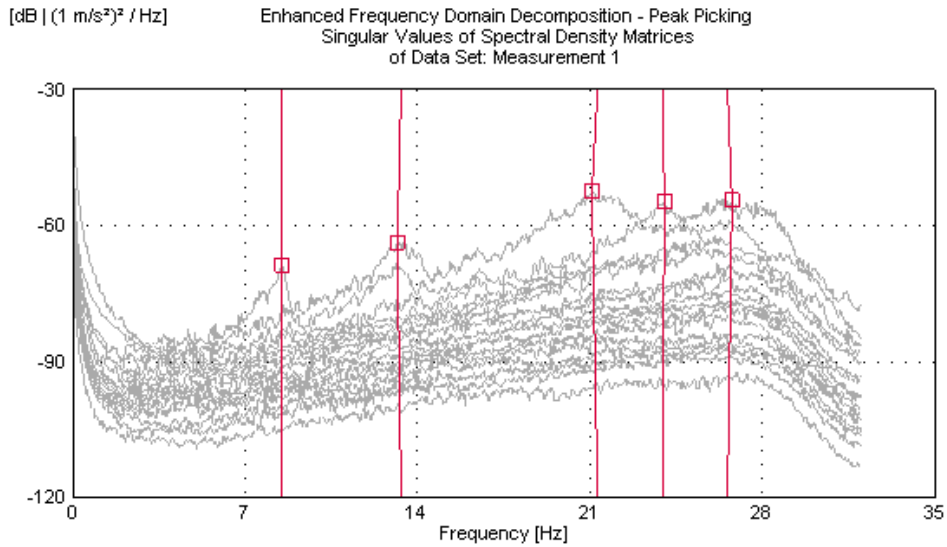
Şekil 2.329. Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla tonozu temsilen bir model oluşturulmuştur. Bu temsili model Şekil 2.330'da verilmektedir.



Şekil 2.330. Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Camide 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.331). Tablo 2.51'de caminin hasarlı durum için ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.331. Küçük Fatih Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.51. Küçük Fatih Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

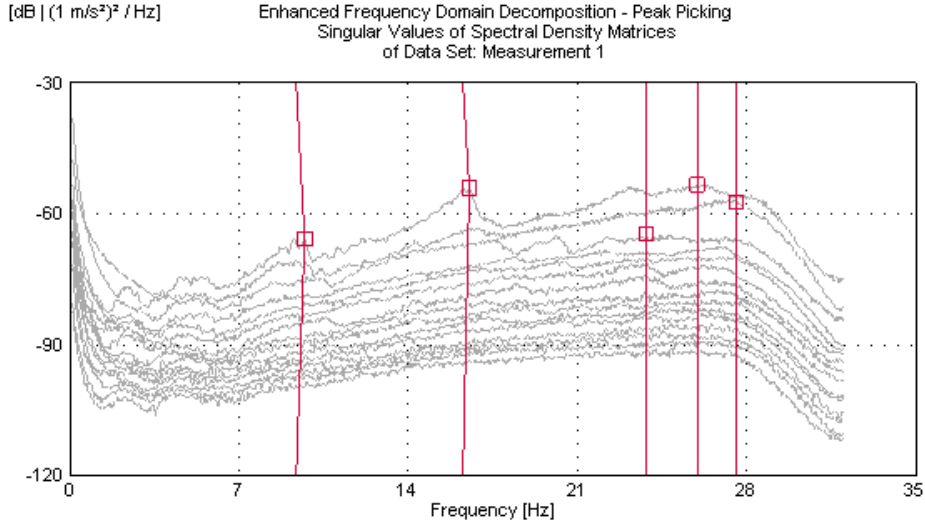
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	8.482	1.744
2	13.340	3.527
3	21.320	3.759

Restorasyon Sonrası

Restorasyon sonrası durum için, yapıda ivmeölçer bağlantı noktaları ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla daha önceden kullanılan ölçüm düzeneği kullanılmıştır (Şekil 2.332). Camide 30 dakika süreyle tekrar ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak caminin onarım sonrası için doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.333). Tablo 2.52’de ise caminin onarım sonrası için ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.332. Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri



Şekil 2.333. Küçük Fatih Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.52. Küçük Fatih Camisi restorasyon sonrası durum doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	9.371	3.970
2	16.270	2.129
3	23.850	1.541

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

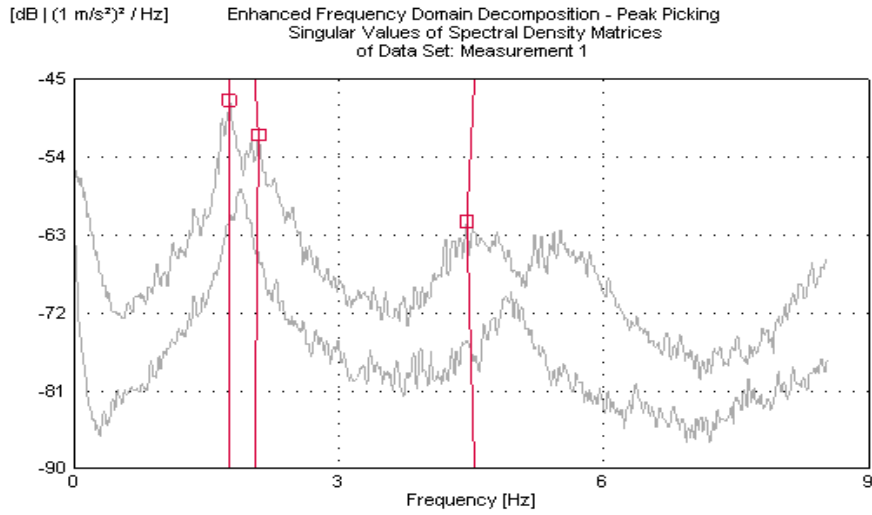
Restorasyon Sonrası

Doğal taş malzemeden inşa edilmiş Bahçecik Fatih Küçük Camii Minaresinin doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. Restorasyon kapsamında minarede herhangi bir yapısal müdahale olmadığından yalnızca onarım sonrası ölçüm alınmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Şekil 2.334’te minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.334. Küçük Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.335). Tablo 2.53'te ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.335. Küçük Fatih Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.53. Küçük Fatih Camisi Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.989	0.928
2	2.274	0.909
3	8.004	0.630

2.2.10. Trabzon Ortahisar Ayasofya Camii

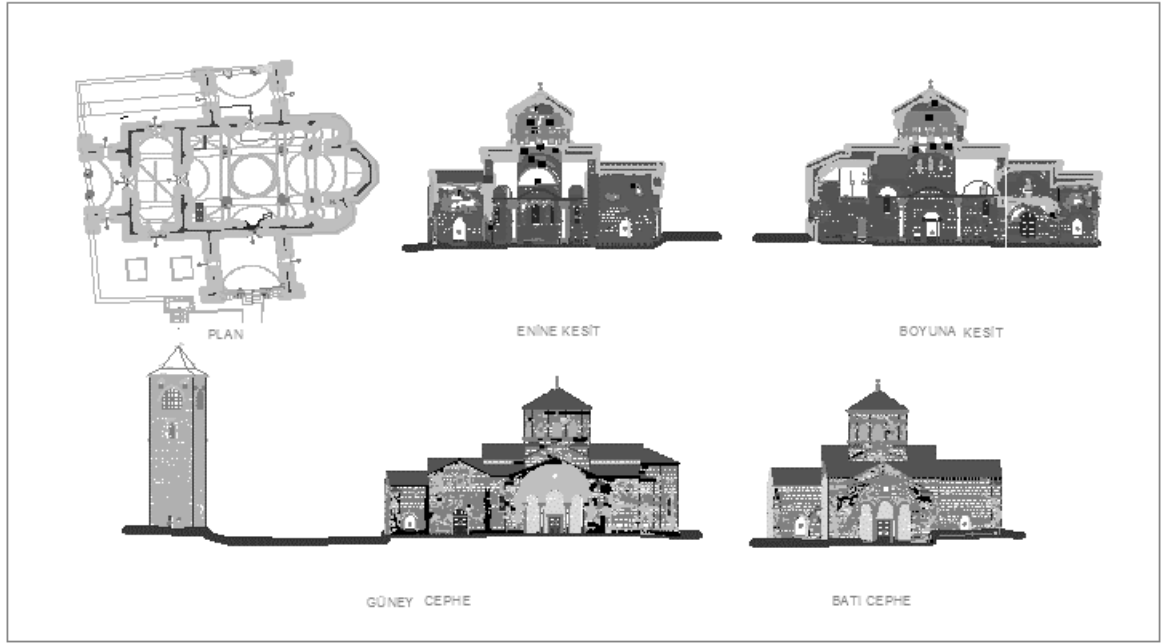
Genel Bilgiler

Mülkiyeti mazbut Fatih Sultan Mehmet Vakfı'na, yönetim ve temsili Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Trabzon Merkez Ayasofya Mahallesi'nde kain ve tapununun 24 ada 16 parsel sayılı, "çeşmesi olan bahçeli kargir cami" vasıflı, 6951,75m² miktarlı vakıf taşınmaz eski eser olarak tescillidir. Yapının uydu fotoğrafı Şekil 2.336'da sunulmuştur.



Şekil 2.336. Ayasofya Camii uydu görüntüsü(URL-1)

Ayasofya Camii, Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun 04.09.1985 tarih ve 1426 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Yapı, 1245 tarihinde Trabzon İmparatorluğunu kuran birinci Alekyison Kommenos'un yeğeni ve Andirinkos'un oğlu olan 4.Kral Manoil tarafından yaptırılmıştır. Trabzon'un fethinden sonra (1461) camiye çevrilmiştir. 1959 yılına kadar cami olarak hizmet vermiştir. 1959-1964 yılları arasında Vakıflar Genel Müdürlüğü ve Edinburgh Üniversitesinin ortak çalışmaları ile restore edilmiştir. Bu restorasyondan sonra 2013 yılına kadar Kültür Bakanlığının kullanımı altında olup, müze olarak işlev sürdürmüştür. Eser 03.06.2013 tarihinde Kültür Bakanlığı tarafından Vakıflar Genel Müdürlüğüne teslim edilmiş olup, mahkeme kararları ve vakıf kaydı dolayısıyla cami olarak tekrar ibadete açılmıştır. Eserin plan kesit ve görünüşlerini içeren restorasyon projesi Şekil 2.337'de sunulmuştur.



Şekil 2.337. Ayasofya Camii plan, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2016)

Ayasofya Camii, orijinal yapım amacı olan kiliselerin tipik mimarisi ile inşa edilmiştir. Eser, merkeze yerleştirilmiş yüksek kasnak üzerine oturtulmuş kubbesi, doğu yönünde ortada beşgen, iki yanda yuvarlak olarak oluşturulmuş olan üç apsisi, kilisenin eni ile aynı genişlikte inşa edilmiş olan batı narteksi ve üst katındaki şapeli, kuzey, batı ve güney yönlerinde yer alan ve beşik tonozlarla örtülmüş olan üç adet giriş revakı ile kare içine yerleştirilmiş haçvari bir plan şemasına sahiptir (Ekizoğlu, 2016). Onikigen kasnaklı ana kubbesi dört ana sütun yardımıyla taşınmaktadır. Kubbe haricindeki tüm üst örtü tonozlarla kapatılmıştır. Eserin dış cepheleri kesme taş kaplı olup, bu taş öğelerin bir kısmı işlemelidir. Kule cami olarak kullanılan dönemde minare şeklinde işlevlendirilmiştir. Şekil 2.338’de Ayasofya Camisine ait görseller sunulmuştur.



Şekil 2.338. Ayasofya Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Eserin restorasyon süreci bu çalışma hazırlanırken henüz başlamadığından yapılan incelemeler yalnızca restorasyon öncesi durumu kapsamakta, restorasyon uygulamalarını içermemektedir. Bu nedenle restorasyon içeriğine bu eser için değinilmemiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

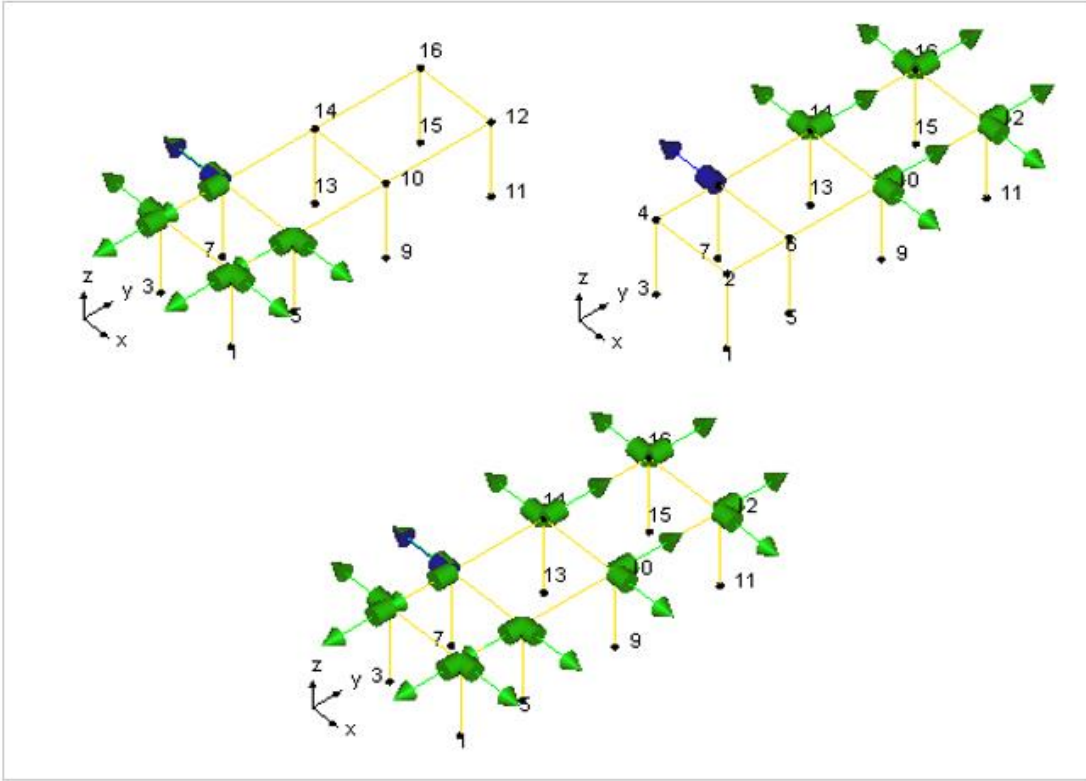
Ayasofya Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 32 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin dış duvar köşelerine, iç sütun başlarına ve cami iç duvarlarının köşe noktalarında bağlanmıştır. Alınan ivmeölçer kayıtları, referans ivmeölçer vasıtasıyla birleştirilerek veriler değerlendirilmiştir. Şekil 2.339’da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



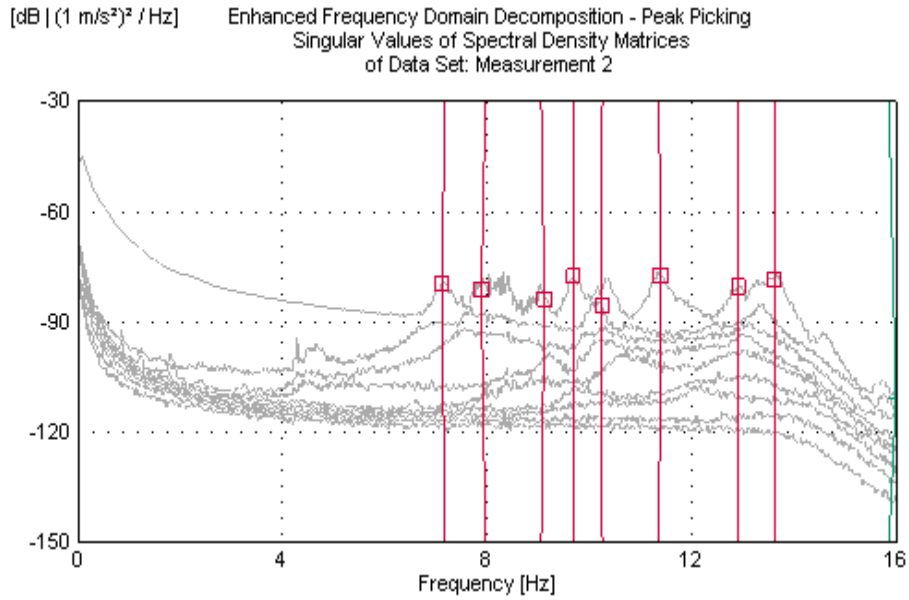
Şekil 2.339. Ayasofya Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.340’ta verilmektedir.

Camide üç kademeli olarak 60’ar dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller birleştirilerek analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.341’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.54’te ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.340. Ayasofya Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimleri

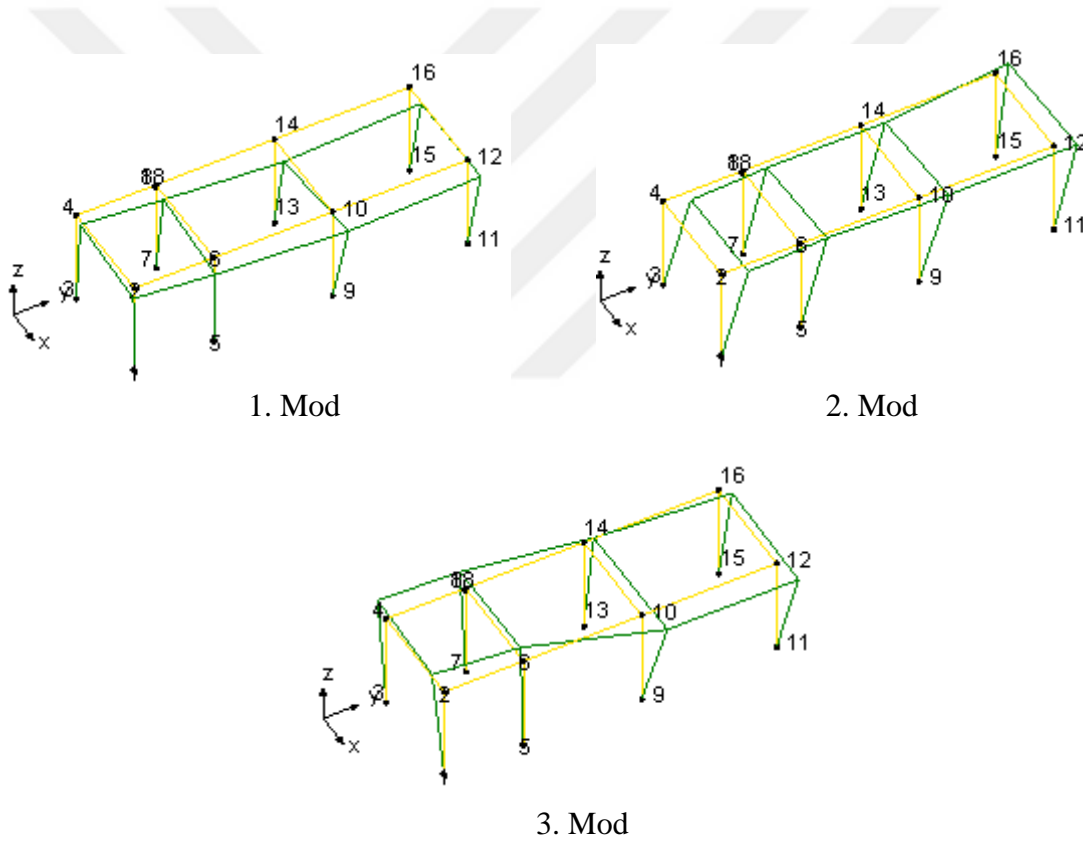


Şekil 2.341. Ayasofya Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.54. Ayasofya Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	7.177	1.859
2	7.972	1.965
3	9.063	1.079

Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli Şekil 2.342’de verilmektedir.



Şekil 2.342. Ayasofya Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

2.3. Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camiler

Orman örtüsü zenginlikleri bol alanlardaki ahşap kaynağı, bu bölgelerde yaşayan insanların yapılaşmadaki tercihlerini de etkilemiştir. Ahşap elemanlar; basınca, çekmeye, eğilmeye ve kesmeye karşı yüksek direnci, elastik özelliği, kolay birleşebilme ve işlenebilme nitelikleri ile önemli bir yapı elemanı olarak tarih boyunca her dönem kullanılmıştır. Ahşap malzemeler kullanılarak geçmişte evler, ahırlar, seranderler, ambarlar, ibadet mekânları ve sosyal tesisler gibi bir çok farklı mekân yapılmıştır.

Göz dolma yapı tekniği, boğaz geçmeli yapı tekniği ve basit ahşap kaplama teknikleri en önde gelen ahşap yapım teknikleri olup, bu yöntemlerle yapılmış birçok yapı örneği günümüze kadar ulaşabilmiştir. Boğaz geçmeli başta olmak üzere, ahşap yapıların örneklerine Türkiye’de özellikle Karadeniz Bölgesinde bolca rastlamak mümkündür. Çalışmanın bu bölümünde, ahşap taşıyıcı sistemli yığma cami ve minare örneklerinin bulunduğu bir grup yapı üzerinde yapılan çevresel titreşim ölçümleri ve sonuçları sunulmuştur. Yapılan incelemelerden bir kısmı restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri içermekte iken, bir kısmı ise yalnızca restorasyon öncesi ya da sonrası ölçümleri içermektedir.

2.3.1. Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Masele Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Müftülük beratında “Bereketli Köyü Masele Mahallesi Camisi” olarak geçen yapı, Trabzon ili Araklı İlçesi Bereketli Mahallesi 133 ada ve 6 parselde kayıtlıdır. Haziresiyle birlikte ormanlık bir alan içerisinde yer alan cami, Araklı İlçe merkezinden yaklaşık 8km uzaklıktadır. Mazbut Masele Mahallesi Camisi Vakfı’na ait olan yapının temsili Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Şekil 2.343’te caminin uydu görüntüsü verilmektedir.



Şekil 2.343. Bereketli Masele Camii uydu görüntüsü (URL-1)

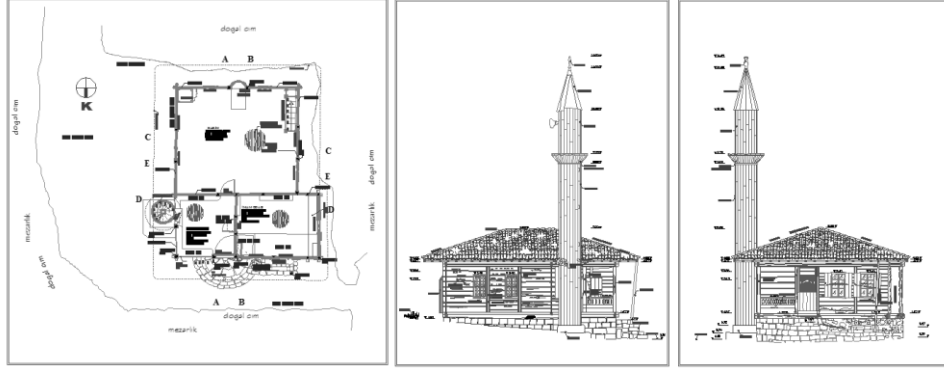
Caminin 1866-67 yıllarında inşa edildiği, ahşap mihrap üzerine düşülen tarihten anlaşılmaktadır. Kare planlı harim bölümü ve vadinin en küçük boyutlu harimine sahip Bereketli Mahallesi Masele Camisinin çok işlevli plan özellikleri, vadideki tek örneklerden biri olmasıyla sıra dışı uygulamalardan biri olarak kabul edilebilir (Kazaz, 2016). Kabaca kare bir iç mekâna sahip yapının, giriş aksının ve son cemaat mahallinin batı kenarında çok amaçlı olarak kullanıldığı anlaşılan bir odası vardır. Son cemaat mahallinin doğu kenarında yer alan minaresi ahşaptır. Dikkate değer yegâne bezeme yoğunluğu giriş kapısı üzerindedir. Yapı, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu'nun 29.11.2012 tarih ve 4612 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Caminin restorasyon öncesi durumunu gösterir görseller Şekil 2.344'te sunulmuştur.



Şekil 2.344. Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi görüntüleri

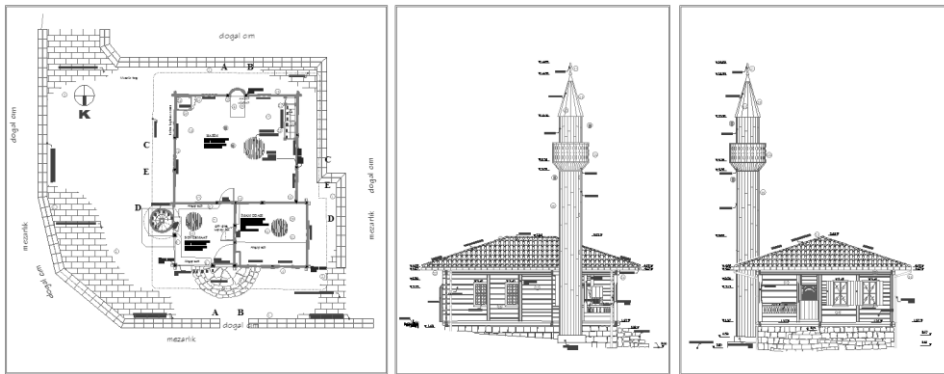
Bereketli Masele Camisinin rölöve ve restorasyon projeleri 2013 yılında Mimar Kemal Bektaş tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon öncesi durumunu gösterir rölöve projesinden bir kısmı Şekil 2.345'te sunulmuştur. Cami, dıştan dışı 6.39mx8.98m

boyutlarında ve ortalama 4cm kalınlığında boğaz geçmeli kalaslar ile teşkil edilmiş bir yapıdır. Ana ibadet mekânı 5.58m, son cemaat mekânı 3.40m uzunluğundadır. Yapının ahşap minaresinin toplam yüksekliği 14.31 m olup, minare gövdesi 1.2 m genişliğindedir.



Şekil 2.345. Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi plan ve görünüşleri (Rölöve, 2013)

2014 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu Dr. Mimar Mukaddes Ataman'ın taahhüdü altında tamamlanan Masele Camisinin onarım sonrası halini yansıtan restorasyon projesinin bir kısmı Şekil 2.346'da sunulmuştur. Cami hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.347'de Masele Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.346. Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası plan ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2013)



Şekil 2.347. Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2014 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında, camide aşağıdaki sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Caminin çatısının kiremitleri toplanmış, ahşap çatının bozulmuş öğeleri sökülerek yeni elemanlar ile değiştirilmiştir. Tam kaplamalı ahşap çatının üzerine bitümlü kiremit altı levhası serilerek üzerine oluklu klasik kiremit döşenmiştir (Şekil 2.348).
- Çatı arasında döşeme üzerine 10cm kalınlıkta camyünü şilte serilmiştir.
- Cami saçak alın tahtaları sökülerek orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Çatıda, galvanizli çekme sacdan yağmur olukları ve iniş boruları yapılmıştır.



Şekil 2.348. Bereketli Masele Camii çatı imalatları

- Caminin kuzeybatısında yer alan ve esere sonradan eklenen kısım, projesine uygun olarak kaldırılmış ve restorasyon projesine uygun olarak boğaz geçmeli olarak yeniden yapılmıştır (Şekil 2.349).
- Saçak altı kirişlemelerinden bozuk olanlar yenilenmiştir.
- Cami çevresinde temel alt derinliğine kadar kazı yapılarak drenaj uygulaması yapılmıştır.

- Cami önündeki taş basamaklar sökülmüş, kullanılabilir olanlar ıslah edilip yerine yerleştirilmiş, bozuk olan kısımlar yenilenmiştir.
- Pencere kepenklerinden bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Pencere doğramaları sökülerek sert ağaçtan yenilenmiştir.



Şekil 2.349. Bereketli Masele Camii cephe imalatları

- Çürümüş ve böceklenmiş ahşap tavan kaplaması sökülerek, çıtalı ahşap tavan kaplaması projesine göre yapılmıştır.
- Ahşap döşeme sökülerek, bozuk öğeler sert ağaçtan kirişli ahşap döşeme olarak yenilenmiştir.
- Ahşap mihrap boyadan arındırılmış ve ıslah edilmiştir.
- Ahşap minber boyadan arındırılmış ve ıslah edilmiştir.
- Ahşap işlemeli kapıda itina ile boya raspası yapılarak ıslahı gerçekleştirilmiştir.
- Kürsü, köşe dikmeleri ve şebekeli korkuluklar gibi oymalı satıhlarda yağlı boya raspası yapılmıştır.
- Cami beden duvarlarında kürsü, kapı arkası vb. gibi düz ahşap satıhlarda yağlı boya raspası ve yüzey temizliği yapılmış ve gerekli tamiratlar gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.350).
- Son cemaatte bulunan ahşap döşemeler yenilenmiştir.
- Mevcut boğaz geçmeli ahşap duvarlardan bozuk kısımlar numaralandırılarak sökülmüş ve bozuk elemanlar sert ağaçtan yenilenerek orijinal karakterinde ve uygulama tekniğinde ahşap duvar yapılmıştır.



Şekil 2.350. Bereketli Masele Camii harim ve son cemaat yerine ait görüntüler

- Minarenin ahşap külahı sac kaplaması ve gövde kaplama tahtaları sökülümüş, ahşap serende tamirat yapılarak orijinaline göre sert ağaçtan yapılmıştır. Minare üzerine ahşap külah yapılarak üzeri bakır ile kaplanmıştır (Şekil 2.351).
- Minare şerefesinde sert ağaçtan şebekeli korkuluk yapıp yerine takılmıştır. Giriş ve şerefe kapıları yenilenmiştir.



Şekil 2.351. Bereketli Masele Cami Minaresi

- Cami müştemilatında gerekli bütünlemeler yapılarak tüm tesisat, seramik ve vitrifiye elemanları yenilenmiştir (Şekil 2.352).
- Tüm elektrik tesisatı yenilenmiş ve çevre düzenlemesi yapılmıştır.



Şekil 2.352. Bereketli Masele Camii müştemilatı ve çevre düzenlemesi

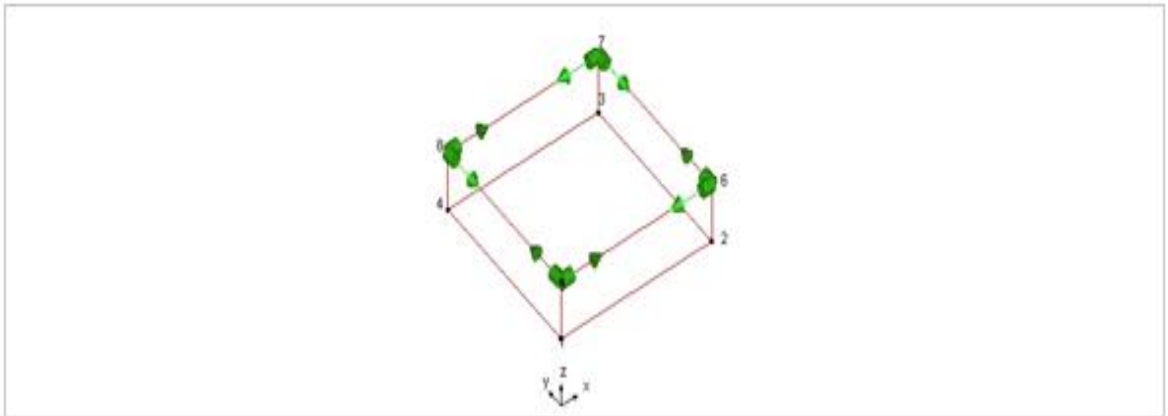
Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

Bereketli Masele Camisinde gerçekleştirilen ölçümler beden duvarlarında üst köşe noktalarına yatay yönlerde yerleştirilen 8 adet ivmeölçer yardımı ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.353). Bu şekilde yerleştirilen ivmeölçerlerden 30 dakikalık ölçümler alınmış ve veriler değerlendirilmiştir. Tüm ivmeölçer yerleşimlerinin şematik gösterimi Şekil 2.354'te sunulmuştur.

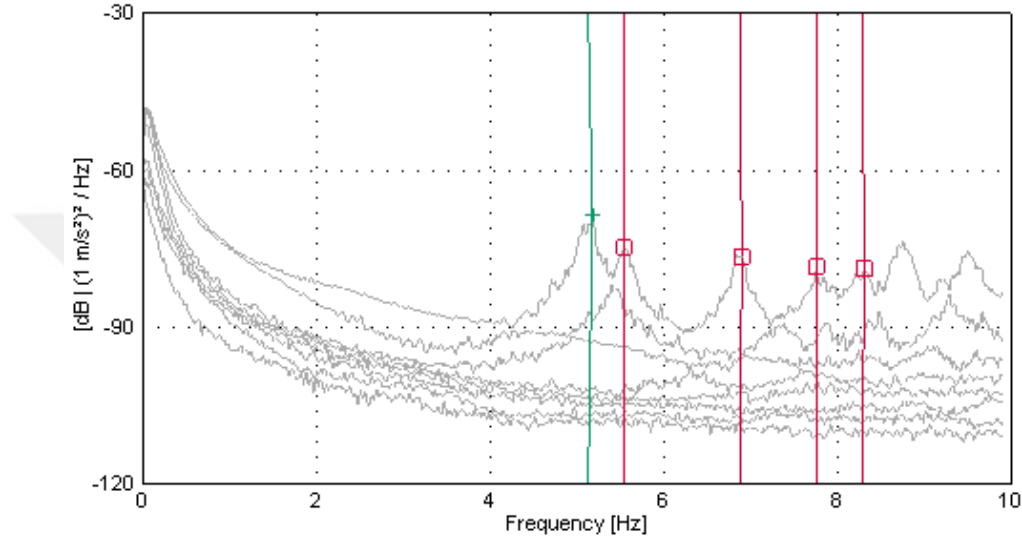


Şekil 2.353. Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.354. Bereketli Masele Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili modeli ve ivmeölçerler yerleşimi

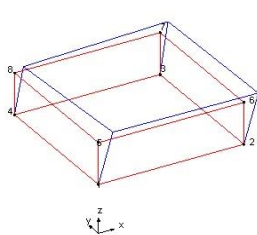
Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.355'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.55'de caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.356'da verilmektedir.



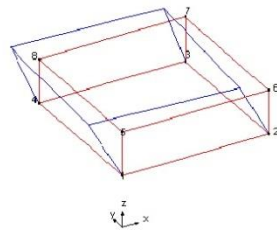
Şekil 2.355. Bereketli Masele Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.55. Bereketli Masele Camisi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

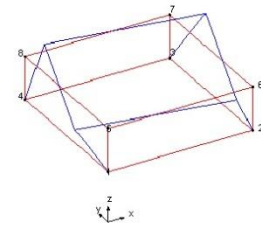
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.136	1.624
2	5.557	1.576
3	6.882	1.219



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.356. Bereketli Masele Camisi restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

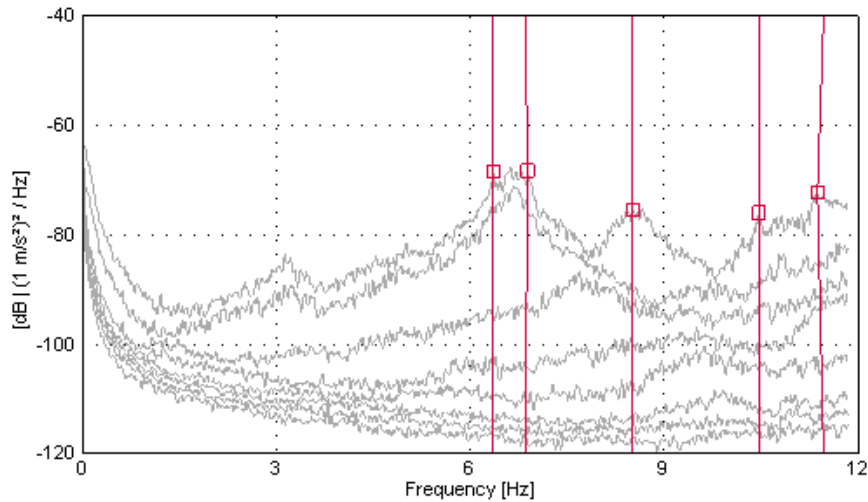
Restorasyon Sonrası

Bereketli Masele Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumda olduğu gibi 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.357’de ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.357. Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla restorasyon öncesi oluşturulan model (Şekil 2.354) kullanılmıştır. Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.358’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

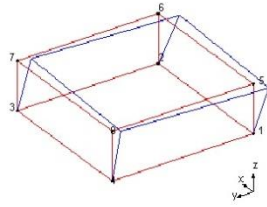


Şekil 2.358. Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

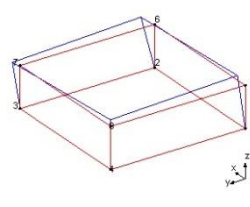
Tablo 2.56’da ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.359’da verilmektedir.

Tablo 2.56. Bereketli Masele Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

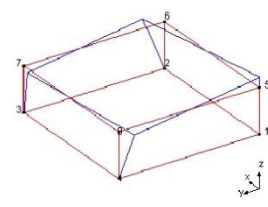
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	6.361	0.620
2	6.859	1.068
3	8.514	2.885



1. Mod



2. Mod



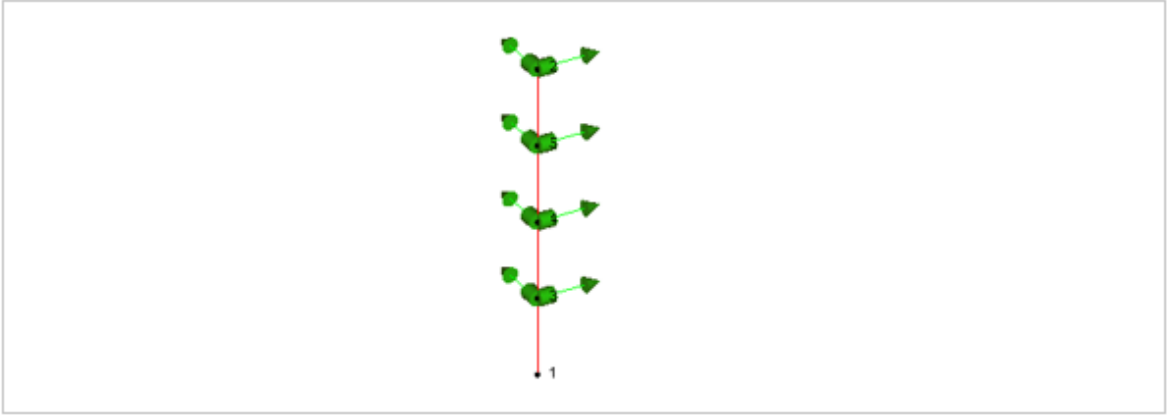
3. Mod

Şekil 2.359. Bereketli Masele Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Öncesi

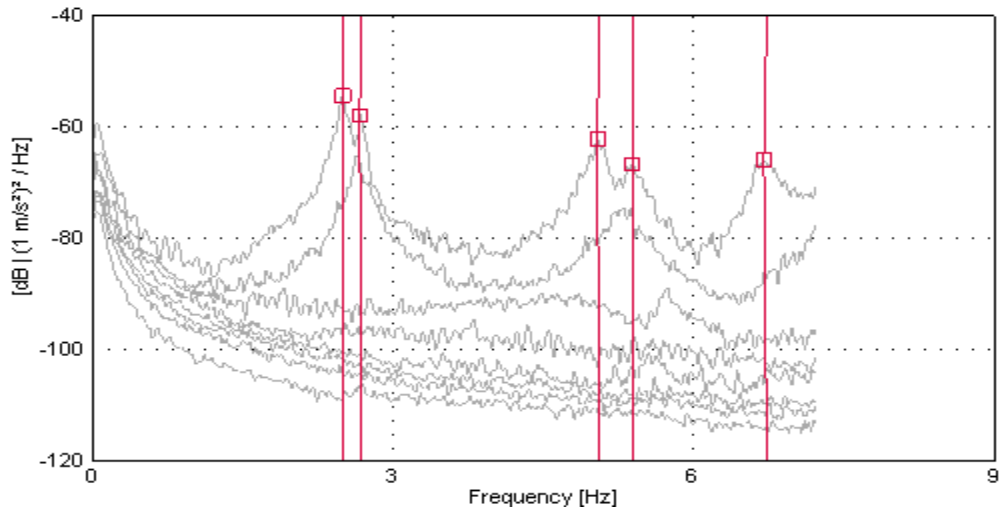
Bereketli Masele Camisi minaresinde seren direğine birbirine dik doğrultuda yerleştirilen (kuzey ve batı istikametinde) ve Şekil 2.360’ta yerleşim planı gösterilen 8 adet tek eksenli ivmeölçerler yardımı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir. Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçüm düzeneğinin ve ivmeölçerlerin yerleşim fotoğrafları Şekil 2.361’de, spektrum grafiği ise Şekil 2.362’de sunulmuştur. Tablo 2.57’de restorasyon öncesi durum için minarenin ilk iki doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.360. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi



Şekil 2.361. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri



Şekil 2.362. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.57. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.506	1.925
2	2.682	0.711

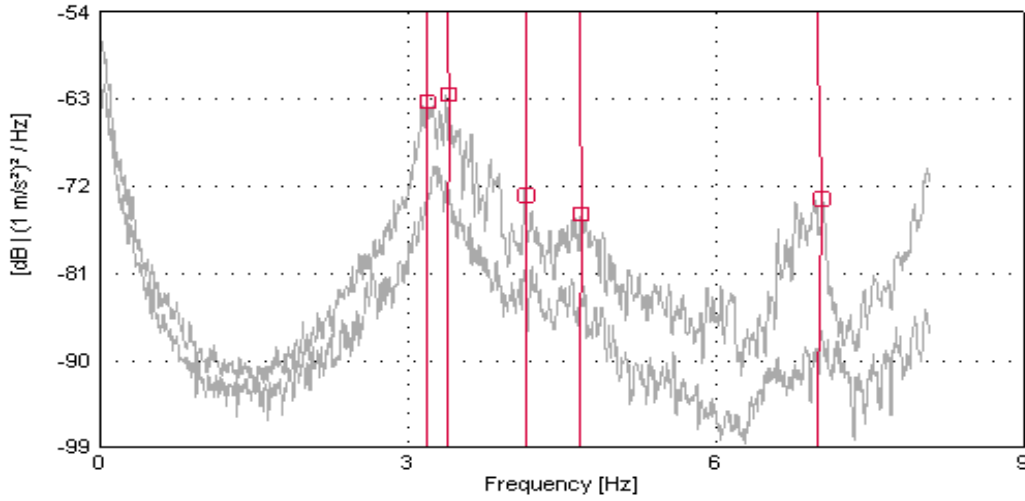
Restorasyon Sonrası

Restorasyon sonrası minarede doğal frekans ve sönüm oranlarının belirlenmesi amacıyla iki adet ivmeölçer yardımı ile ölçüm yapılmıştır. İvmeölçerler minarenin serenine doğu, batı istikametinde yerleştirilmiş ve 30 dakikalık ölçüm gerçekleştirilmiştir. Restorasyon sonrası ölçüme ilişkin fotoğraflar Şekil 2.363'te sunulmuştur.



Şekil 2.363. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde restorasyon öncesi durumda olduğu gibi GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlere ilişkin spektrum grafiği Şekil 2.364'te sunulmuştur.



Şekil 2.364. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Restorasyon sonrası minarenin Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile elde edilen doğal frekans ve sönüm oranları Tablo 2.58’de sunulmuştur.

Tablo 2.58. Bereketli Masele Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.196	1.231
2	3.393	1.658

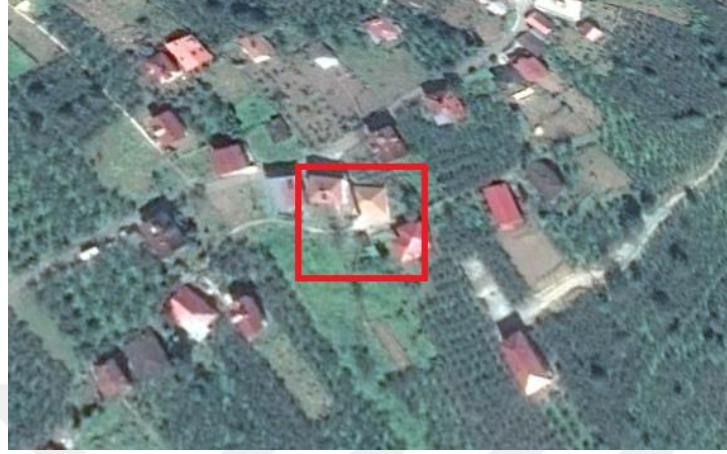
2.3.2. Trabzon Dernekpazarı Günebakan Mahallesi Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Günebakan Camisi, Trabzon İli Dernekpazarı İlçesi Günebakan Mahallesi 141 ada 4 parselde kayıtlıdır. Yapının mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait olup, Trabzon Kültür Varlıklarını Koruma Kurulu tarafından 21.01.1985 tarih ve 4358 sayılı kararla taşınmaz kültür varlığı olarak tescil edilmiştir.

Eser ilçenin genelinde olduğu gibi eğimli bir arazi üzerine oturtulmuş, taş ve ahşap malzemenin birlikte kullanıldığı, yöresel mimarinin önemli örneklerinden birisidir. 19. yüzyıl yapısı olduğu düşünülen caminin kesin yapım tarihi bilinmemekle birlikte,

minberinin üzerinde hicri takvimle 1286 (Miladi 1869/70) tarihi yazılıdır. Şekil 2.365'te caminin uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 2.365. Günebakan Camii uydu görüntüsü (URL-1)

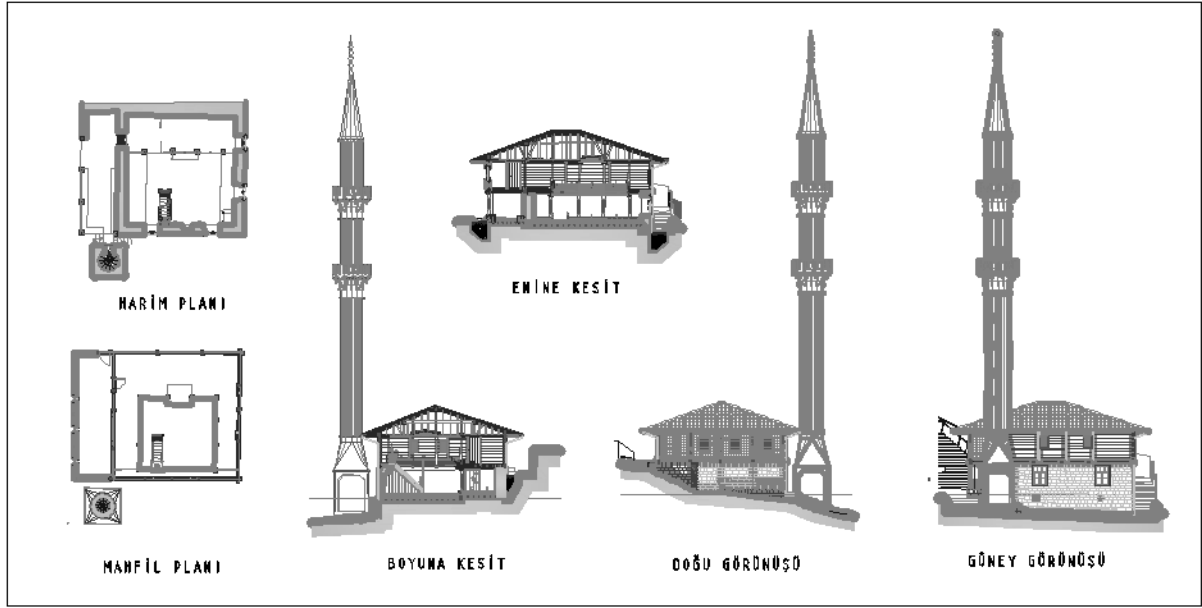
Caminin güneydoğu köşesine yakın geçmişte betonarme bir minare eklenmiştir. Caminin kuzey duvarı mahfil katının altına kadar toprağa gömülü haldedir. Özellikle cami içindeki ahşap işlemeli öğeler eserin en kıymetli öğeleridir. Yapının beden duvarları mahfil katına kadar kâgir sistemde yığma taş olarak inşa edilmiştir. Yapının doğu, batı ve güney beden duvarları, mahfil seviyesinden itibaren ahşap boğaz geçme sistemi ile inşa edilmiştir. Son cemaat yerinin üst katı ise göz dolma sistemi ile yapılmıştır. Şekil 2.366'da caminin restorasyondan önceki durumunu gösteren fotoğraflar sunulmuştur.



Şekil 2.366. Günebakan Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Caminin harim kısmı kare planlı olup, dıştan dışı 9.05m x 9.22m boyutlarındadır. Caminin doğusunda yer alan son cemaat kısmı ise 2.55m uzunluğundadır. Taş duvar

kalınlığı 68cm, ahşap duvar kalınlığı ise 6cm civarındadır. Harimin kuzeyinde mahfilin kuzey bölümünü taşıyan 4 adet ahşap sütun, mahfil katında ise 12 adet ahşap sütun bulunmaktadır. Mahfil katı yöresel örneklerinde olduğu gibi harimin dört tarafını da dolanmaktadır. Şekil 2.367’de caminin restorasyon projelerinden bir kısım verilmiştir.



Şekil 2.367. Günebakan Camii kat planı, kesit ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2014)

Harime giriş batı cephede son cemaat yerinden sağlanır. Son cemaat yerinin kuzey köşesine yakın bir konumda bulunan girişin sövelerinde ve kapı kanatlarında zengin süsleme kompozisyonları vardır (İltar, 2014-b). Giriş, mahfilin altına açılmakta olup, bu bölüm harim zemininden hafif yüksek ve harimden ahşap parmaklık ile ayrılmıştır. Duvar yüzeylerinde herhangi bir süsleme bulunmamaktadır. Caminin kuzeydoğu köşesinde ve yapıdan bağımsız olarak yakın zamanda inşa edilmiş betonarme minaresi bulunmaktadır. Minarenin yerden yüksekliği 34.09m olup kaide genişliği 2.45m’dir.

Eserin projeleri 2014 yılı içerisinde Zan Mimarlık tarafından hazırlanmıştır. Caminin restorasyon işi, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2015 yılı içerisinde ihale edilmiş olup Mimar Kemal Bektaş tarafından aynı sene içerisinde tamamlanarak ibadete tekrar açılmıştır. Şekil 2.368’de eserin restorasyondan sonraki görselleri sunulmuştur.



Şekil 2.368. Günebakan Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Onarım, ilgili koruma kurulu tarafından onaylanmış restorasyon projelerine göre yapılmış olup, aşağıdaki imalatlar gerçekleştirilmiştir:

- Avlu betonu kırılmış, gerekli hafriyat çalışmaları yapılarak, kum çakıl, blokaj ve grobeton dökülüp üzeri 6 cm andezit taş ile döşenmiştir.
- Caminin güney cephesi hariç diğer cephelerine restorasyon projesi doğrultusunda drenaj yapılmıştır.
- Cami son cemaat zemin katında döşeme kaplamaları sökülmüş, gerekli hafriyat yapılarak, kum-çakıl serilip, blokaj döşenmiş ve grobeton dökülerek üzerine sert ağaç döşeme yapılmıştır.
- Muhdes PVC doğramalar ve ahşap sütunlar restorasyon projesi doğrultusunda kaldırılmıştır.
- Orijinal ahşap sütunlardan bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Ahşap sekilerin bozuk kısımları orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Ahşap korkulukların bozuk kısımları restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- PVC tavan kaplaması sökülmüş, alttan çıkan kirişlerden bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Duvarda yer alan muhdes lambri kaplamalar sökülmüş, alttan çıkan taş duvarda mekanik yöntemlerle temizlik yapılmış, bozuk taşlar ve varsa ahşap hatıllar orijinali doğrultusunda yenilenmiş, derzler horasan harcı ile hem yüz derz olacak şekilde yapılmıştır.
- Son cemaat mahfilinde tavan ve döşemelerden bozuk olan kısımlar değiştirilmiş, lambri kaplı duvarlar sökülmüş ve altındaki yüzeylerde sıva tamiraty yapılmıştır.

- Tavan kaplaması sökülerek, sert ağaçtan lamba zıvanalı tavan yapılmıştır.
- Şebekeli ahşap parmaklığın bozuk kısımları orijinali doğrultusunda yenilenmiş, aynı parmaklık diğer pencere boşluğuna da uygulanmıştır.
- Harim giriş kapısı raspa edilmiş, bozuk kısımları orijinali doğrultusunda onarılmıştır.
- Tüm lambri kaplamalar sökülmüş, alttan çıkan taş beden duvarlarında sıva raspa yapılmış, ardından horasan harcı ile sıva altı dolgusu ve sıva yapılmış ve yüzeyler su bazlı plastik boya ile boyanmıştır (Şekil 2.369).
- Ahşap beden duvarlarında bozuk olanlar itina ile sökülerek aynı malzeme ve özellikteki ahşap elemanlar ile yenilenmiştir.
- Mevcut pencere doğramaları sert ağaçtan, ısı cam detaylı olarak yenilenmiştir.
- Pencere parapetleri 3 cm kalınlığında andezit taşla kaplanmıştır.
- Ahşap döşeme sökülmüş ve orijinali doğrultusunda sert ağaçtan kirişli ahşap döşeme olarak yenilenmiştir.
- Ahşap tavan göbeği raspa edilmiş, diğer kısımlardaki çürümüş tavanlar lamba zıvanalı tavan olarak yenilenmiştir.
- Tavan ve kirişlerde yer alan işlemeli bantların bozuk kısımları sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Ahşap sütunlar, mahfil alınlığı ve kirişlemelerindeki yağlı boyalar raspa edilmiştir.
- Mahfil döşeme kaplaması restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Mihraptaki lambri kaplamalar sökülmüş, orijinal taş yüzeyler ortaya çıkarılmış, horasan harcı ile derz onarımları yapılmış ve yüzey temizliğinin ardından taş mihrap kullanıma açılmıştır.
- Ahşap minber ve kürsü raspa edilmiş, gerekli sağlamlaştırılmalar yapılmıştır.



Şekil 2.369. Günebakan Camii söküm işlemlerine ilişkin görüntüler

- Gz dolma duvar yüzeylerinde gerekli raspa ve zımpara işlemleri yapılmış, bozuk ahşap elemanlar mevcut örneğine göre sert ağaçtan yenilenmiş, sıva tamiratları yapılarak silikon esaslı dış cephe boyası ile boyanmıştır (şekil 2.370).
- Son cemaat alt kat kuzey batı kısmında yer alan duvar, restorasyon projesi doğrultusunda taş duvar olarak yenilenmiştir.



şekil 2.370. Günebakan Camii cephe ve evre düzenlemesine ilişkin görüntüler

- Taş duvarlarda mekanik yöntemlerle yüzey temizliği yapılmış, bozuk taşlar orijinali doğrultusunda yenilenmiş, derzler horasan harcı ile hemyüz derz olacak şekilde yapılmıştır.
- Cephelerdeki pencere düzenlemeleri restorasyon projesine göre yapılmıştır.
- Mevcut atı örtüsü toplanmış, tüm çatı sökülmüş ve yeniden ahşap oturtma çatı yapılmıştır (şekil 2.371).
- Ana taşıyıcı kirişlerden bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiştir.



şekil 2.371. Günebakan Camii atı onarımına ilişkin görüntüler

- Kiremit altı kaplamasının üzerine bitüm esaslı kiremit altı yalıtım levhası serilmış ve üzerine klasik tip oluklu kiremit döşenmiştir.

- Saçak altı kaplaması, restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan binili tavan şeklinde yenilenmiştir.
 - Çatı arasına 10 cm cam yünü şilte serilmiştir.
 - Mevcut yağmur oluk ve iniş boruları sökümü, boyalı galvanizli sacdan yağmur oluk ve iniş boruları yapılmıştır.
 - Minarede gerekli sıva onarımları yapılarak ve tüm minare boyanmıştır.
 - Minare giriş kapısı ve şerefe kapıları demir kapı olarak yenilenmiştir.
 - Kulahta su yalıtımı yapılarak, üzerine kurşun kaplama yapılmıştır.
- Caminin onarım sonrasına ilişkin görselleri Şekil 2.372’de sunulmuştur.



Şekil 2.372. Günebakan Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

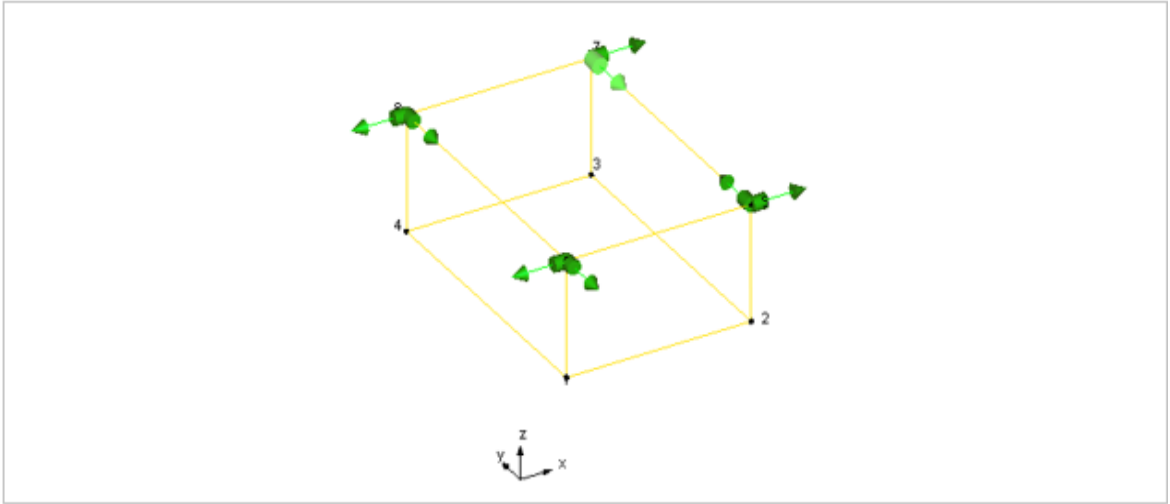
Restorasyon Öncesi

Günebakan Camisinde gerçekleştirilen restorasyon öncesi ölçümde, toplam 8 adet ivmeölçerlerin yapının tüm köşe noktalarına yer eksenine paralel, kuzey güney ve doğu batı istikametinde monte edilmesi ile ölçüm alınmıştır. Ölçüm süresi 30 dakikadır. Bu ölçüm verileri değerlendirilerek yapının restorasyon öncesi dinamik karakteristikleri elde edilmiştir. Şekil 2.373’te ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



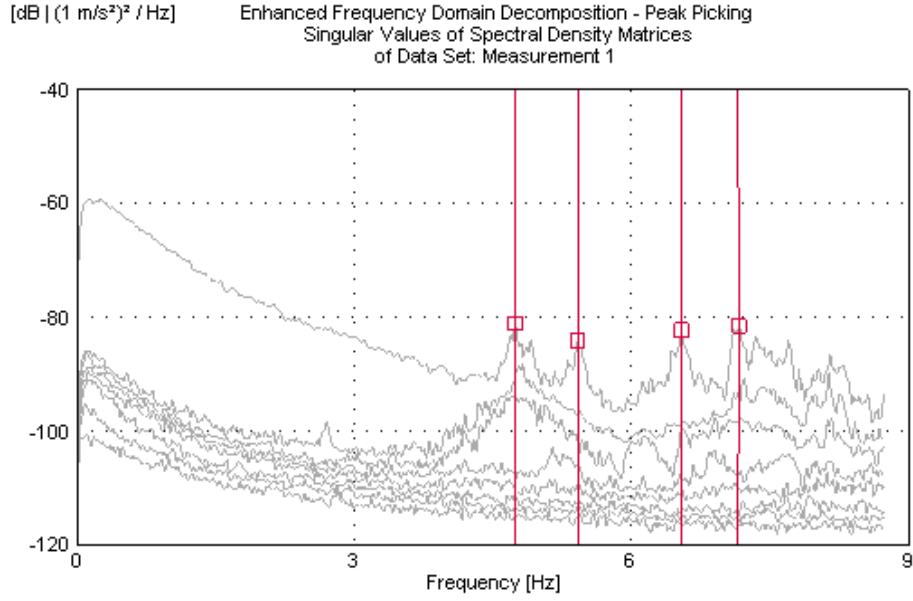
Şekil 2.373. Günebakan Camii restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.374'te verilmektedir.



Şekil 2.374. Günebakan Camisi restorasyon öncesi ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

Caminin restorasyon öncesi durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.375'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

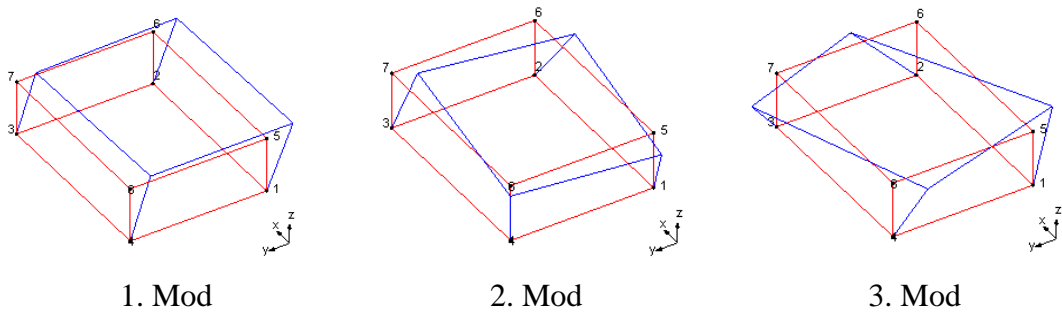


Şekil 2.375. Günebakan Camii restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.59’da restorasyon öncesi durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.376’da verilmektedir.

Tablo 2.59. Günebakan Camii restorasyon öncesi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.746	0.341
2	5.427	1.318
3	6.538	1.381



Şekil 2.376. Günebakan Camii restorasyon öncesi ilk üç mod şekli

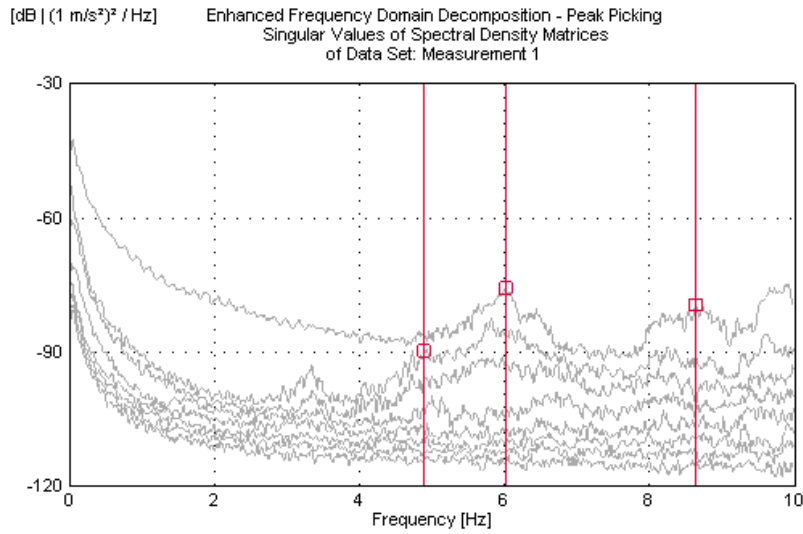
Restorasyon Sonrası

Günebakan Camisinde restorasyon sonrası gerçekleştirilen ölçümde, restorasyon öncesi durumda olduğu gibi 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 25 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.377’de ivmeölçer yerleştirilmesi ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.377. Günebakan Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla restorasyon öncesi oluşturulan model (Şekil 2.374) kullanılmıştır. Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve sinyalleri analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.378’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

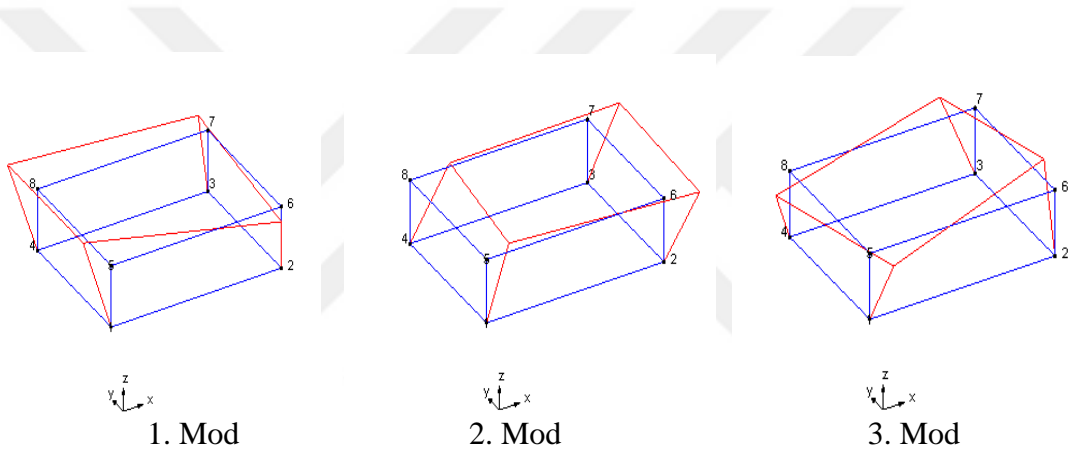


Şekil 2.378. Günebakan Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.60’da restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.379’da verilmektedir.

Tablo 2.60. Günebakan Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.891	-----
2	6.014	1.094
3	8.648	2.240



Şekil 2.379. Günebakan Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

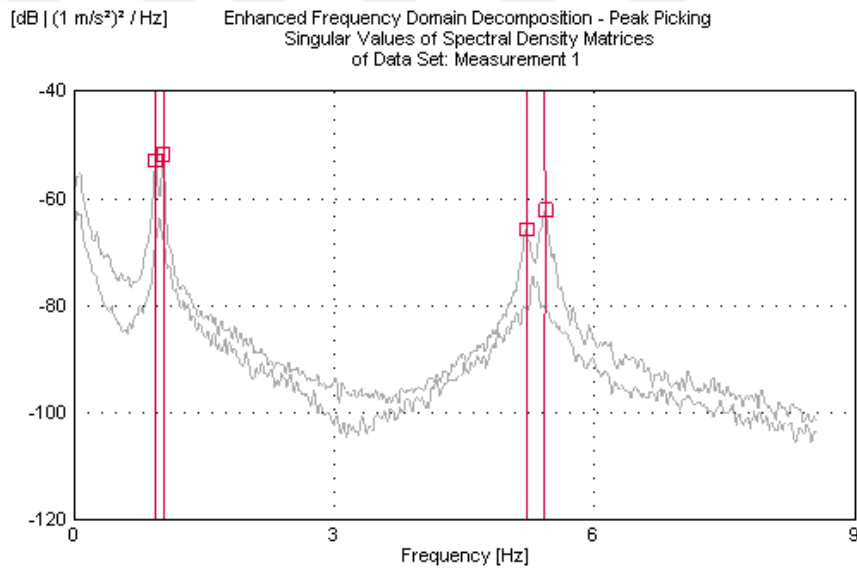
Restorasyon Öncesi

Betonarme olarak inşa edilmiş olan Günebakan Camisi Minaresinin restorasyon öncesi doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Şekil 2.380’de minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.380. Günebakan Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım öncesi için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.381).



Şekil 2.381. Günebakan Camii Minaresi restorasyon öncesi ölçüm spektrumu

Tablo 2.61'te minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.

Tablo 2.61. Günebakan Camii Minaresi restorasyon öncesi ilk üç doğal frekansı ve sönüm oranı

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.946	1,619
2	1,031	1,199
3	5.220	0.770

2.3.3. Trabzon Sürmene Çamburnu Kuşluca Camii ve Minaresi

Genel Bilgiler

Trabzon İli Sürmene İlçesi Çamburnu Mahallesi 2082 parselde yer alan Kuşluca Camisi, sahile yaklaşık 700 metre mesafede ve manzaraya hâkim bir tepede konumlanmıştır. Etrafında haziresi bulunan yapı tapuda Vakıflar Genel Müdürlüğü adına kayıtlıdır. Şekil 2.382’de caminin uydu görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 2.382. Kuşluca Camii uydu görüntüsü (URL-1)

20. yüzyılın başlarında inşa edilmiş Çamburnu Kuşluca Camisinin kare bir iç mekân hacmi olup, iki katlı son cemaati mevcuttur. Son cemaat mahallinin batı kenarında yer alan minaresi ahşaptır. Giriş kapısı, minber ve mihrabında ahşap bezemelerin önemli unsurlarını barındırmaktadır (Kazaz, 2016). Yapı, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu’nun 15.07.1997 tarih ve 2884 sayılı kararı ile taşınmaz kültür varlığı olarak

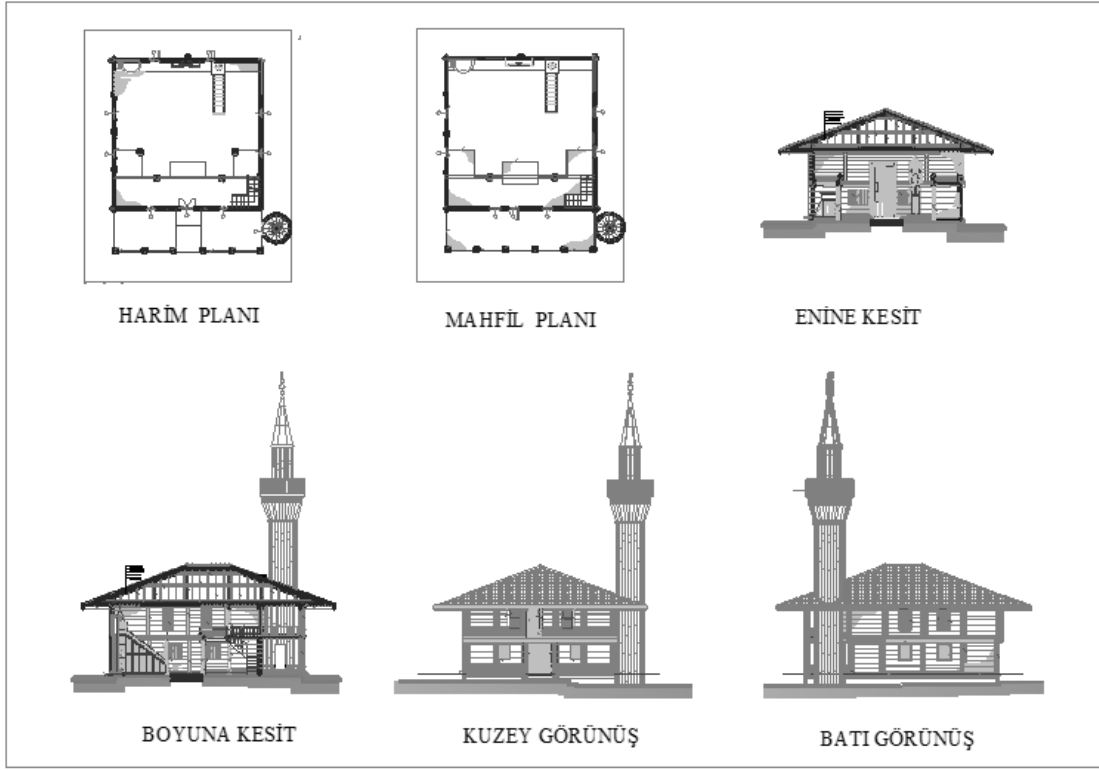
tescillenmiştir. Şekil 2.383'te caminin restorasyondan önceki durumunu gösterir fotoğraflar yer almaktadır.



Şekil 2.383. Kuşluca Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Kuşluca Camisinin rölöve ve restorasyon projeleri 2008 yılında Mimar Kemal Bektaş tarafından hazırlanmıştır. Eserin restorasyon projesinden bir kısım Şekil 2.384'te sunulmuştur. Cami, dıştan dışı 8.50mx10.98m boyutlarında ve ortalama 5cm kalınlığında boğaz geçmeli kalaslar ile teşkil edilmiş bir yapıdır. Ana ibadet mekânı 8.50m, son cemaat mekânı 2.48m uzunluğundadır. Yapının yine tümüyle ahşaptan yapılan minaresi ise yerden 14.31m yükseklikte olup, kaidesi bulunmayan tümüyle 1.20m genişliğinde gövde şeklinde uzanan bir yapıdır.

2011 yılı içerisinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından ihale edilerek restorasyonu Dr. Mimar Mukaddes Ataman'ın taahhüdü altında tamamlanan cami hali hazırda ibadete açık olup, fiilen kullanılmaktadır. Şekil 2.385'te Kuşluca Camisinin restorasyon sonrasına ait iç ve dış mekan görüntüleri verilmektedir.



Şekil 2.384. Kuşluca Camii plan, kesit ve görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2008)



Şekil 2.385. Kuşluca Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2011 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında, camide aşağıda sıralanan müdahaleler yapılmıştır:

- Boğaz geçmeli ahşap beden duvarları projesine uygun şekilde numaralandırılarak sökülmüş, şantiye alanı içerisinde itina ile muhafaza edilmiştir. Bu elemanlardan bozuk ve kullanılamaz durumda olanlar orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiş, sağlam olanlar raspa ve ıslah edilerek kullanılmıştır. Ardından duvarlar verilen numaralara ve projesine göre yeniden boğaz geçme tekniğinde yapılmıştır (Şekil 2.386).



Şekil 2.386. Kuşluca Camii beden duvarı imatları

- Caminin oturduğu alandaki farklı oturmaların yapıya verdiği zararı önlemek adına temel oluşturmak için duvar altlarına betonarme temel kirişleri teşkil edilmiştir. Bu yapının üzerine duvar altı ahşap hatılları yerleştirilmiştir (Şekil 2.387).



Şekil 2.387. Kuşluca Camii beden duvar altı temel kiriş imatları

- Harim giriş kapısı itina ile sökülerek şantiye alanı içerisinde uygun şekilde muhafaza edilmiş, raspa ve gerekli sağlamlaştırma işlemleri yapılarak yerine takılmıştır.

- Harim alt kat pencereleri sökülerek yerine kuzey cephesinde yer alan orijinal örneği ve restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan şebekeli parmaklık yapılmıştır. Pencere boşluğuna 10 mm kalınlığında temperli cam takılarak yine mevcut örneğindeki gibi sert ağaçtan düz kepenk tarzında yatay sürme pencere kanadı yapılmıştır.
- Harim üst kat pencereleri restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan giyotin pencere olarak yenilenmiştir.
- Harim döşemesi sökülmüş, projede belirtilen kotlara göre zemin uygun seviyeye indirilerek, blokaj ve beton serilip, sert ağaçtan kirişli döşeme yapılmıştır.
- Harim tavan göbeği itina ile sökülerek uygun şekilde muhafaza edilmiştir. En dıştaki desenlerinin yer aldığı sıra orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiş, diğer kısımlarda raspa ve gerekli sağlamlaştırma işlemleri yapılarak tavan göbeği yerine monte edilmiştir.
- Harim tavanı (göbek kısmı hariç) orijinali doğrultusunda sert ağaçtan çıtalı ahşap tavan olarak yapılmıştır.
- Mevcut mahfil dikmeleri raspa edilerek korunmuş, mevcut olmayan fakat izlerine rastlanılan ahşap dikmeler ise restorasyon projesi ve mevcut örneklerine göre sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Mahfil katı kirişleri orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiş ve kirişler üzerine sert ağaçtan sızdırmaz kalas döşeme çakılmıştır (Şekil 2.388).



Şekil 2.388. Kuşluca Camii muhtelif imalatları

- Mahfil korkuluklarından işlemeli olanlar sökülerek, gerekli sağlamlaştırma ve raspa işlemlerinin ardından korkuluklar yerine monte edilmiştir. Diğer mahfil korkulukları orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Restorasyon projesi doğrultusunda mahfile çıkış merdiveni yapılmıştır.

- Ahşap minber uygun şekilde muhafaza edilmiş, raspa ve gerekli sağlamlaştırma işlemleri yapılarak yerine monte edilmiştir.
- Ahşap kürsü uygun şekilde muhafaza edilmiş, gerekli sağlamlaştırma işlemleri yapılarak yerine yerleştirilmiştir.
- Ahşap mihrap itina ile sökülerek, şantiye alanı içerisinde uygun şekilde muhafaza edilmiş, raspa ve gerekli sağlamlaştırma işlemleri yapılarak yerine monte edilmiştir (Şekil 2.389).



Şekil 2.389. Kuşluca Camii mihrap, minber ve tavan görüntüleri

- Çatı üzerindeki mevcut örtü ve çatı kaldırılarak, sökülen çatıdan çıkan ahşap elemanlardan kullanılabilir durumda olanlar kullanılarak caminin tekrar kurulumundan sonra çatı sert ağaçtan yapılmıştır (Şekil 2.390).
- Ana taşıyıcı kirişlerden bozuk olanlar sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Çatı arasında tahta kaplama yapılarak üzerine ısı yalıtımı serilmiştir.
- Tam kaplamalı ahşap çatının üzerine bitümlü kiremit altı levhası serilerek üzerine oluklu klasik kiremit döşenmiştir.
- Saçak altı kaplaması sert ağaçtan lamba zıvanalı düz ahşap tavan olarak yapılmıştır.



Şekil 2.390. Kuşluca Camii çatı imalatları

- Son cemaat mekanında sonradan eklenti olan duvarlar ve ahşap dikmeler restorasyon projesine uygun şekilde kaldırılmıştır.
- Son cemaat alt kat batı tarafında yer alan oda ve doğu tarafında yer alan merdiven kaldırılmıştır.
- Son cemaat alt kat döşemesi sökülmüş, projede belirtilen kotlara göre zemin uygun seviyeye indirilerek, blokaj ve beton serilip, sert ağaçtan kirişli döşeme yapılmıştır.
- Son cemaat mekanında, restorasyon projesinde belirtilen yerlere, yine projesinde belirtilen form ve kesitlerde sert ağaçtan ahşap direkler yapılmıştır.
- Ahşap direkler arasına restorasyon projesi doğrultusunda sert ağaçtan ahşap korkuluk yapılmıştır.
- Son cemaat mahfil katı kaldırılarak, yerine projesi ve mevcut örneği doğrultusunda sert ağaçtan kirişli döşeme yapılmıştır.
- Son cemaat mahfil katında yer alan ahşap kapı orijinali doğrultusunda sert ağaçtan yenilenmiştir.
- Son cemaat üst kat tavanı, sert ağaçtan lamba zıvanalı düz ahşap tavan şeklinde yenilenmiştir.
- Minarede yer alan sac kaplama ve tüm ahşap minare elemanları sökülmüştür.
- Minare altında yer alan taş kısımda bozuk olan taşlar çürütülerek, boşalan derzler horasan harcı ile onarılmıştır.
- Mevcut örneği ve restorasyon projesi doğrultusunda geleneksel yapım teknikleri ile sert ağaçtan minare yapılmıştır (Şekil 2.391).
- Minare külahında cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü örtü ile su yalıtımı yapılmış ve külah kurşun ile kaplanmıştır.
- Sert ağaçtan minare giriş ve şerefe kapısı yapılmıştır.
- Bakırdan klasik barok veya ampir minare alemi yapılarak yerine takılmıştır.
- Tüm ahşap elemanlar daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş, görünen yüzeylerine bot vernik, diğer yüzeylerine ahşap koruyucu sürülmüştür.
- Caminin güneydoğusunda yer alan yapı restorasyon projesi doğrultusunda yıkılmıştır.



Şekil 2.391. Kuşluca Cami Minaresine ait görüntüler

- Cami avlusunda projesine göre gerekli hafriyatlar yapılmış, kum çakıl serilerek, blokaj ve grobeton serilip serbest boy andezit plaklarla mucartalı döşeme kaplanmıştır.
- Avlunun doğusunda yer alan istinat duvarı sağlamlaştırılmış, bitki temizlikleri yapıp derzleri yenilenmiştir.
- Avlunun doğusunda yer alan mevcut demir korkuluk sökülerek, yerine ferforje korkuluk yapıp, üzerine antipas sürülmüş ve korkuluklar boyanmıştır.
- Avlunun güneyinde yer alan briket duvar sökülmüş, yerine 1 m yüksekliğinde moloz taş duvar örülerek, duvar üzerine çift meyilli moloz taş harpuşa yapılmıştır.

Caminin onarım sonrasına ilişkin görselleri Şekil 2.391’de sunulmuştur.



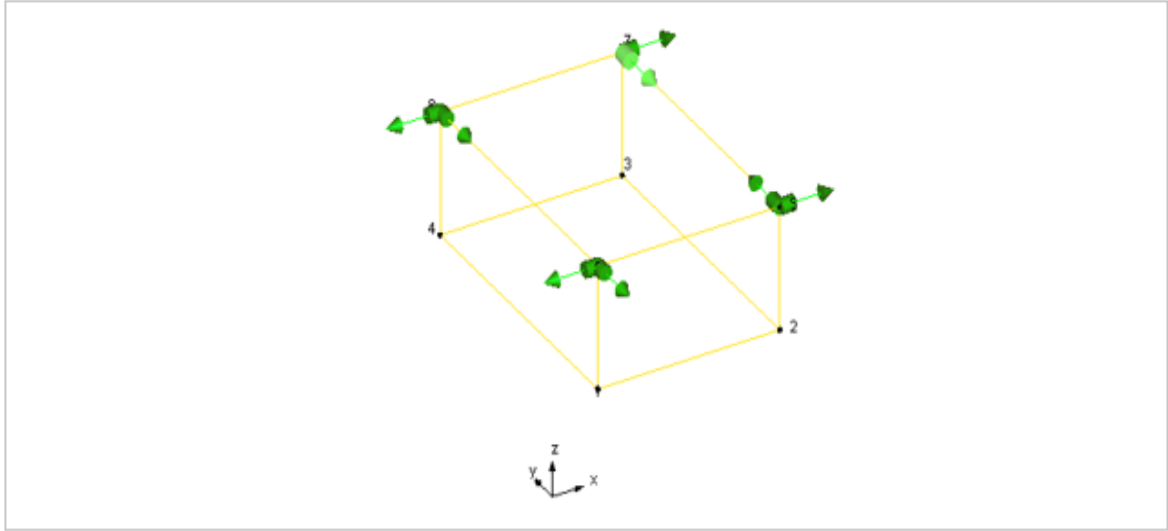
Şekil 2.391. Kuşluca Camii restorasyon sonrası genel görüntüleri

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri Restorasyon Sonrası

Kuşluca Camisinde ölçümler yalnızca restorasyon sonrası durum için gerçekleştirilebilmiştir. Ölçüm kapsamında 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. Caminin köşe noktalarına ivmeölçerler bağlanarak 30 dakikalık ölçüm alınmıştır. Şekil 2.392’de ölçüme ait görüntüler, Şekil 2.393’te ise temsili model ve ivmeölçer yerleşim planına ilişkin görsel verilmektedir.



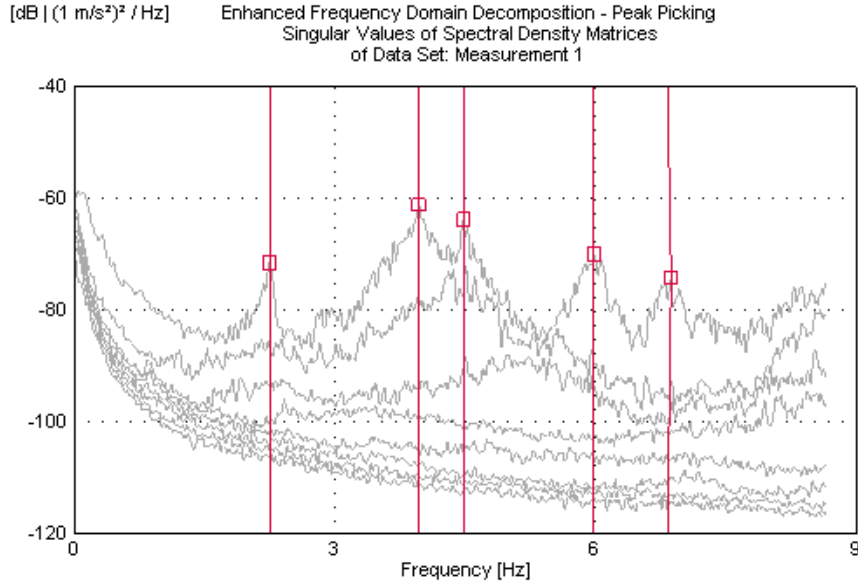
Şekil 2.392. Kuşluca Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri



Şekil 2.393. Kuşluca Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşim planı

Caminin restorasyon sonrası durumuna ait alınmış ölçüm ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal

frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.394'te verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir.

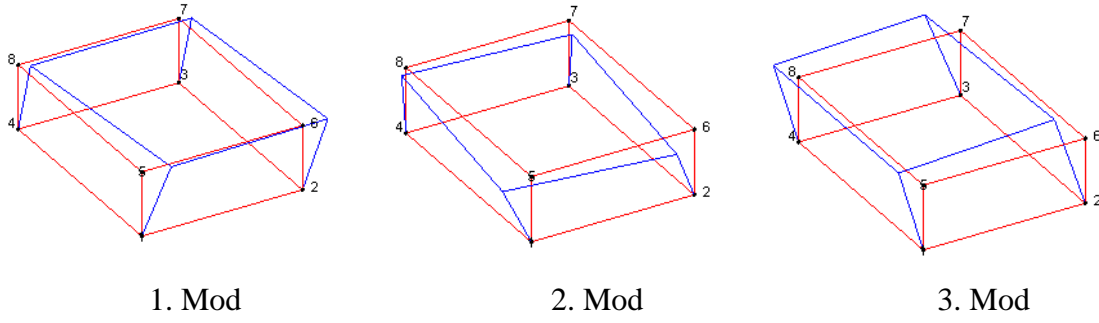


Şekil 2.394. Kuşluca Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.62'de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.395'de verilmektedir.

Tablo 2.62. Kuşluca Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.251	2.492
2	3.976	2.799
3	4.487	0.709



Şekil 2.395. Kuşluca Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

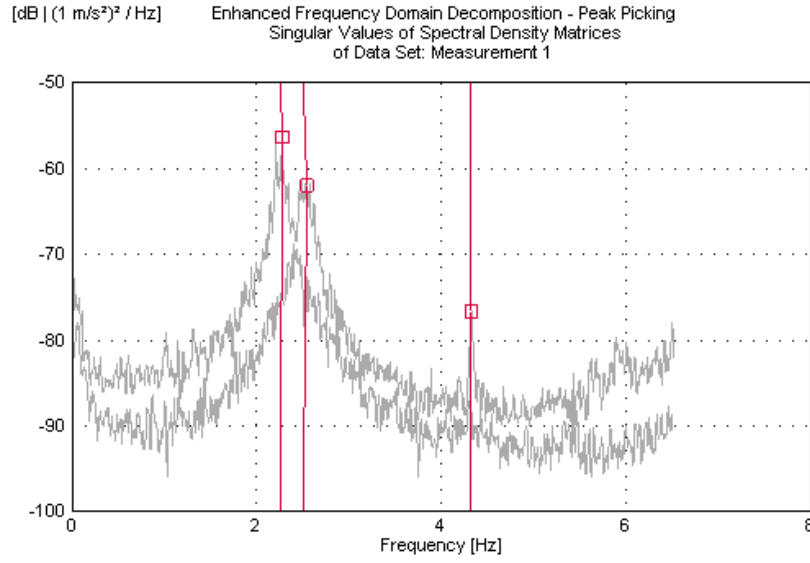
Restorasyon Sonrası

Kuşluca Camisinin minaresinin doğal frekans ve sönüm oranlarının belirlenmesi amacıyla iki adet ivmeölçer yardımı ile ölçüm yapılmıştır. İvmeölçerler minarenin serinine doğu-batı istikametinde yerleştirilmiş ve 30 dakikalık ölçüm gerçekleştirilmiştir. Restorasyon sonrası ölçüme ilişkin fotoğraflar Şekil 2.396’da sunulmuştur.



Şekil 2.396. Kuşluca Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlere ilişkin spektrum grafiği Şekil 2.397’de, elde edilen frekans ve sönüm oranı değerleri ise Tablo 2.63’te sunulmuştur.



Şekil 2.397. Kuşluca Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile elde edilen doğal frekans ve sönüm oranları Tablo 2.63’de sunulmuştur.

Tablo 2.63. Kuşluca Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.258	2.295
2	2.506	1.538
3	4.326	0.347

2.3.4. Trabzon Çaykara Taşkıran Mahallesi Cami ve Minaresi

Genel Bilgiler

Taşkıran Camii, Trabzon İli Çaykara İlçesi Taşkıran Mahallesi 121 ada 48 parselde yer almaktadır. Eser Trabzon’un dünyaca ünlü turizm merkezi Uzungöl yolu üzerinde ve yaklaşık 7 km mesafede bulunmaktadır. Ana yola komşu olan yapı, yoldan yaklaşık 20 metre üst kotta yerleşmiştir. Yapının konumunu belirtir görüntü Şekil 2.398’de verilmektedir.



Şekil 2.398. Taşkiran Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Vakıflar Genel Müdürlüğüne ait Taşkiran Cami, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 12.06.1997 tarih ve 2868 numaralı karar ile korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir. Camiye ait restorasyon öncesi duruma ilişkin görüntüler Şekil 2.399’da verilmektedir.



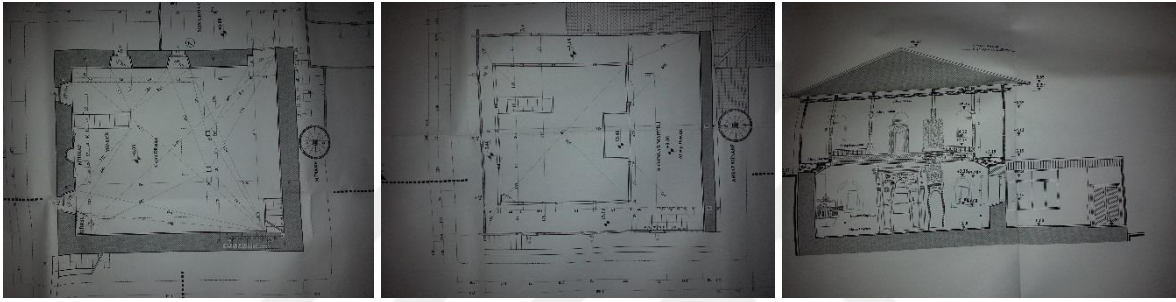
Şekil 2.399. Taşkiran Camii restorasyon öncesi görüntüleri

Yapının üç farklı tarih kitabesi mevcut olup, bunlardan en erkeni olan 1896 tarihli muhtemelen eserin inşaya başlama tarihidir. 1897 tarihli ikinci kitabe ise muhtemelen yapının ibadete açılış tarihidir. 1939 tarihli kitabe ise yapının onarım tarihidir. Yapı uzun yıllar boyunca bilinçsizce yapılan müdahalelerle özgünlüğünden uzaklaşmıştır. Yapının büyük bir bölümü bu süreçte ahşap lambri ile kaplanmıştır. Taşkiran Camii 2005 yılında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından restore edilerek özgün haline kavuşmuştur (Yavuz, 2009).

Kare planlı, iki katlı, geniş ahşap saçaklı, dört omuz kırma çatılı yapının üzeri kiremitle kaplıdır. Yapının boyutları dıştan dışa 9.6mx11.30m olup, taş duvarların kalınlığı 80cm ahşap duvarların kalınlığı ise 9cm’dir. Caminin kuzey cephesi tamamen kaba yonu

taş malzemeli, diğer cephelerin harim katı kesme taş, üst katlar ise boğaz geçme tekniği ile yığma ahşaptan inşa edilmiştir. Yapının tüm pencereleri yuvarlak kemerli ve ahşap kanatlıdır. Harime girişi sağlayan kapı yuvarlak kemerli, taş söveli, iki kanatlı ahşap kapıdır. Taşkıran Cami ahşap minaresi dairesel kesitli ve yapıya bitişik olarak inşa edilmiş olup, kaidesi yekpare dairesel bir tabana oturtulmuştur (Kazaz, 2016). Tek şerefeli, konik külahlı ahşap minarenin toplam yüksekliği 24.50m olup taban genişliği 1.50m'dir.

Taşkıran Camisinin planlarını ve kesitlerini yansıtan çizimler Şekil 2.400'de sunulmuştur.



Şekil 2.400. Taşkıran Camii kat planı ve kesit görüntüleri (Rölöve, 2005)

Caminin eski eser projeleri KTÜ Proje Üretim Merkezi tarafından hazırlanmış olup, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğünce restorasyon işi ihale edilerek, 2005 yılında Mimar Ali Kemal Gün tarafından tamamlanmıştır. Onarım sonrasına ilişkin fotoğraflar Şekil 2.401'de sunulmuştur.



Şekil 2.401. Taşkıran Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2005 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda sunulan imalatlar yaptırılmıştır:

- Cami üzerindeki mevcut kiremit toplanmış, ahşap çatı tamamen sökülerek taşıyıcı kirişlemeleri takviye edilerek oturtma çatısı yenilenmiştir (Şekil 2.402).
- Çatı üzerine su yalıtımı yapılarak renkli beton kiremit örtü ile kaplanmıştır.



Şekil 2.402. Taşkiran Camii çatı imalatlarına ilişkin görüntüler

- Cami dış beden duvarlarında gerekli temizlik ve çürütme işlemleri yapılarak bozulmuş derzler yenilenmiştir.
- Cami içindeki muhdes lambri kaplamalar sökülmüş, bozuk sıva yenilenmiştir.
- Ahşap elemanlarda gerekli bakım ve temizlik işlemleri yapılmış, değişmesi gereken parçalar yenilenmiştir (Şekil 2.403).



Şekil 2.403. Taşkiran Camisi restorasyon görüntüleri

- Boğaz geçmeli duvarlarda bozulan elemanlar yenilenmiştir.
- Cami ve mahfil döşemesi ile ahşap merdiven yenilenmiştir.
- Tavan göbeği korunmuş, kalan tavan kaplaması ise orijinal örneği doğrultusunda yenilenmiştir (Şekil 2.404).



Şekil 2.404. Taşkiran Camii tavan imalatları

- Caminin kuzey batısında yer alan eklentiler kaldırılmıştır.
- Avlu zemininde gerekli hafriyat çalışmalarının ardından, projesi doğrultusunda blokaj ve beton işleri yapılarak üzerine 6 cm × 30 cm serbest boy andezit plaklarla mucartalı döşeme kaplaması yapılmıştır.
- Ahşap minarede çürümüş elemanlar yenilenmiştir. Oldukça rahatsız edici salınıma sahip minarenin ahşap ve çelik takviyelerle salınımının alınması için takviyeler yapılmış, orijinal serenin alt ucu muhafazaya alınmıştır (Şekil 2.405).



Şekil 2.405. Taşkiran Camii minare onarımına ilişkin görüntüler

- Mevcut pencere doğramaları sökülerek, tüm pencerelere ısı cam detaylı sert ağaçtan doğrama yapılmıştır.

- Minber ve kürsü mevcut haliyle korunmuş, yüzey temizliği ve sağlamlaştırmalar yapılmıştır. Taş mihrap yağlı boyadan arındırılmış ve derzleri tamamlanmıştır.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

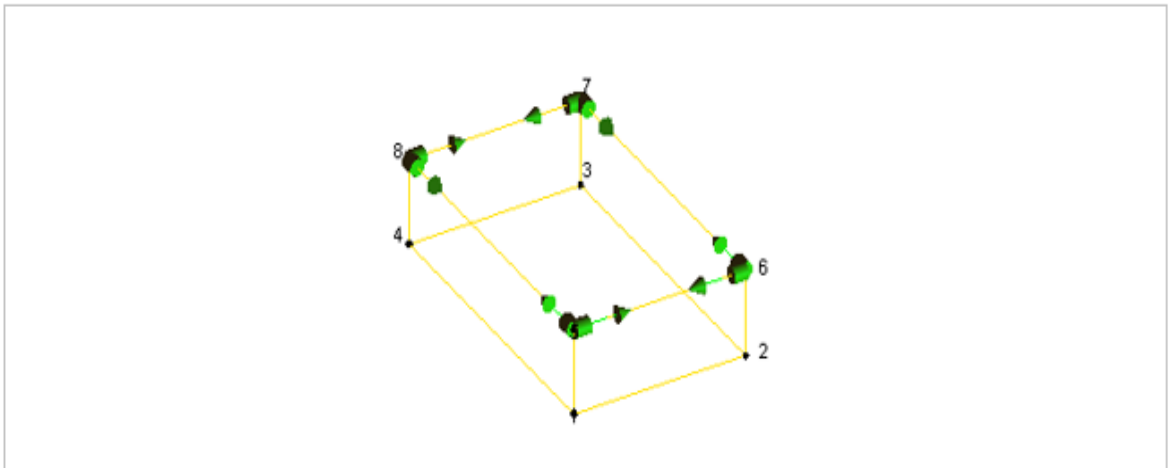
Restorasyon Sonrası

Taşkıran Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.406'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



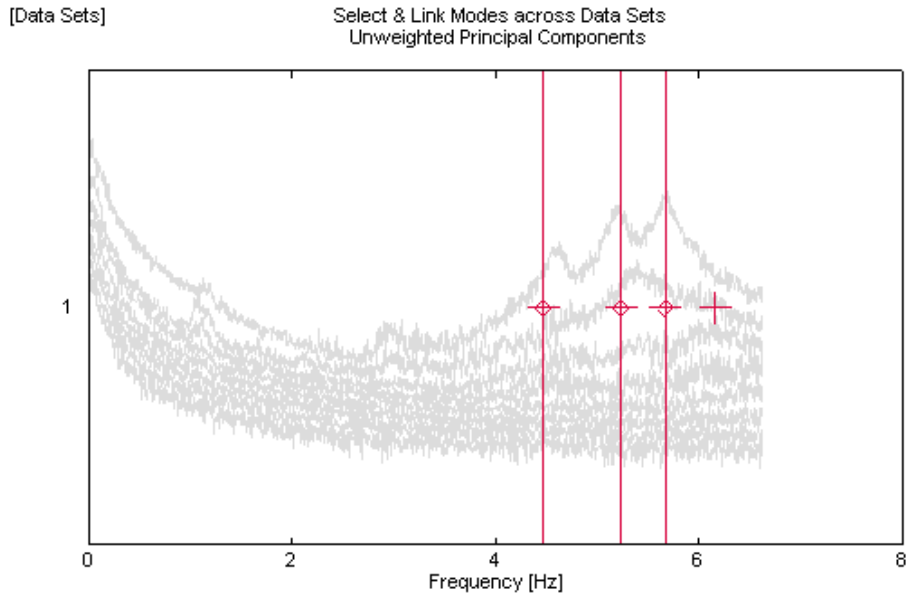
Şekil 2.406. Taşkıran Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.407'de verilmektedir.



Şekil 2.407. Taşkıran Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

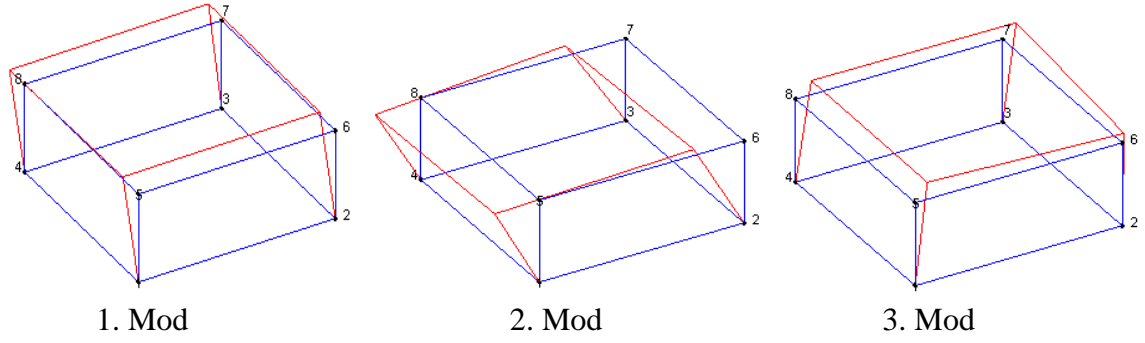
Caminin ahşap taşıyıcılarında 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden SAB Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.408’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.64’te ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.409’da verilmektedir.



Şekil 2.408. Taşkıran Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.64. Taşkıran Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	SAB Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	4.477	2.229
2	5.240	1.698
3	5.672	1.477



Şekil 2.409. Taşkıran Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

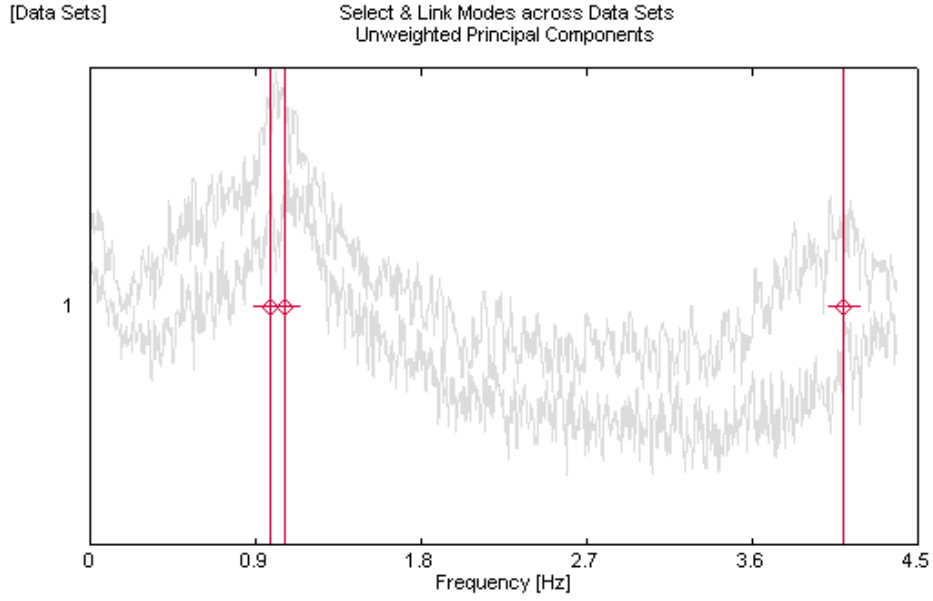
Restorasyon Sonrası

Tamamen ahşap malzemeden yapılmış olan ancak son onarımda çelik takviyeler ile güçlendirme işlemine tabi tutulmuş Taşkıran Camii Minaresinin doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay eksende yerleştirilmiştir. Şekil 2.410'da minarenin ölçümüne ilişkin bazı görüntüler verilmektedir.



Şekil 2.410. Taşkıran Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden SAB Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.411). Tablo 2.65'te ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.411. Taşkıran Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.65. Taşkıran Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	SAB Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.982	1.218
2	1.060	4.789
3	4.102	2.812

2.3.5. Trabzon Çaykara Taşören Mahallesi Cami ve Minaresi

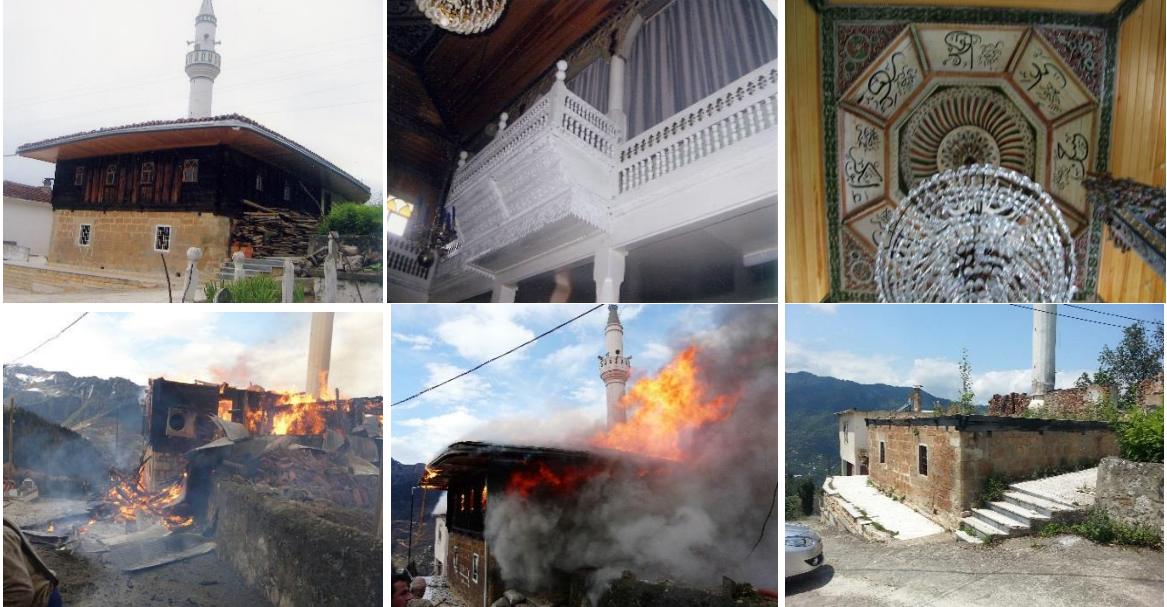
Genel Bilgiler

Taşören Camii, Trabzon İli Çaykara İlçesi Taşören Mahallesi 139 ada 39 parselde yer almaktadır. Eser Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu tarafından 21.07.1983 tarihinde taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir. Şekil 2.412’de Taşören Camisinin uydu görüntüsü sunulmuştur.



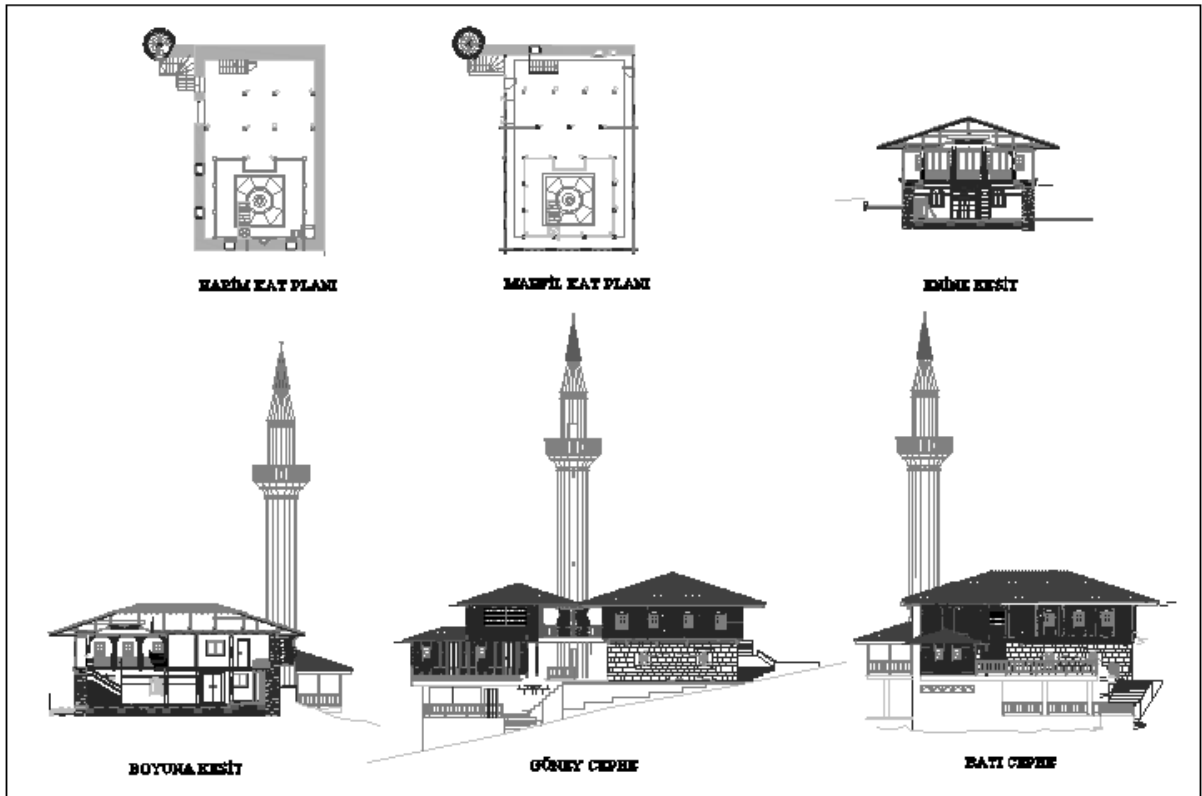
Şekil 2.412. Taşören Camii uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti mazbut Mustafa Camii Vakfı'na ait Taşören Camisi 2011 yılında büyük bir yangın geçirmiş ve ahşap ağırlıklı cami tamamıyla yanmıştır. Yalnızca harim katının taş beden duvarları kalan yapı, eldeki mevcut resimler ve kaynaklardan derlenen bilgiler ile hazırlanan projesine göre 2014-2016 yıllarında aslına uygun şekilde yeniden inşa edilmiştir. Caminin ilk haline ve yangın anına ilişkin görüntüler Şekil 2.413'de verilmektedir.



Şekil 2.413. Taşören Camii orijinal hali ve yangın durumuna ilişkin görüntüler

İki farklı tarih kitabesi mevcut olan yapının en erken tarihli kitabesi mihrabın köşesinde yer alan 1841 tarihli kitabedir. Bu tarih muhtemelen eserin yapımına başlama tarihidir. 1844 tarihli ikinci kitabe ise muhtemelen yapının ibadete açılış tarihidir. Eski adı “Zeleka” olan köyün eğimli bir yamacı üzerine inşa edilen cami, yörenin en güzel ahşap işçiliğine sahip eserlerinden birisidir. 1841 yılında köylünün de yardımı ile Kafkas ustalar tarafından yapıldığı söylenen cami, uzun yıllar özgünlüğünü korumuştur. Yapının çevresindeki müştemilatın (kuran kursu, köy odası, imam odası) 20. yüzyılın başlarından itibaren yapıya ilave edildiği bilinmektedir. Caminin ahşap minaresi ise 1960 yılında sökülerek yerine şimdiki betonarme minare ilave edilmiştir (Karpuz, 2012). Toplam yüksekliği 24.25m olan minarenin kaide genişliği 2.00m’dir. Eserin restorasyon projesine ait çeşitli kısımlar ise Şekil 2.414’te sunulmuştur.



Şekil 2.414. Taşören Camii kat planı ve cephe görünüşleri (Restorasyon Projesi, 2011).

Dikdörtgen planlı yapının beden duvarları, mahfil katına kadar kesme taş, mahfil katından çatıya kadar ahşap malzeme ile inşa edilmiştir. Yapının dıştan dışa boyutları 8.70mx13.63m olup, taş kısmın duvar kalınlığı 69cm, ahşap kısmın kalınlığı ise 4cm'dir. Geniş ahşap saçaklı, kırma çatılı yapının üzeri oluklu kiremitle kaplıdır. Yapının zemin katında, güney ve batıda ikişer, üst katta ise güneyde dört, batıda üç, doğuda ise iki adet dikdörtgen formlu pencere yer almaktadır. Üst pencerelere ahşap kafesli, alt pencereler ise lokma demir parmaklıklı ve taş sövelidir. Harime giriş kuzeybatı köşesinden sağlanmaktadır (Yavuz, 2009). Eserin onarım sonrası haline ilişkin fotoğraflar Şekil 2.415'te sunulmuştur.



Şekil 2.415. Taşören Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Caminin eski eser projeleri Taşören Mahallesi Camileri Derneği tarafından hazırlanmış olup, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğüne restorasyon işi ihale edilerek, 2014 yılında Mimar Çağdaş Gençoğlu tarafından tamamlanmıştır.

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2014-2016 yıllarında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda sunulan imalatlar yaptırılmıştır:

- Caminin içinde hafriyat yapılarak ve cami tabii zemin kotuna ulaşılmış, tabana 15 cm blokaj serilip, 10 cm kalınlığında grobeton uygulaması yapılmıştır.

- Cami beden duvarlarının iç kısmında sıva raspası yapılmış, gerekli kısımlar çürütülerek uygun örgü ve malzeme ile tamamlanmıştır. Cami iç duvarları horosan hacı ile tekrar sıvanmıştır.
- Beden duvarlarının dışında kumlama ile yüzey temizliği yapılmış, gerekli çürütme ve tamamlamalar yapılarak, horosan harcı ile yeniden derz yapılmıştır.
- Caminin yanmış ikinci kat kısmı projesine uygun şekilde boğaz geçmeli yapım tekniği ile sert ağaç malzemedan yapılmıştır (Şekil 2.416).



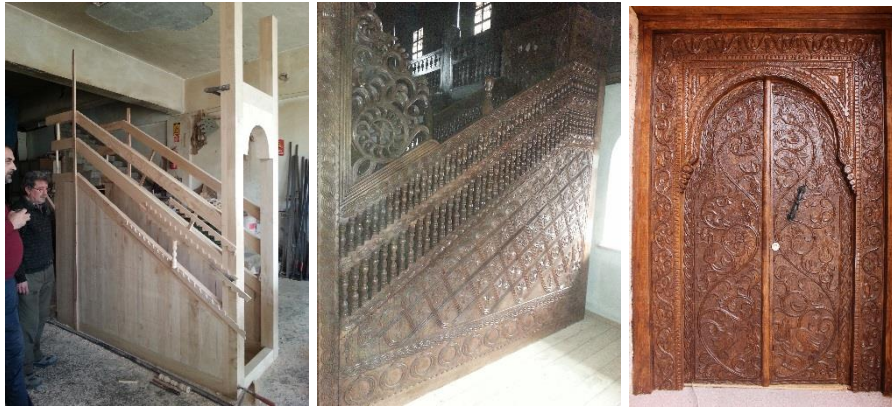
Şekil 2.416. Taşören Camii boğaz geçmeli ahşap duvar imalatı

- Projesine göre ahşap sütunlar, taşıyıcı kirişler, mahfil katı gibi elemanlar yerleştirilmiş ve üzerine ahşap oturtma çatı yapılmıştır.
- Çatı üzerinde bitüm esaslı oluklu malzeme ile su yalıtımı yapılmış ve üzerine klasik oluklu kiremit döşenmiştir.
- Merdivenler, korkuluklar, tavan kaplamaları, döşemeler, pencereler, kepenkler, pencere şebekeli korkulukları, sütun koltuk altı elemanları, projesine uygun şekilde yapılmıştır (Şekil 2.417).
- Cami pencereleri ısıcam detayı olarak yenilenmiştir.
- Yeni ahşap kürsü yapılmıştır.



Şekil 2.417. Taşören Camii iç mekân imalatları

- Cami çevresinde gerekli drenaj imalatları yapılarak su yalıtımı sağlanmıştır.
- Mihrapta yüzey temizliği yapılmış, ancak mihrap taşlarının yangın neticesinde özelliklerini yitirdiği belirlenmiş ve orijinal örneğine uygun olarak mihrap yenilenmiştir.
- Cami içerisinde minber, tavan, kapı, sütunlar, bantlar, mahfil köşkü, kirişler vb. işlemeli ahşap öğeler projesine ve fotoğraflarına göre sert ağaçtan oyma tekniği ile yapıp yerine yerleştirilmiştir (Şekil 2.418).
- Camide kullanılacak tüm ahşap elemanlar emprenye edilmiş, görünür yüzeylerine vernikli ahşap koruyucu, görünmeyen yüzeylerine ahşap koruyucu sürülmüştür.



Şekil 2.418. Taşören Camii minber ve giriş kapısı

- Mevcut müştemilat kalıntısı, WC ve imam evi tamamen yıkılarak projesindeki gibi müştemilat teşkil edilmiştir.
- Müştemilatın ahşap duvarları boğaz geçmeli teknik ile sert ağaçtan yapılmıştır.
- Tavan, döşeme, korkuluk, kapı, pencere vb. elemanlar projesindeki detaylara ve imalat tariflerine uygun şekilde yapılmıştır.

- Çatıyı taşıyıcı kirişleri sert ağaçtan, çatı ise çamdan tam ahşap kaplamalı oturtma çatı olarak yapılmıştır.
- Çevre sahasında gerekli söküm ve kırılmalar yapılarak uygun kotlar teşkil edilmiş ve avlu üzerine 6 cm kalınlıkta andezit plaklarla taş kaplama yapılmıştır.
- Tüm minare yüzeyine astar çekilerek akrilik esaslı su bazlı grenli kaplama yapılmıştır.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

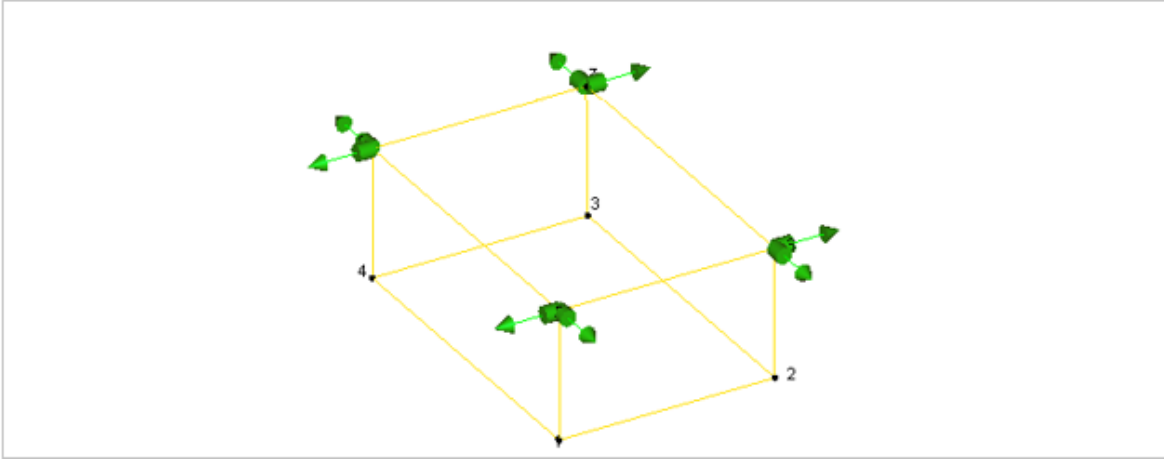
Restorasyon Sonrası

Taşören Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında dış yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.419'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



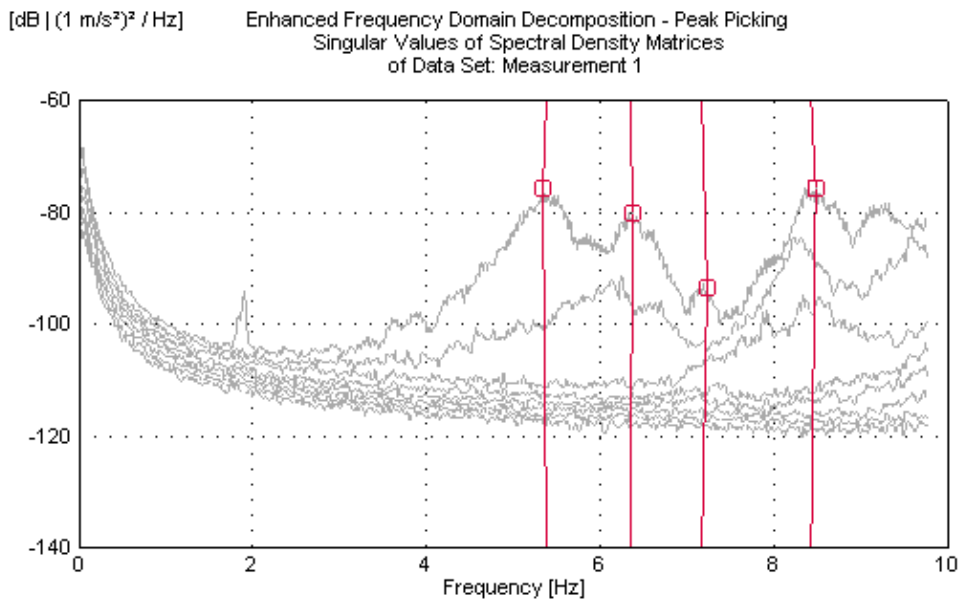
Şekil 2.419. Taşören Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.420'de verilmektedir.



Şekil 2.420. Taşören Camis restorasyonu sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

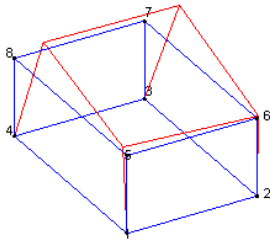
Camiden 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.421’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.66’da ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.422’de verilmektedir.



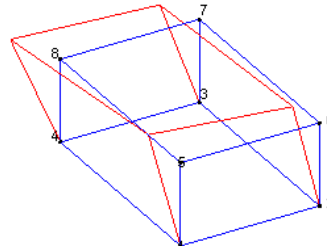
Şekil 2.421. Taşören Camii restorasyonu sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.66. Taşören Camisi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

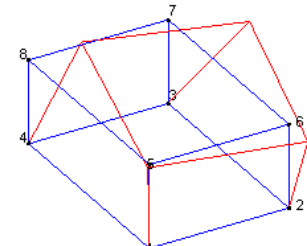
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	5.384	3.976
2	6.354	1.664
3	7.174	1.192



1. Mod



2. Mod



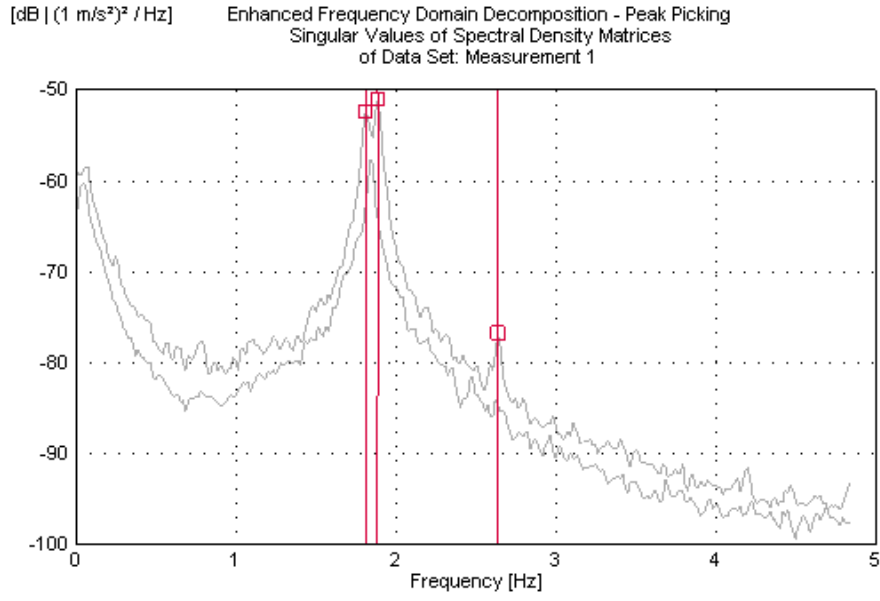
3. Mod

Şekil 2.422. Taşören Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Minarenin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

Restorasyon Sonrası

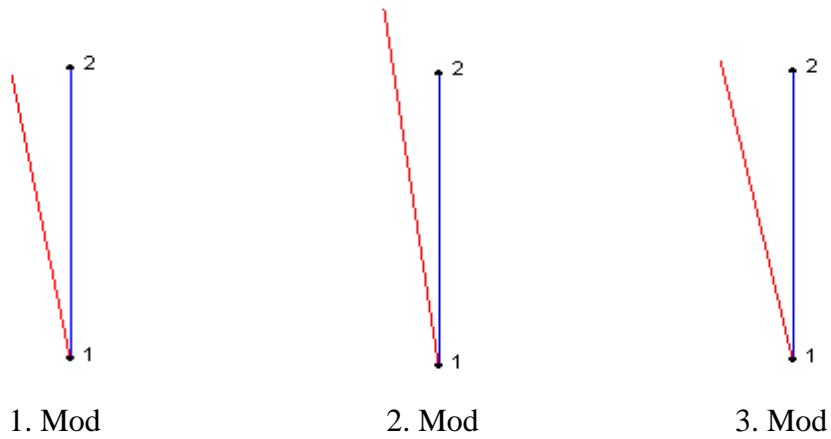
Taşören Camii Minaresi betonarme olup, doğal frekanslarının belirlenmesi amacıyla yapılan ölçümde 2 adet sismik ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler birbirine dik olacak şekilde yatay ekseninde yerleştirilmiştir. Minarede 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak minarenin onarım sonrası için doğal frekansları ve modal sönüm oranları elde edilmiştir (Şekil 2.423). Tablo 2.67’de ise yeniden inşa edilen minarenin ilk üç doğal titreşim frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Şekil 2.424’te minarenin ilk üç mod şekli sunulmuştur.



Şekil 2.423. Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.67. Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.822	1.351
2	1.888	1.132
3	2.642	0.472



Şekil 2.424. Taşören Camii Minaresi restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.3.6. Artvin Borçka Düzköy Cami

Genel Bilgiler

Düzköy Camii, Artvin İli Borçka İlçesi Düzköy Köyünde 199 ada 1 parselde yer almaktadır. Eser, Karadeniz kıyısından Artvin'e geçiş yolu olan Cankurtaran geçidini geçip Borçka'ya yaklaşık 7 km mesafede yer alan Düzköy asfaltından yaklaşık 1 km i yolda kalmaktadır. Yapının konumunu belirtir görüntü Şekil 2.425'de verilmektedir.

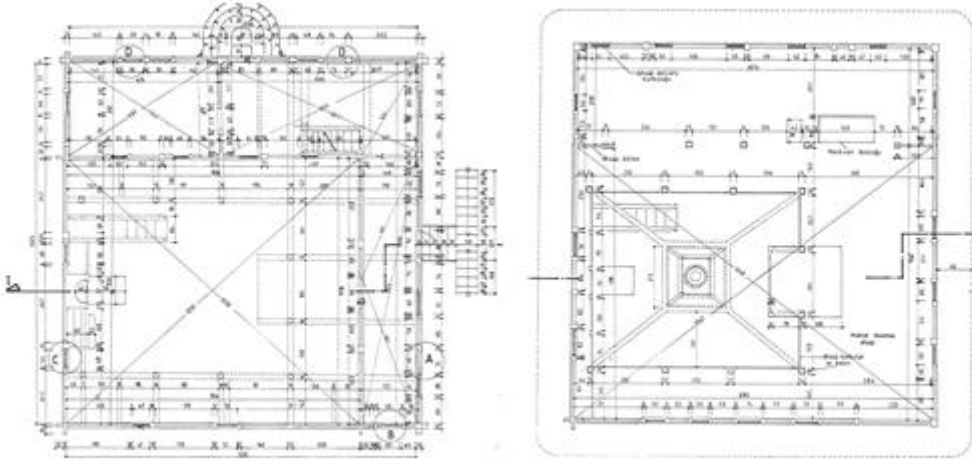


Şekil 2.425. Düzköy Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Köy Tüzel Kişiliğine ait olan Düzköy Cami, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından 05.05.1994 tarih ve 1982 numaralı karar ile korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir.

Yapı eğimli bir araziye kısmi bodrum kat teşkil edilerek kurulmuştur. Bodrum ve su basman duvarları moloz yığma taş örgü ile yapılmış olup, üzeri tamamen ahşap boğaz geçme tekniği ile inşa edilmiştir. Bodrum kata giriş kuzeyden, cami ana girişi ise caminin batısındanır. Harim mekanının ii daha küçük bir Şekilde batı ve kuzeyde son cemaat oluşturacak Şekilde bölünmüş olan cami, bu plan özelliği ile benzer örneklerinden ayrılmaktadır. Mahfil kat ise tüm alan herhangi bir i bölücü duvar kullanılmadan teşkil edilmiştir. Eser tüm elemanlarıyla birlikte tamamıyla ahşaptan yapılmıştır. Yapıda, ahşap işlemeli stnlar, minber, mihrap, mahfil kirişleri ve köşkleri ile tavan elemanları en dikkat çekici unsurlardandır. Yapının çatısı kırma çatı olup, üzeri kiremit kaplıdır. Yapının

boyutları dıştan dışa 10.64m x 11.23m'dir. Ahşap duvar kalınlığı ortalama 5 cm civarındadır. Eserin rölövesindeki kat planları Şekil 2.426'da sunulmuştur.



Şekil 2.426. Düzköy Camii kat planları (Rölöve, 1994)

Caminin restorasyonu, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğünce 2005 yılında yaptırılmış ve yüklenici Mimar Seyhan Aydın tarafından tamamlanmıştır. Yapının halihazır durumuna ilişkin fotoğrafları Şekil 2.427'de sunulmuştur.



Şekil 2.427. Düzköy Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü tarafından 2005 yılında tamamlanan restorasyon çalışmaları kapsamında aşağıda sunulan imalatlar yaptırılmıştır.

- Cami üzerindeki mevcut kiremit toplanmış, ahşap çatı tamamen sökülerek taşıyıcı kirişlemeleri takviye edilerek, oturtma çatısı yenilenmiştir.
 - Çatı üzerine su yalıtımı yapılarak renkli beton kiremit örtü ile kaplanmıştır.
 - Çatı arasında tahta kaplama yapılarak ısı yalıtımı serilmiştir.
 - Cami dış beden duvarlarında özellikle kuzey ve batı cephedeki çürümüş ahşaplar değiştirilmiş, beden duvarında oluşmuş eğilme ve eksenden kayma giderilmiştir.
 - Beden duvarları tamamen silinip ahşap koruyucu sürülmüştür.
 - Cami içindeki boyalı düz ve oymalı ahşaplarda boyalar raspa edilmiştir.
 - Ahşap elemanlarda gerekli bakım ve temizlik işlemleri yapılmış, değişmesi gereken parçalar yenilenmiştir.
 - Cami ve mahfil döşemesi ile ahşap merdiven yenilenmiştir.
 - Tavan göbeği korunmuş, kalan tavan kaplaması ise orijinal örneği doğrultusunda yenilenmiştir.
 - Mevcut pencere doğramaları sökülerek, tüm pencerelere ısı cam detaylı sert ağaçtan doğrama yapılmıştır.
 - Minber ve kürsü mevcut haliyle korunmuş, yüzey temizliği ve sağlamlaştırılmalar yapılmıştır.
 - Bodrum katta gerekli hafriyat yapıp, okuma odası ve şadırvan kısımları düzenlenmiştir.
 - Elektrik tesisatı yenilenmiş ve çevre aydınlatmaları yapılmıştır.
- Düzköy camisinin restorasyon görüntüleri Şekil 2.428’de sunulmuştur.



Şekil 2.428. Düzköy Camii restorasyon işlemlerine ait görüntüler

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

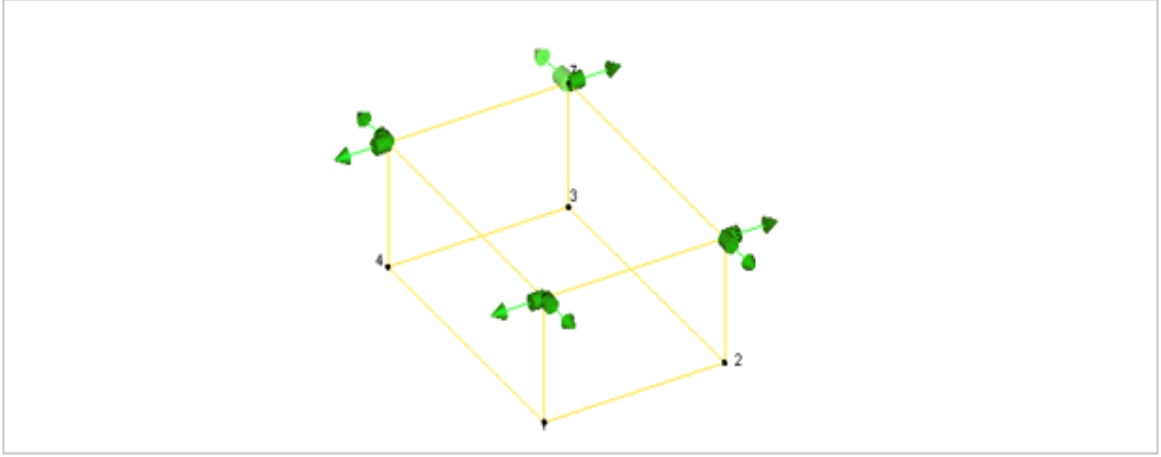
Restorasyon Sonrası

Düzköy Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında iç yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.429’da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



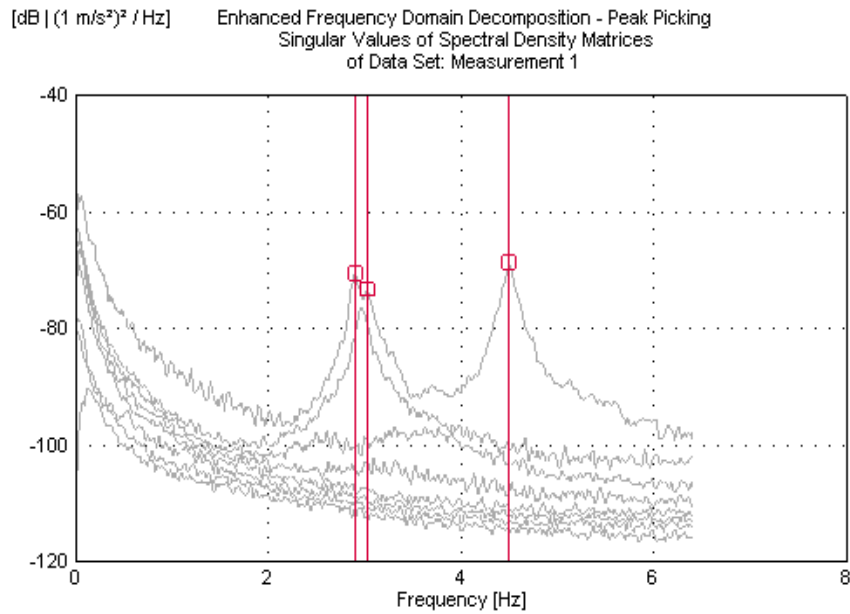
Şekil 2.429. Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.430’da verilmektedir.



Şekil 2.430. Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

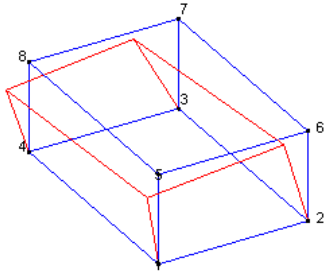
Camiden 45 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.431’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.68’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.432’de verilmektedir.



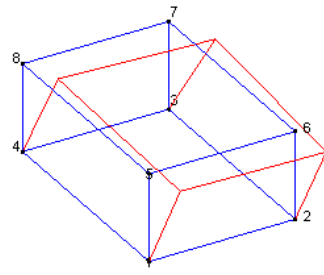
Şekil 2.431. Düzköy Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.68. Düzköy Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

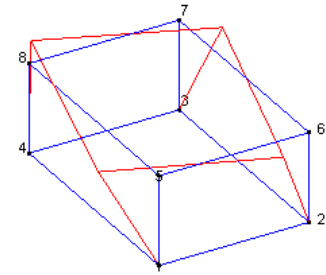
Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	2.903	1.120
2	3.030	0.721
3	4.503	1.282



1. Mod



2. Mod



3. Mod

Şekil 2.432. Düzköy Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

2.3.7. Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Sahil Cami

Genel Bilgiler

Hüseyin Hoca Köyü Sahil Camii, Rize İli Kalkandere İlçesi Hüseyin Hoca Köyünde 179 ada 61 parselde yer almaktadır. Cami, Rize-İkizdere karayolu güzergâhında yol üstünde yer almaktadır. Yapının konumunu belirtir görüntü Şekil 2.433'de verilmektedir.

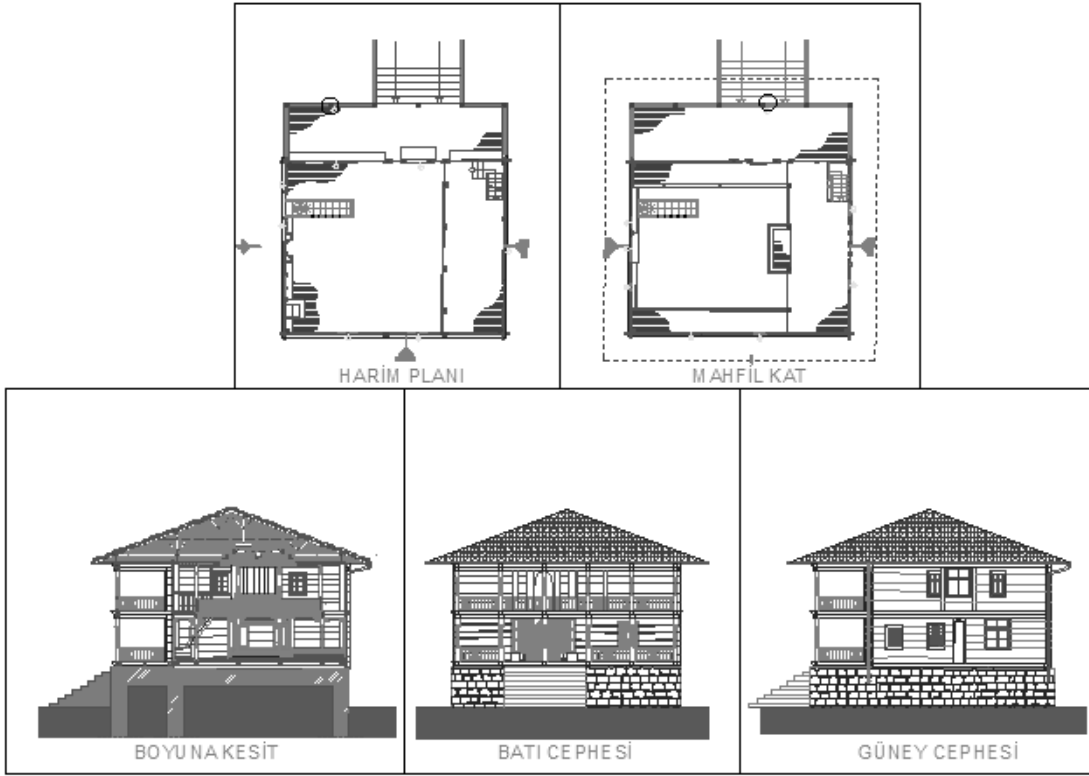


Şekil 2.433. Hüseyin Hoca Köyü Cami uydu görüntüsü (URL-1)

Mülkiyeti Köy Tüzel Kişiliğine ait olan Hüseyin Hoca Köyü Cami, Trabzon Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafından korunması gerekli kültür varlığı olarak belirlenmiştir.

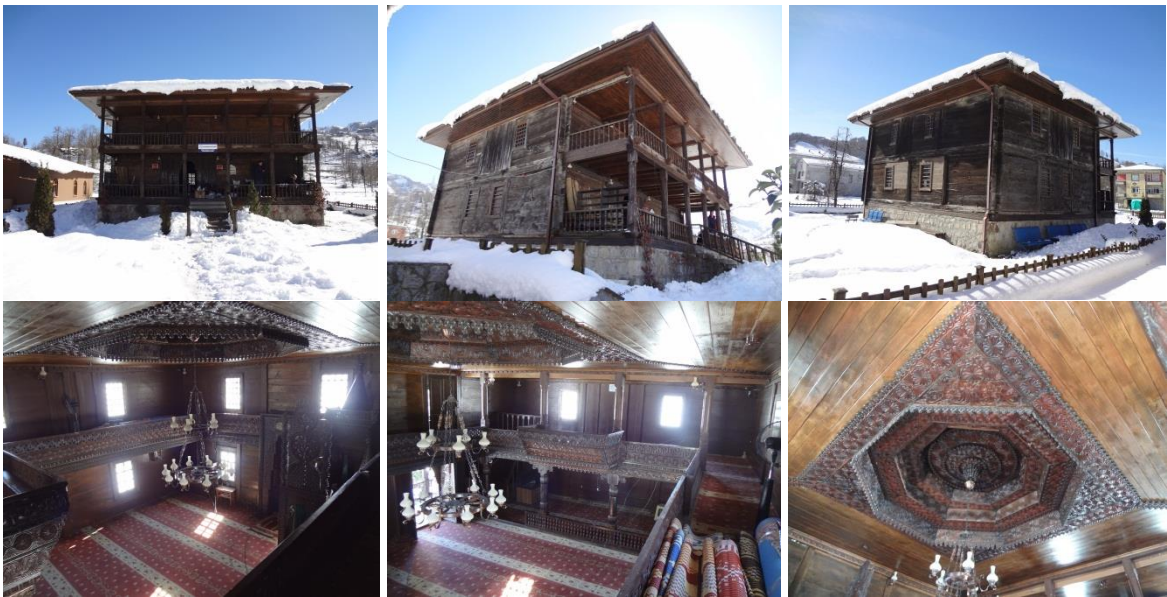
Boğaz geçmeli ahşap camilerin çivisiz birleşimleri sökülüp yeniden yapılmalarına imkan sağlamaktadır. Hüseyin Hoca Köyü Camisi bu özelliği ile geçmiş dönemlerde çeşitli yer değişimlerine maruz kalmıştır. Trabzon ve Rize illerinin sınır hattında yer alan caminin yamacın karşı tarafındaki Of ilçesinin Keler Köyünden 1977 yılında sökülerek şu anda bulunduğu yerin yaklaşık 50 metre kuzeyinde bir çay deposunun üzerine kurulduğu bilinmektedir (Sav, 2012). 2013 yılı içerisinde ise bu sefer sökülmeden kurulan özel bir sistem ile vinç yardımıyla kaldırılarak, şu anda bulunduğu yere taşınmış olan eserin şimdilik seyahati tamamlanmıştır.

Eser düz bir alanda hazırlanmış yaklaşık 1.30 cm yükseklikteki moloz taş su basman duvarları üzerine yerleştirilmiştir. Tüm duvar, taşıyıcı, döşeme ve kaplama malzemeleri ahşap olan eser, ahşap oyma sanatının dikkat çekici örneklerini de içinde barındırmaktadır. Kareye yakın planlı olan cami, dıştan dışa 9.48mx10.05m boyutlarındadır. Camiye giriş batı cephesinden merdivenler yardımıyla sağlanmaktadır. Giriş alanı son cemaat şeklinde düzenlenmiş olup, üst kat mahfili de balkon şeklinde planlanmıştır. Giriş alanının genişliği 2.30m'dir. Caminin taşıyıcı duvar kalınlığı yaklaşık 5 cm'dir. Ana ibadet mekânının güneybatısından üst mahfile çıkış sağlanmaktadır. Eserin sütunları, minberi, mihrabı, mahfil kirişleri ve mahfil köşkünün altı ile tavan elemanları ahşap işlemelidir. Yapının çatısı kırma çatı olup, üzeri kiremit kaplıdır. Şekil 2.434'te caminin plan, kesit ve görünüşleri sunulmuştur.



Şekil 2.434. Hüseyin Hoca Köyü Camii plan, görünüş ve kesitleri (Restorasyon Projesi, 2013)

Caminin restorasyonu, Kalkandere Kaymakamlığına 2013 yılında yaptırılmıştır. Yapının hâlihazır durumuna ilişkin fotoğrafları Şekil 2.435'te verilmektedir.



Şekil 2.435. Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası görüntüleri

Restorasyon Uygulamaları

Eserin restorasyonu ile ilgili detaylı bilgilere ulaşamadığından Hüseyin Hoca Köyü Camisi ile ilgili restorasyon uygulamalarına yer verilememiştir.

Caminin Çevresel Titreşim Testi Ölçümleri

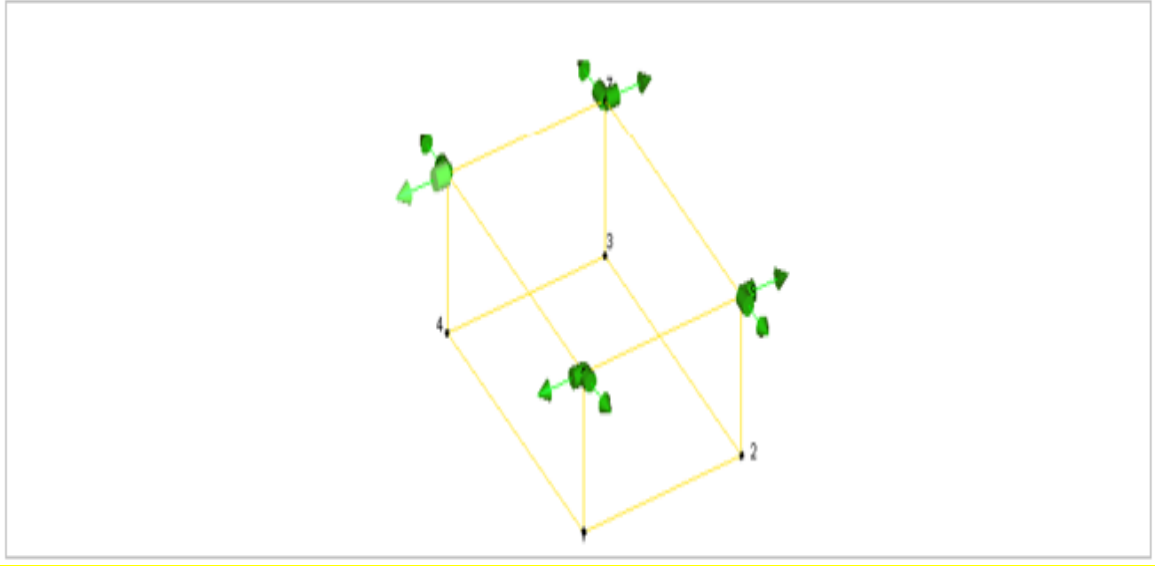
Restorasyon Sonrası

Hüseyin Hoca Köyü Camisinde gerçekleştirilen ölçümde toplam 8 adet ivmeölçer kullanılmıştır. İvmeölçerler yapının enine ve boyuna doğrultulardaki hareketlerini ölçecek şekilde caminin köşe noktalarında iç yüzeylere bağlanmıştır. Şekil 2.436'da ivmeölçer yerleşimine ve veri toplama sistemine ait görüntüler verilmektedir.



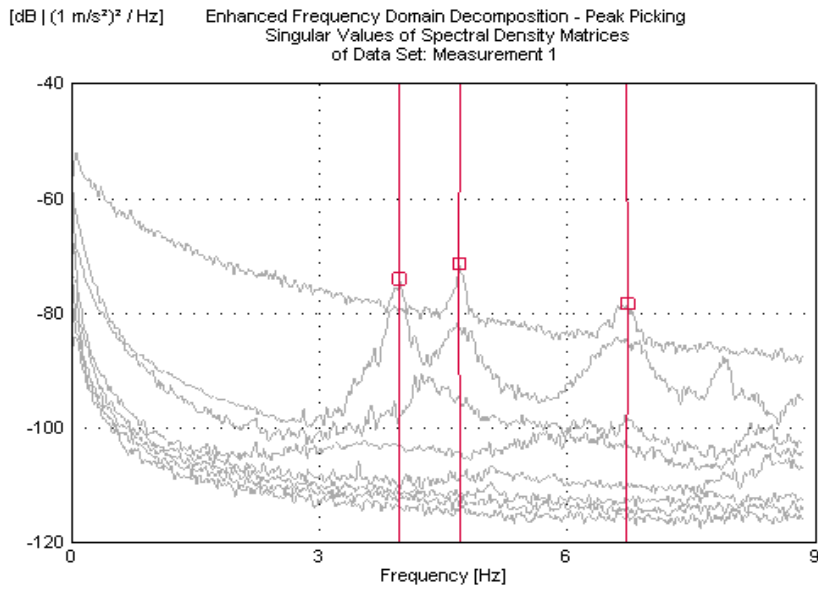
Şekil 2.436. Hüseyin Hoca Köyü Camisi restorasyon sonrası ölçüm görüntüleri

Ölçüm sırasında ivmeölçer bağlantı noktalarını ve ivmeölçer yönlerini belirlemek amacıyla yapıyı temsilen oluşturulan model Şekil 2.437'de verilmektedir.



Şekil 2.437. Hüseyin Hoca Camisi restorasyon sonrası ölçüme ait temsili model ve ivmeölçer yerleşimi

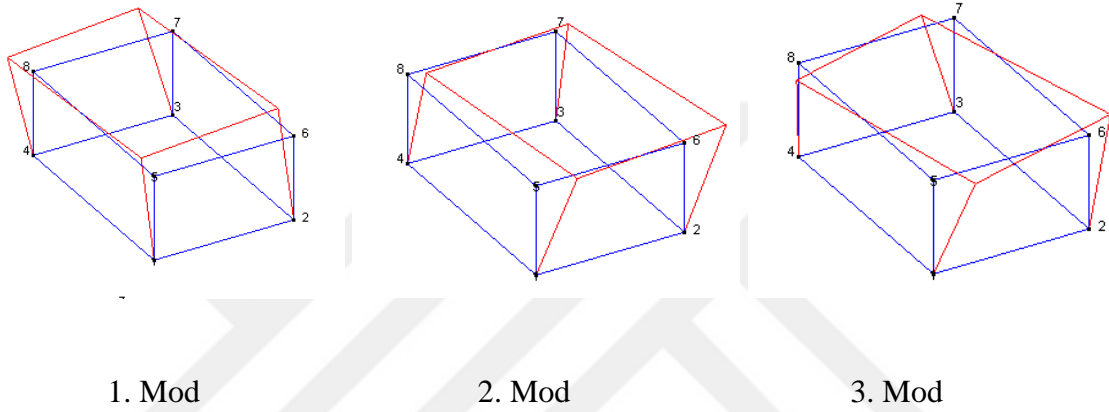
Camiden 30 dakika süreyle ölçüm alınmış ve elde edilen sinyaller analiz edilmiştir. Analiz edilen sinyallerden GFTAA Yöntemi kullanılarak yapının doğal frekansları, mod şekilleri ve modal sönüm oranları Şekil 2.438’de verilen spektrum yardımıyla elde edilmiştir. Tablo 2.69’de ise restorasyon sonrası durum için caminin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir. Camide yapılan ölçümünden elde edilen ilk üç mod şekli ise Şekil 2.439’da verilmektedir.



Şekil 2.438. Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ölçüm spektrumu

Tablo 2.69. Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	3.965	0.689
2	4.705	1.264
3	6.713	0.928



Şekil 2.439. Hüseyin Hoca Köyü Camii restorasyon sonrası ilk üç mod şekli

Yapıya yaklaşık 20 metre mesafede yer alan betonarme minarenin eserle herhangi bir bağıntısının olmaması sebebiyle ölçümleri ile ilgili bilgi ve sonuçlar minarelerin ölçümlerinin verildiği Bölüm 2.4.5'te sunulmuştur.

2.4. Minareler

Çalışma kapsamında minarelerin veri sayılarının arttırılması adına bazı yığma ve betonarme minarelerde de deneysel ölçümler yapılmıştır. Ölçümü yapılan minarelerde herhangi bir restorasyon imalatı olmayıp, mevcut hallerinin doğal frekanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Aşağıda sunulan tüm minare ölçümleri şerefe kotunun yaklaşık 50-75 cm altında, minare çekirdeğine yere paralel ve birbirine dik şekilde yerleştirilen ivmeölçerler vasıtasıyla alınmıştır.

2.4.1. Trabzon Ortahisar Tabakhane Camii Minaresi

Tabakhane Camii Vakfı adına kayıtlı eski caminin yıkılarak 1980’li yıllarda betonarme olarak yeniden inşası sürecinde yığma taş minaresi korunmuştur. Geleneksel yapım teknikleri ile yapılmış minare, yakın zamanda herhangi bir restorasyon geçirmemiştir. Rölövesi bulunmayan minarenin yüksekliği yaklaşık 25m’dir. Şekil 2.440’da cami ve minarenin genel görünüşüne ilişkin fotoğraflar sunulmuştur.



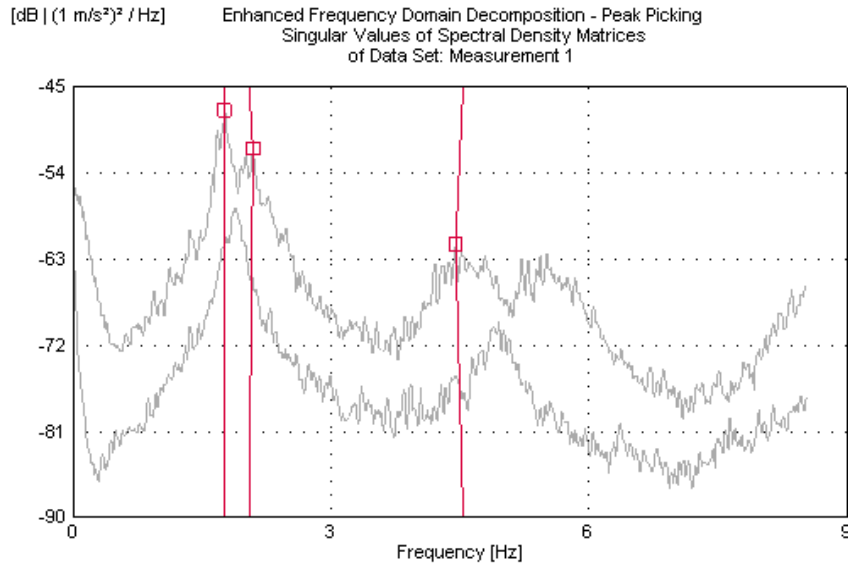
Şekil 2.440. Tabakhane Camisi ve Minaresi görüntüleri

Tabakhane Camii Minaresinde yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerine ilişkin görüntüler Şekil 2.441’de sunulmuştur.



Şekil 2.441. Tabakhane Camii Minaresi ölçüm görüntüleri

Tabakhane Camii Minaresinde yapılan ölçümlerin ardından dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.442’de spektrum grafiği sunulmuş, Tablo 2.70’de ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranları verilmektedir.



Şekil 2.442. Tabakhane Camii Minaresi ölçüm spektrumu

Tablo 2.70. Tabakhane Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	1.758	3.841
2	2.052	4.507
3	4.540	5.536

2.4.2. Trabzon Akçaabat Söğütlü Kavaklı Rahman Camii Minareleri

Trabzon Akçaabat Söğütlü Kavaklı Rahman Camisi betonarme olarak inşa edilmiş ve dört adet minaresi bulunan bir camidir. Yapı, sahil yolu ve deniz kenarındaki konumu ve manzarası ile etkileyici bir eserdir. Üç şerefeli dört adet betonarme minarenin, kuzeybatısında (Minare-1) ve kuzeydoğusunda (Minare-2) bulunan iki âdetinden ölçüm alınmıştır. Yaklaşık yükseklikleri 55m olan minareler, cami gövdesinden ayrı şekilde konumlandırılmıştır. Şekil 2.443'te cami ve minarelerin fotoğrafları sunulmuştur.



Şekil 2.443. Kavaklı Rahman Camii ve Minareleri görüntüleri

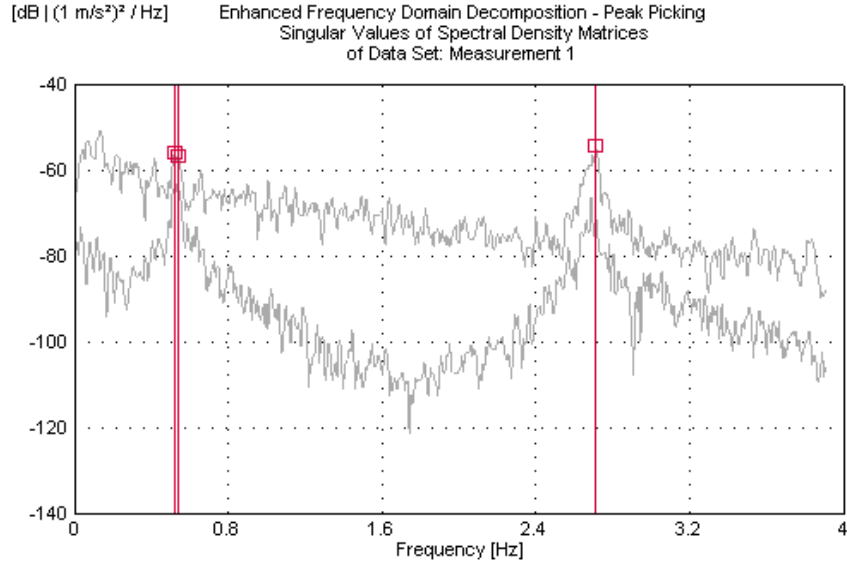
Minare -1

Söğütlü Kavaklı Rahman Camisinin kuzeybatısında yer alan minare, Minare-1 olarak adlandırılmış olup, Minare-1'de yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerin görselleri Şekil 2.444'te sunulmuştur.



Şekil 2.444. Kavaklı Rahman Camii Minare-1 ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.445'te spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.71'de ise Minare-1'in ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.445. Kavaklı Rahman Camii Minare-1 ölçüm spektrumu

Tablo 2.71. Kavaklı Rahman Camii Minare-1 doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.520	0.869
2	0.539	---
3	2.713	0.124

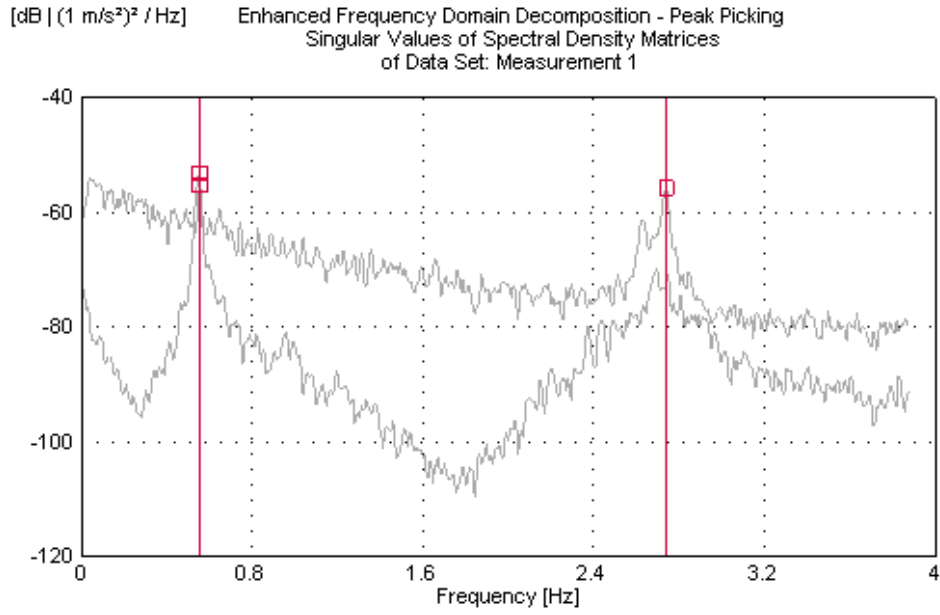
Minare -2

Söğütlü Kavaklı Rahman Camisinin kuzeydoğusunda yer alan minare, Minare-2 olarak adlandırılmış olup, Minare-2'de yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerin görselleri Şekil 2.446'da sunulmuştur.



Şekil 2.446. Kavaklı Rahman Camii Minare-2 ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.447’de spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.72’de ise Minare-2’in ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.447. Kavaklı Rahman Camii Minare-2 ölçüm spektrumu

Tablo 2.72. Kavaklı Rahman Camii Minare-2 doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.551	0.835
2	0.554	0.735
3	2.739	0.528

2.4.3. Trabzon Akçaabat Darıca Mahallesi Camii Minaresi

Trabzon Akçaabat ilçesinin batısında yer alan Darıca Mahallesinde bulunan cami ve minaresi betonarme olarak inşa edilmiştir. Karadeniz sahil yolunun hemen üzerinde yer alan cami, denize çok yakın olarak konumlanmıştır. İki şerefeli minaresi yaklaşık 40m yüksekliğinde olup, camiden ayrı olarak inşa edilmiştir. Şekil 2.448’de cami ve minareye ait görseller sunulmuştur.



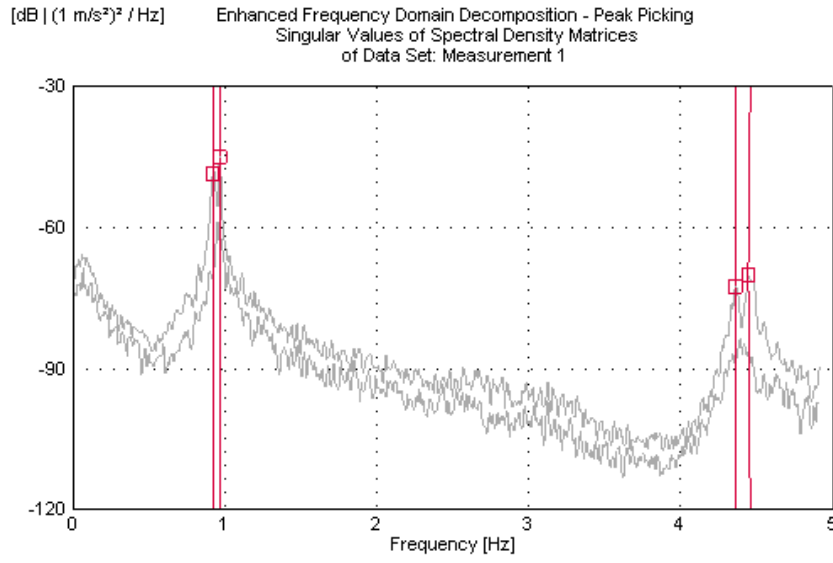
Şekil 2.448. Darıca Camii ve Minaresi görüntüleri

Darıca Camisinin kuzeydoğusunda yer alan iki şerefeli betonarme minarenin ikinci şerefesine yerleştirilen ivmeölçerler ile çevresel titreşim testi ölçümleri alınmış olup, ölçüme ilişkin görseller Şekil 2.449’da sunulmuştur.



Şekil 2.449. Darıca Camii Minaresi ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.450’de spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.73’te ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.450. Darıca Camii Minaresi ölçüm spektrumu

Tablo 2.73. Darıca Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.928	1.030
2	0.968	0.550
3	4.365	0.390

2.4.4. Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minareleri

Rize İli Çayeli ilçesinde bulunan Çarşıbaşı Camii ile kuzeybatısında (Minare-1) ve kuzeydoğu (Minare-2) bulunan minareleri betonarme olarak inşa edilmişlerdir. Minareler iki şerefeli olup, yaklaşık 40m yüksekliğindedir. Cami ve minarelere ilişkin görseller Şekil 2.451'de sunulmuştur.



Şekil 2.451. Çayeli Çarşıbaşı Camii ve Minareleri görüntüleri

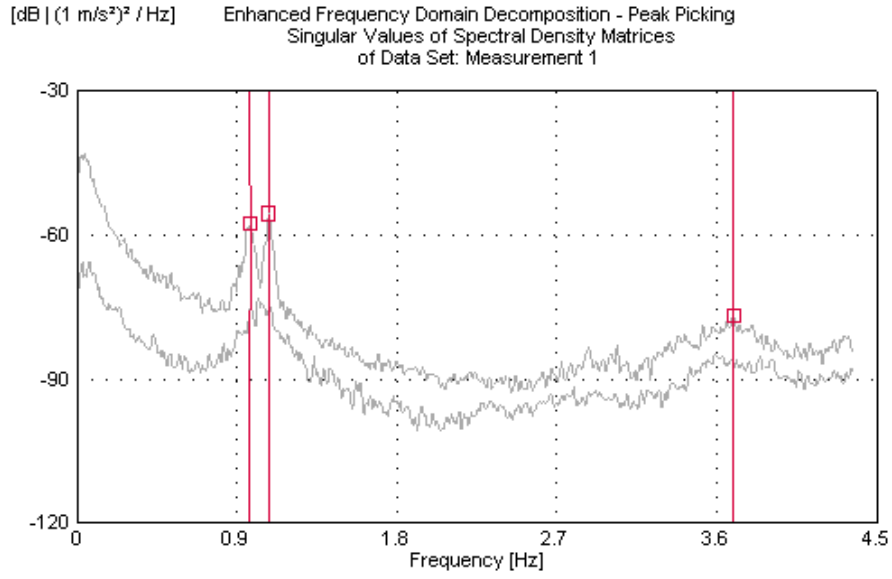
Minare -1

Çayeli Çarşıbaşı Camisinin kuzeybatısında yer alan minare, Minare-1 olarak adlandırılmış olup, Minare-1’de yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerin görselleri Şekil 2.452’de sunulmuştur.



Şekil 2.452. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.453’te spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.74’te ise Minare-1’in ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.453. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 ölçüm spektrumu

Tablo 2.74. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-1 doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.971	2.011
2	1.083	1.152
3	3.693	1.210

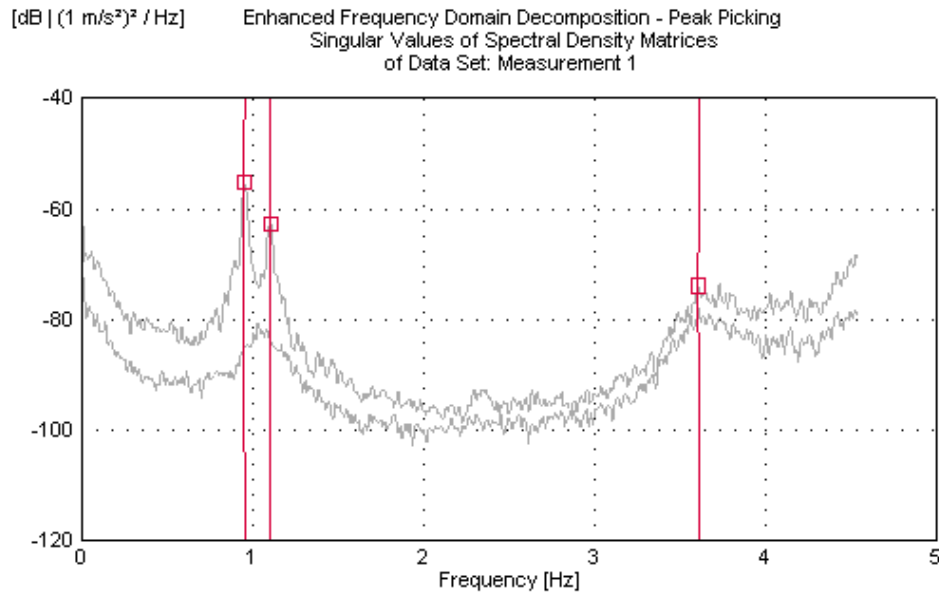
Minare -2

Çayeli Çarşıbaşı Camisinin kuzeydoğusunda yer alan minare, Minare-2 olarak adlandırılmış olup, Minare-2’de yapılan çevresel titreşim testi ölçümlerin görselleri Şekil 2.454’te sunulmuştur.



Şekil 2.454. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.455'te spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.75'te ise Minare-2'nin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.455. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 ölçüm spektrumu

Tablo 2.75. Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.957	0.992
2	1.104	1.304
3	3.619	0.711

2.4.5. Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Sahil Camii Minaresi

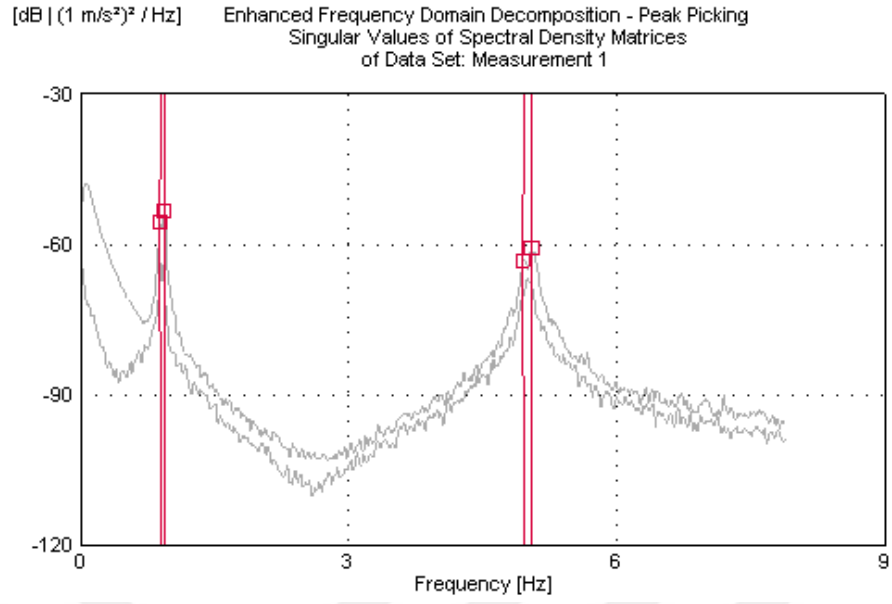
Rize ili Kalkandere İlçesi Hüseyin Hoca Köyünde yer alan cami, ahşap taşıyıcı sistemli camiler ile ilgili bölümde ayrıntılı şekilde anlatılmıştır. Caminin yaklaşık 20m yanında bulunan ve camiden bağımsız şekilde yerleşmiş betonarme minare ile ilgili çevresel titreşim testi ölçümü işlemleri ve sonuçları ise bu bölümde sunulmuştur.

2 şerefeli betonarme minare yaklaşık 35m yükseklikindedir. Herhangi bir yapıya bitişik olmayan minarenin çevresel titreşim testi ölçümleri ikinci şerife hizasından gerçekleştirilmiştir. Şekil 2.456'da minare ve ölçüm sistemine ait fotoğraflar sunulmuştur.



Şekil 2.456. Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi ölçüm görüntüleri

Dinamik karakteristiklerin belirlenmesinde frekans ortamında GFTAA Yöntemi kullanılmıştır. Şekil 2.457'de spektrum grafiği sunulmuş olup, Tablo 2.76'da ise minarenin ilk üç doğal frekansı ve modal sönüm oranı verilmektedir.



Şekil 2.457. Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi ölçüm spektrumu

Tablo 2.76. Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi doğal frekans ve sönüm oranları

Mod Numarası	GFTAA Yöntemi	
	Frekans (Hz)	Sönüm Oranı (%)
1	0.896	1.592
2	0.936	1.235
3	4.962	0.176

3. BULGULAR VE İRDELEMELER

3.1. Dinamik Karakteristiklerin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında belirlenmiş ve Çevresel Titreşim Testi ölçümleri gerçekleştirilmiş cami ve minarelerin, dinamik karakteristikleri olarak ifade edilen, doğal frekansları, mod şekilleri ve sönüm oranları üzerinde inceleme ve değerlendirmeler bu bölümde yapılmıştır. Camiler, ahşap çatılı yığma, kargir kubbeli yığma ve ahşap taşıyıcı sistemli olarak kendi içlerinde incelenmiş, minareler ise yığma taş, ahşap ve betonarme olarak sınıflandırılarak incelenmiştir.

3.1.1. Doğal Frekansların Değerlendirilmesi

Yapıların en temel karakteristik özelliklerinden olan doğal frekanslar, çalışmanın en önemli veri tabanını oluşturmakta olup, cami ve minarelerde ayrı ayrı incelenmiştir. Deneysel yöntemle elde edilen veriler üzerinde yapılan irdelemeler neticesinde, anlamlı görülen ilişkiler ve etkiyen faktörler ortaya konulmuştur.

3.1.1.1. Camilerin Doğal Frekanslarının Değerlendirilmesi

Ahşap çatılı yığma taş, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap taşıyıcı sistemli tarihi eser camiler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen veriler kendi sınıflarına göre ayrıntılı olarak incelenmiştir. Eserlerin doğal frekansları incelenirken, restorasyon öncesi ve sonrası alınan veriler bu bölümde dikkate alınmayıp, seçilen mevcut durum verileri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

3.1.1.1.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Doğal Frekansları

Anadolu coğrafyasında, özellikle kırsal mimaride öne çıkmakla birlikte, her yerde karşılaşılabilecek cami modeli olan ahşap çatılı yığma taş camiler, bu çalışma kapsamında da örnek sayıları en fazla olandır. Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda on dört

camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç doğal frekansları belirlenmiştir. Camilerden elde edilen deneysel doğal frekanslar Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Tablo 3.1. Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii	4.801	5.700	7.668
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii	5.897	6.658	7.254
3	Trabzon Akçaabat Dürbinar Camii	3.851	6.526	11.340
4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camii	9.740	10.820	12.270
5	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	4.337	6.749	8.435
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii	4.800	6.476	8.409
7	Artvin Hopa Sundura Camii	3.910	4.129	6.701
8	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii	5.105	6.130	9.203
9	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii	6.753	8.841	10.680
10	Trabzon Sürmene Gültepe Camii	3.279	3.998	4.729
11	Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii	11.270	13.410	18.230
12	Gümüşhane Merkez Ulu Cami	4.630	5.913	7.593
13	Gümüşhane Kelkit Büyük Camii	3.149	5.471	6.663
14	Giresun Merkez Çınarlar Camii	4.934	5.898	7.342

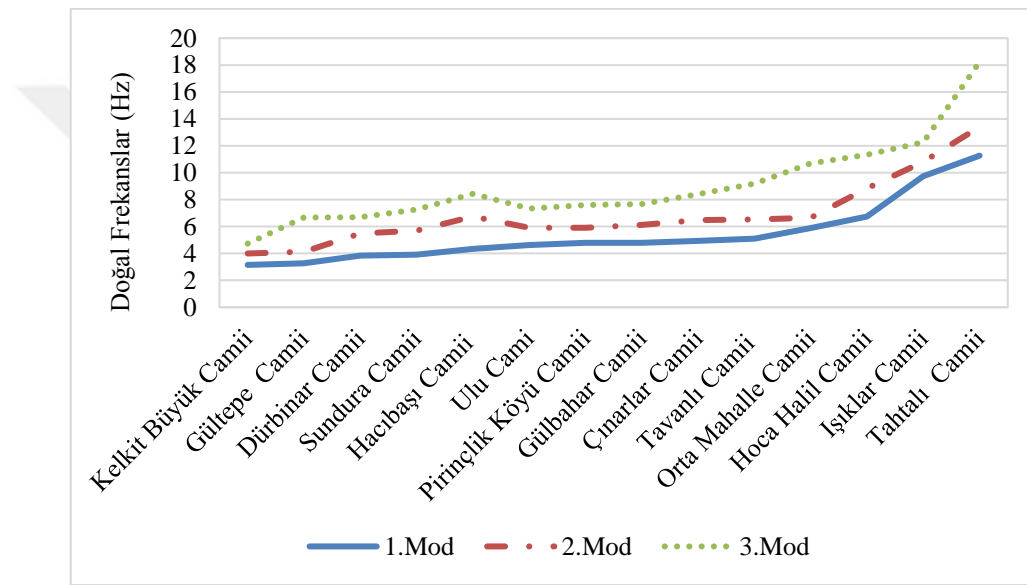
Yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 3.149Hz ile 11.270Hz arasında, 2. doğal frekansların 4.129Hz ile 13.641Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.729Hz ile 18.230Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

Mevcut veriler ışığında, en yüksek doğal frekans değerlerine sahip cami, Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camisidir. Söz konusu yapının orijinal halinden uzaklaşmış olması sebebiyle restorasyon sürecinde yeniden yapıma kararı alınarak betonarme temeller üzerine geleneksel yapım teknikleri ile yeniden inşa edilmiştir. Gerek temel kesit boyutları, gerekse üstyapının teşkilindeki kaliteli yapım ve sağlamlık kaygısıyla inşasının yanında, caminin küçük boyutlu oluşu da eklendiğinde oldukça rijit olarak inşa edilmiş olduğu belirlenmiş ve geleneksel tarihi eser ahşap çatılı yığma camileri temsil edemeyeceği

değerlendirilmiştir. Bu sebep ile Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii verileri yapılan değerlendirmelerde dikkate alınmadan işlemler sürdürülmüştür.

Tahtalı Camisinin değerlendirme dışı bırakılmasının ardından veriler tekrar incelendiğinde, doğal frekans aralıklarının, 1. modda 3.149Hz ile 9.740Hz arasında, 2. modda 4.129Hz ile 10.820Hz arasında, 3. modda 4.729Hz ile 12.279Hz arasında olduğu belirlenmiştir.

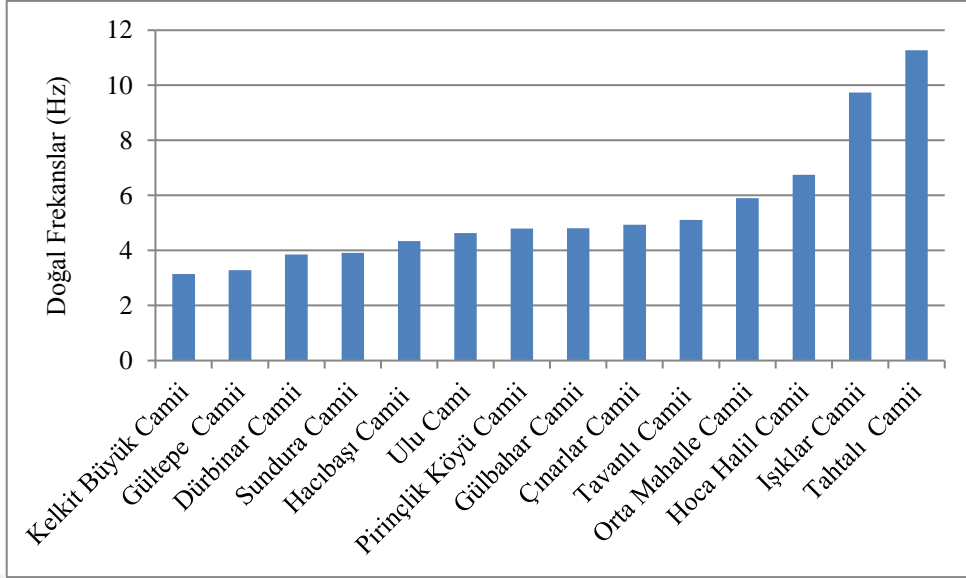
Şekil 3.1’de ahşap çatılı yığma camilerin ilk üç frekans dağılımları grafiksel olarak sunulmuştur.



Şekil 3.1. Ahşap çatılı yığma taş camilerin ilk üç doğal frekans değişimi

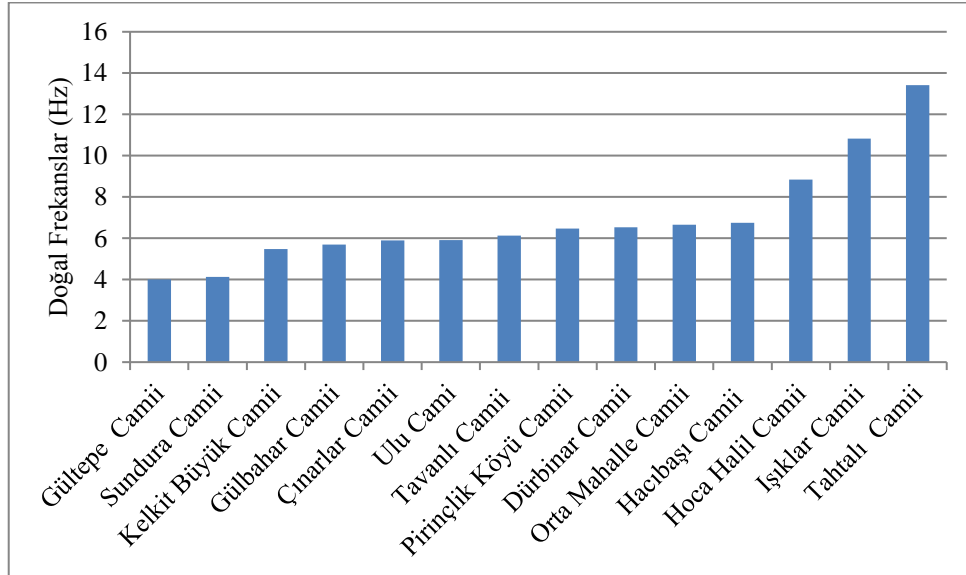
Şekil 3.1’deki tüm modlardaki doğal frekans dağılımı incelendiğinde, doğal frekansları ifade eden çizgilerin genellikle paralel bir seyir izlediği ve kabul edilebilir bir oran içerisinde artış gösterdiği görülmektedir. Bu davranış tipinden yola çıkarak ahşap çatılı yığma taş camiler için birinci doğal frekansı tespit edildikten sonra ikinci ve üçüncü doğal frekansların belli bir oran ile arttırılması ile kabul edilebilir değerlere ulaşılabileceği öngörülmüştür.

Şekil 3.2’de örnek camilerin 1. doğal frekanslarının, Şekil 3.3’te 2. doğal frekanslarının ve Şekil 3.4’te 3. doğal frekanslarının değişim grafikleri sunulmuştur.



Şekil 3.2. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1. doğal frekansları

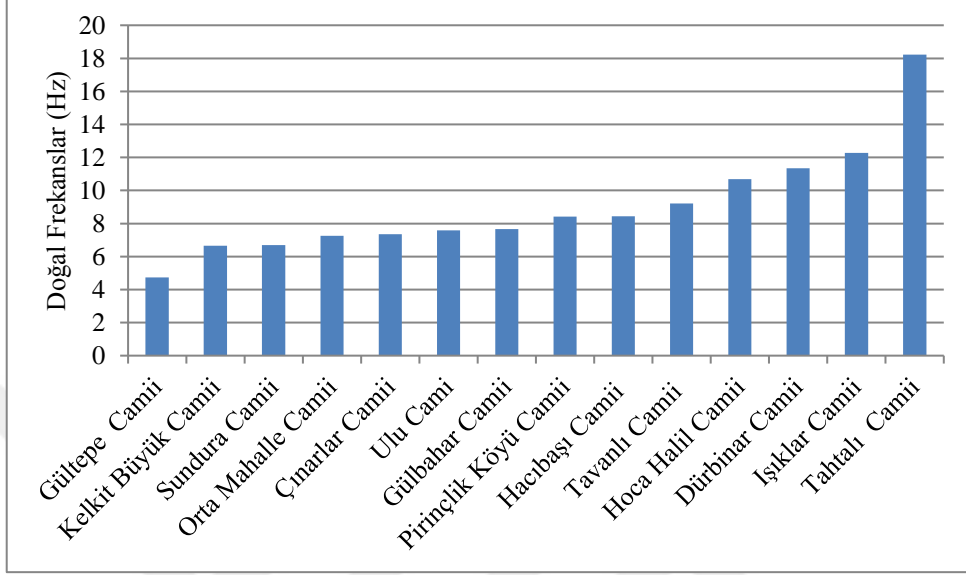
Birinci doğal frekansların dağılımı(Şekil 3.2) irdelendiğinde, dağılım bandının 4Hz ile 6Hz arasında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde Tahtalı Camisinin yukarıda belirtilen özel durumu dikkate alındığında, dağılımı bozan Işıklar Camisinin değeri en dikkat çekici değer olarak gözlenmektedir.



Şekil 3.3. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 2. doğal frekansları

İkinci doğal frekansların dağılımı(Şekil 3.3) irdelendiğinde, dağılımın özellikle 6Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut cami örnekleri içerisinde Tahtalı Camisinin

yukarıda belirtilen özel durumu dikkate alındığında, Işıklar Camisi ve Hoca Halil Camilerinin yüksek değerleri dikkat çekmektedir.



Şekil 3.4. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3. doğal frekansları

Üçüncü doğal frekansların dağılımı(Şekil 3.4) irdelendiğinde, dağılım bandının 6Hz ile 10Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde Tahtalı Camisinin yukarıda belirtilen özel durumu dikkate alındığında, dağılımlarda dikkat çekici özel bir durum görülmemiş, düzgün bir dağılımın olduğu değerlendirilmiştir.

3.1.1.1.2. Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Doğal Frekansları

Kargir kubbeli yığma camiler geleneksel cami tiplerinin en dikkat çeken ve ihtişamlı örneklerini oluşturmaktadır. Cami formunda yapılanların yanında önceden kilise olarak inşa edilmiş olup, sonradan camiye dönüştürülmüş eserlerde bu tip yapıların önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda on camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç doğal frekansları belirlenmiştir. Cami örneklerinden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.2’de sunulmuştur.

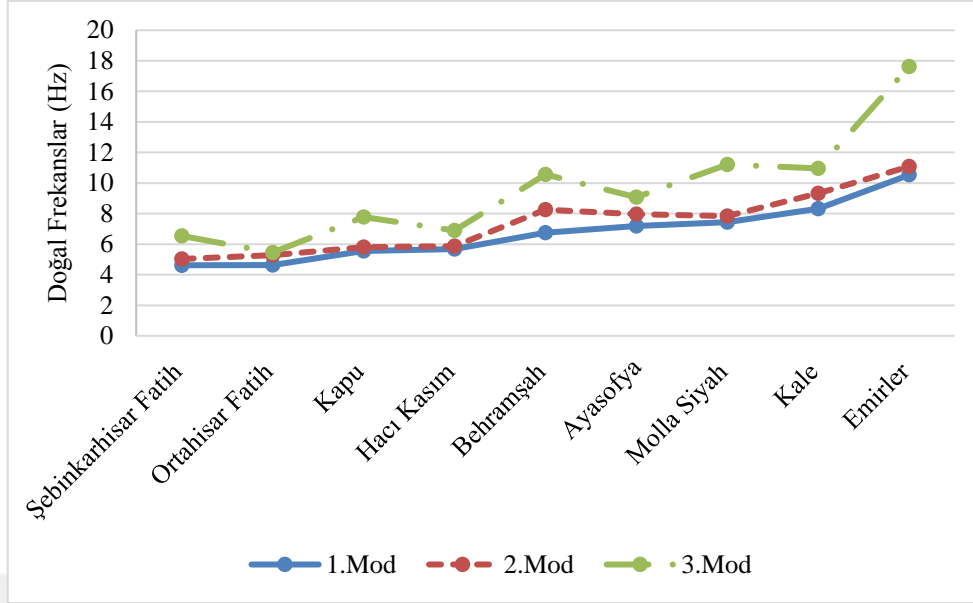
Tablo 3.2. Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii	5.677	5.873	6.896
2	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii	7.445	7.831	11.210
3	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii	6.744	8.249	10.560
4	Giresun Merkez Kapu Camii	5.544	5.797	7.780
5	Giresun Merkez Kale Camii	8.313	9.327	10.950
6	Gümüşhane Emirler Camii	10.530	11.080	17.620
7	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii	4.619	5.030	6.544
8	Trabzon Ortahisar Fatih Camii	4.631	5.290	5.452
9	Trabzon Ortahisar Bahçecik Küçük Fatih Camii	9.371	16.270	23.850
10	Trabzon Ortahisar Ayasofya Camii	7.177	7.972	9.063

Kargir kubbeli yığma taş camiler üzerinde yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 4.631Hz ile 10.530 Hz arasında, 2. doğal frekansların 5.030Hz ile 16.270Hz arasında, 3. doğal frekansların 5.452Hz ile 23.850Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

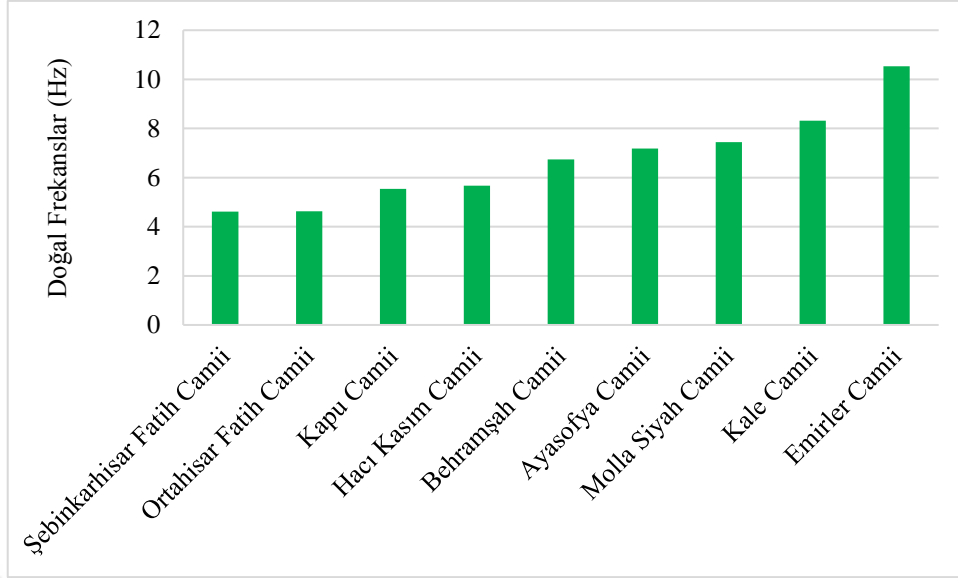
Yukarıdaki örneklerden Trabzon Bahçecik Küçük Fatih Camisinin ölçümü, yapının ara bir parçası olan tonozun güçlendirmesi öncesi ve sonrasında alınmış olup, güçlendirme sonrası bulgular benzer camilere göre çok yüksek çıkmıştır. Bu özel verinin genel yaklaşımı temsil etmeyeceği düşüncesiyle, bundan sonraki değerlendirme süreçlerinde Bahçecik Küçük Fatih Camii kapsam dışında tutulmuştur.

Şekil 3.5'te kargir kubbeli yığma taş camilerde elde edilen frekans değerlerinin ilk üç mod şeklindeki dağılımı aynı grafikte verilmiştir. Şekil 3.6'da kargir kubbeli yığma taş camilerden alınan örneklere ait 1. doğal frekanslar, Şekil 3.7'de 2. doğal frekanslar ve Şekil 3.8'de 3. doğal frekansların değişimi ayrı ayrı sunulmuştur.



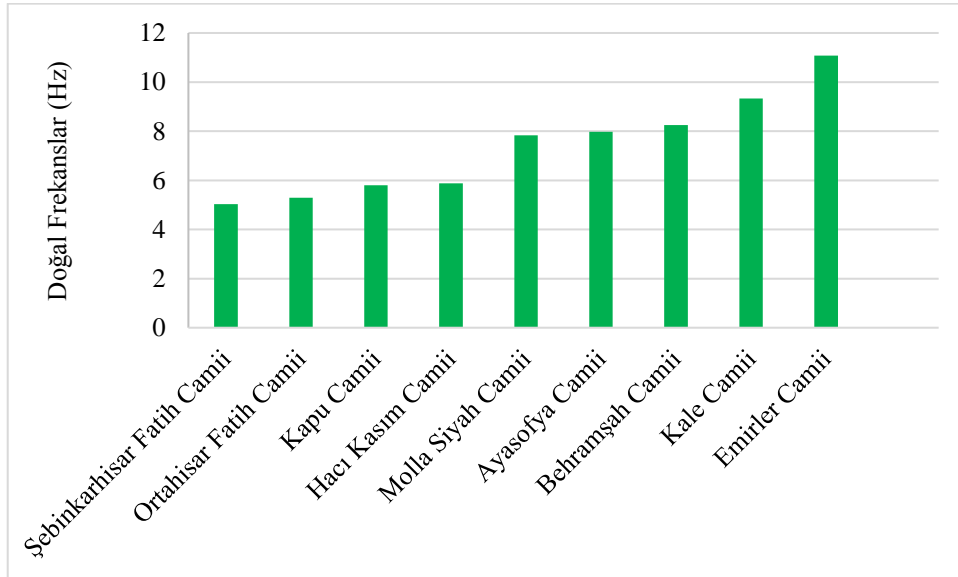
Şekil 3.5. Kargir kubbeli yığma taş camilerin ilk üç doğal frekans değişimi

Şekil 3.5'teki yığma kargir kubbeli taş camilerdeki ilk üç doğal frekans dağılımı incelendiğinde, modlardaki doğal frekansları ifade eden çizgilerin ahşap çatılı camilere nazaran daha dalgalı bir değişim gösterdiği görülmektedir. Bu cami örneklerinde dikkat çeken en önemli unsur, özellikle 1. ve 2. doğal frekansların birbirine çok yakın değerler vermesidir ki kubbeli yapı tiplerinin genellikle simetrik özellik gösteren yapılar olması sebebiyle bu beklenen bir durumdur. Bu davranış tipinden yola çıkılarak kargir kubbeli yığma taş camiler için birinci ve ikinci doğal frekansının yakın değerler olduğu, üçüncü doğal frekansların ise nispeten daha değişken artış gösterdiği değerlendirilebilir.



Şekil 3.6. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. doğal frekansları

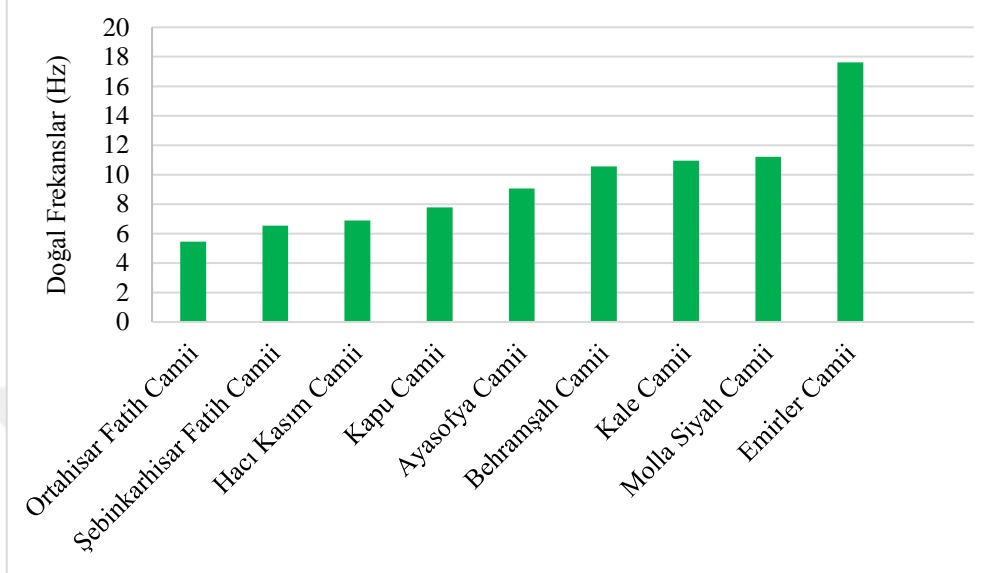
Şekil 3.6’da verilen birinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılım bandının 6Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Eserlerdeki doğal frekans değerlerinin benzeştiği, önemli ölçüde farklılık göstermediği ifade edilebilir.



Şekil 3.7. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2. doğal frekansları

Şekil 3.7’de verilen ikinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılım bandının 6Hz ile 8Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut cami örnekleri

içerisinde Emirler Camisi, ikinci moddaki doğal frekans değerinin yüksekliği ile diğer örneklerden ayrılmaktadır.



Şekil 3.8. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 3. doğal frekansları

Şekil 3.8’de verilen üçüncü doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılım bandının 6Hz ile 10Hz bandına doğru açıldığı görülmektedir. Mevcut cami örnekleri içerisinde Emirler Camisi üçüncü moddaki doğal frekans değerinin yüksek olması ile diğer örneklerden ciddi şekilde ayrılmaktadır.

3.1.1.1.3. Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerin Doğal Frekansları

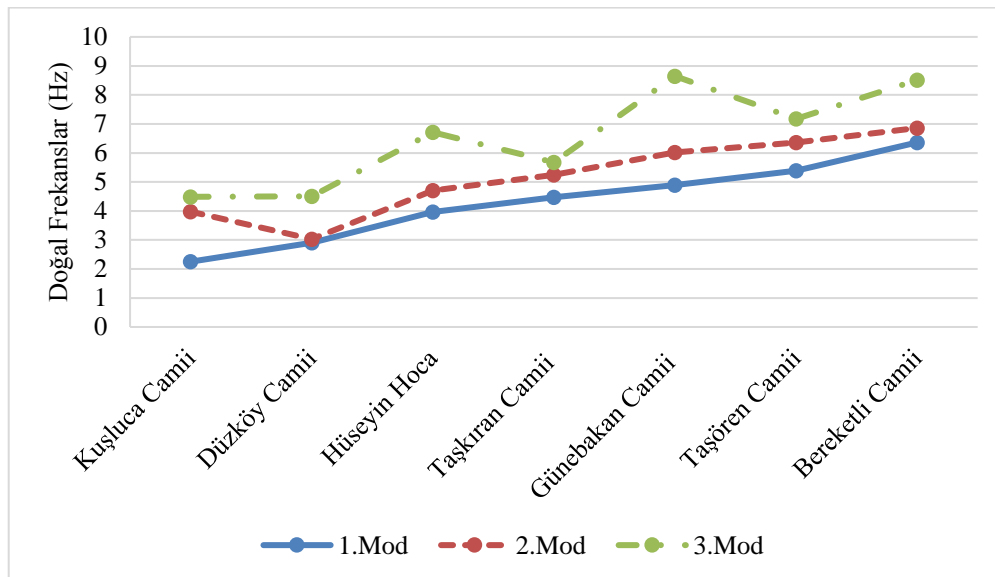
Özellikle Karadeniz Bölgesinde olmak üzere Anadolu’nun geleneksel cami mimarisinde önemli bir yere sahip ahşap taşıyıcı sistemli camiler, doğal frekanslarındaki değişim bakımından incelenmiştir. Çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda yedi camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç doğal frekansları belirlenmiştir. Cami örneklerinden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.3’te sunulmuştur.

Tablo 3.3. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel doğal frekansları

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii	6.361	6.859	8.514
2	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii	4.891	6.014	8.648
3	Trabzon Sürmene Kuşluca Camii	2.251	3.976	4.487
4	Trabzon Çaykara Taşkıran Camii	4.477	5.240	5.672
5	Trabzon Çaykara Taşören Camii	5.384	6.354	7.174
6	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii	3.965	4.705	6.713
7	Artvin Borçka Düzköy Camii	2.903	3.030	4.503

Ahşap taşıyıcı sistemli camiler üzerinde yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 2.251Hz ile 6.361Hz arasında, 2. doğal frekansların 3.030Hz ile 6.859Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.487Hz ile 8.648Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

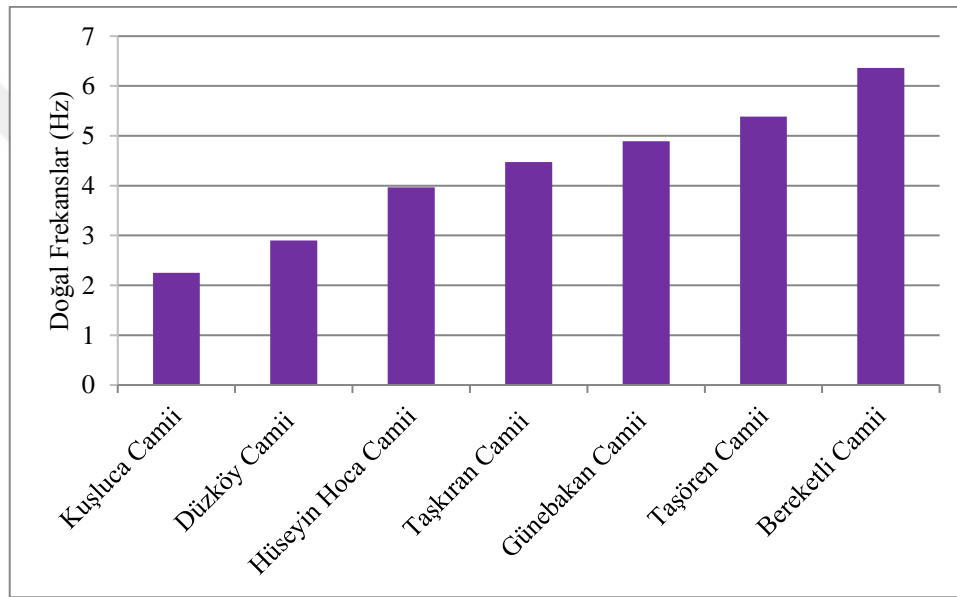
Şekil 3.9'da ahşap taşıyıcı sistemli camilerde elde edilen frekans değerlerinin ilk üç mod şeklindeki dağılımı verilmektedir.



Şekil 3.9. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin ilk üç doğal frekans dağılımı

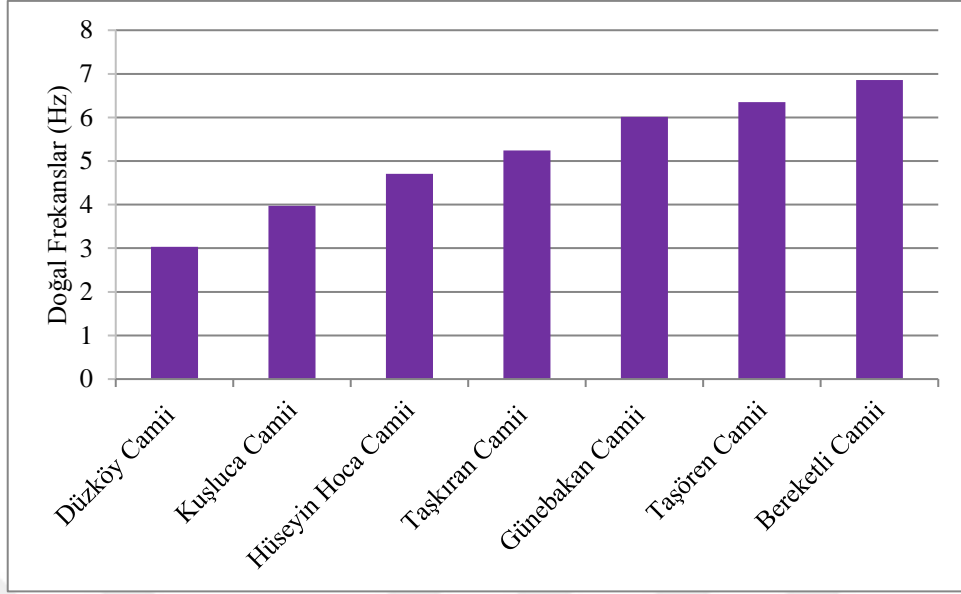
Şekil 3.9'daki ahşap taşıyıcı sistemli camilerin ilk üç doğal frekans dağılımı incelendiğinde, ilk üç moda ait doğal frekansların genellikle birbirine paralel şekilde bir değişim gösterdiği görülmektedir. Bu itibarla birinci doğal frekansların belirlenmesinin ardından çeşitli yaklaşımlar ve katsayılar kullanılarak ikinci ve üçüncü doğal frekansın yaklaşık olarak belirlenebileceği değerlendirilmiştir.

Şekil 3.10'da ahşap taşıyıcı sistemli camilerden alınan örneklerle ait 1. doğal frekansların, Şekil 3.11'de 2. doğal frekansların ve Şekil 3.12'da 3. doğal frekansların grafikleri sunulmuştur.



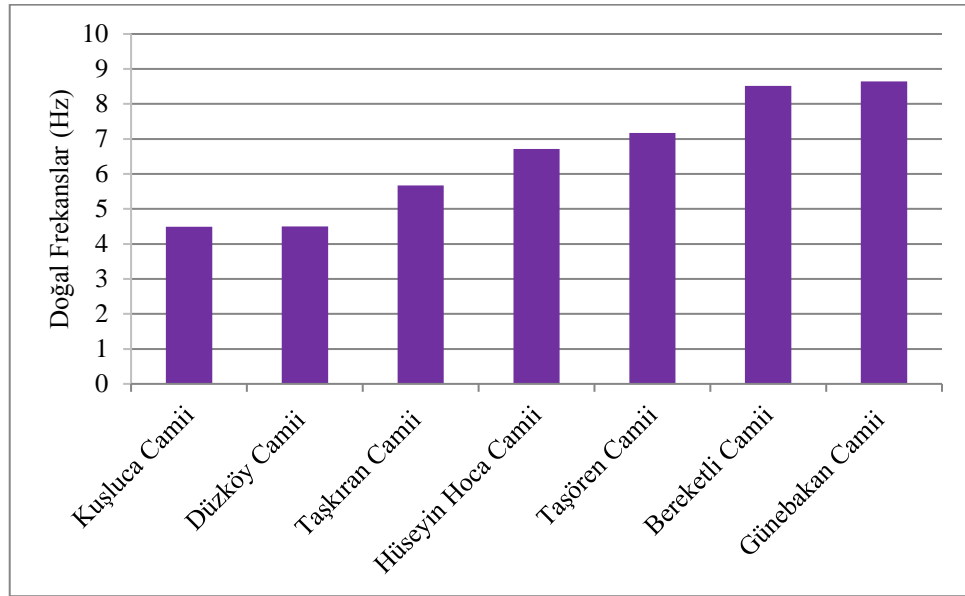
Şekil 3.10. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. doğal frekansları

Şekil 3.10'daki birinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılım bandının 4Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Kuşluca Camisinin doğal frekansları diğerlerine göre daha düşük, Bereketli Camisinin frekanslarının ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.11. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. doğal frekansları

Şekil 3.11'deki ikinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılım bandının 5Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Düzköy Camisinin doğal frekansının en düşük, Bereketli Camisinin ise en yüksek değere sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.12. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. doğal frekansları

Şekil 3.12'deki üçüncü doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın daha geniş bir şekilde dağıldığı ve ortalama 7Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Kuşluca

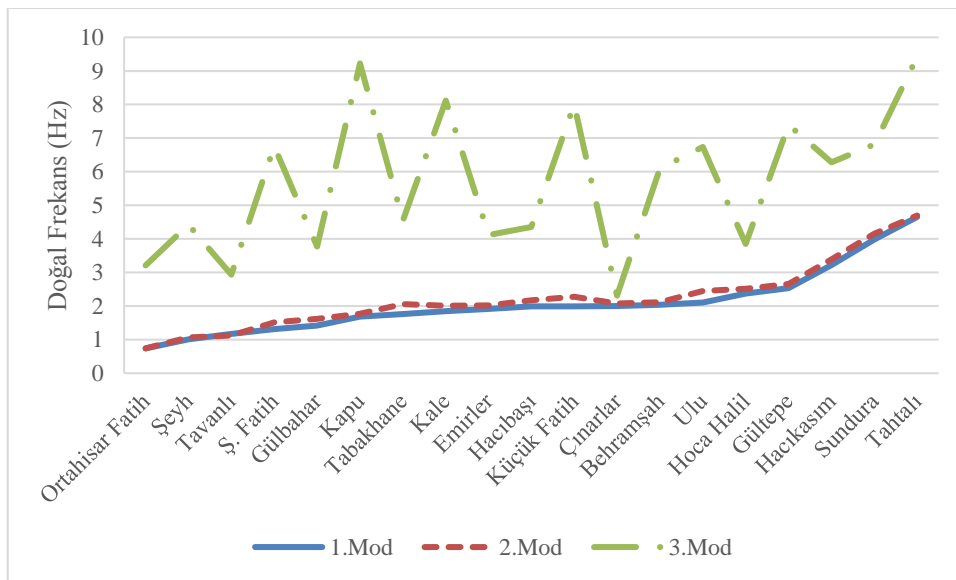
Camisinin en düşük, Günebakan Camisinin ise en yüksek doğal frekans değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

3.1.1.2. Minarelerin Doğal Frekanslarının Değerlendirilmesi

Yığılma taş minareler, ahşap minareler ve betonarme minareler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen veriler kendi sınıflarına göre ayrıntılı olarak incelenmiştir. Eserlerin doğal frekansları incelenirken, restorasyon öncesi ve sonrası alınan veriler bu bölümde dikkate alınmayıp, seçilen mevcut durum verileri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

3.1.1.2.1. Yığılma Taş Minarelerin Doğal Frekansları

Doğal taştan yapılmış çeşitli yükseklik, kaide genişliği ve et kalınlığına sahip yığılma minarelerin doğal frekansları Bölüm 2’de ayrıntıları ile anlatılan ölçümlerle elde edilmiştir. Farklı boyutlarda on dokuz minarenin çevresel titreşim testi ölçümleri ile belirlenmiş olan ilk üç doğal frekansları grafik halinde Şekil 3.13’te sunulmuş, sayısal değerleri ise Tablo 3.4’te sunulmuştur.



Şekil 3.13. Yığılma taş minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi

Tablo 3.4. Yığma taş minarelerin deneysel doğal frekansları

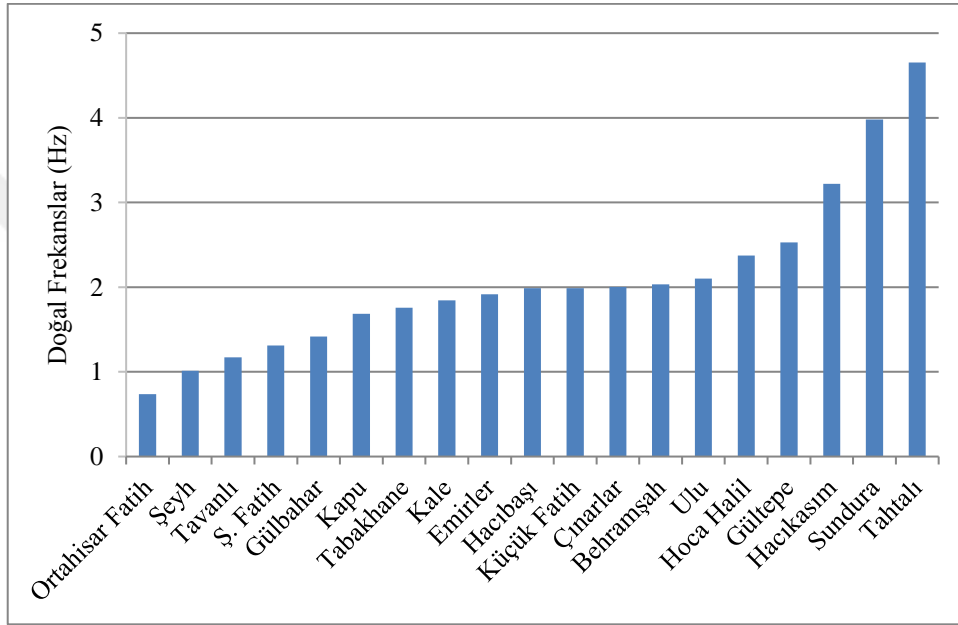
Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii Minaresi	1.419	1.617	3.771
2	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	1.988	2.171	4.355
3	Artvin Hopa Sundura Camii Minaresi	3.980	4.158	6.815
4	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii Minaresi	1.170	1.122	2.929
5	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii	2.372	2.510	3.848
6	Trabzon Sürmene Gültepe Camii Minaresi	2.530	2.657	7.396
7	Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii	4.631	4.695	9.419
8	Gümüşhane Ulu Cami	2.102	2.446	6.741
9	Giresun Merkez Çınarlar Camii	2.002	2.080	2.308
10	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii Minaresi	3.221	3.388	6.282
11	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii Minaresi	2.034	2.110	6.099
12	Giresun Merkez Kapu Camii Minaresi	1.685	1.768	9.229
13	Giresun Merkez Kale Camii Minaresi	1.845	2.009	8.119
14	Gümüşhane Emirler Camii	1.915	2.020	4.115
15	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi	1.311	1.514	6.758
16	Trabzon Bahçecik Küçük Fatih Camii	1.989	2.274	8.004
17	Trabzon Ortahisar Fatih Camii Minaresi	0.738	0.740	3.207
18	Trabzon Ortahisar Tabakhane Camii	1.758	2.052	4.540
19	Rize Merkez Şeyh Camii	1.012	1.066	4.416

Yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 0.738Hz ile 4.631Hz arasında, 2. doğal frekansların 0.740Hz ile 4.695Hz arasında, 3. doğal frekansların 2.308Hz ile 9.419Hz arasında değiştiği görülmüştür.

Mevcut veriler ışığında, Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii ve Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camisi Minarelerinin doğal frekans değerlerinin diğer örnekler göre yüksek olduğu görülmektedir. Bu iki minarenin geleneksel yapım teknikleri ile tamamen yeni olarak inşa edilmiş minareler olduğu dikkat çeken bir durumdur. Bu itibarla her ne kadar geleneksel teknikler ile de yapılsa benzer örneklerine göre daha rijit davrandığı, bunun da gerek önemli eserlerin yanındaki bir ögenin sağlam yapıma kaygısı gerekse yapı malzemelerinin ve sisteminin doğal ortamdan henüz etkilenmemiş olması gösterilebilir.

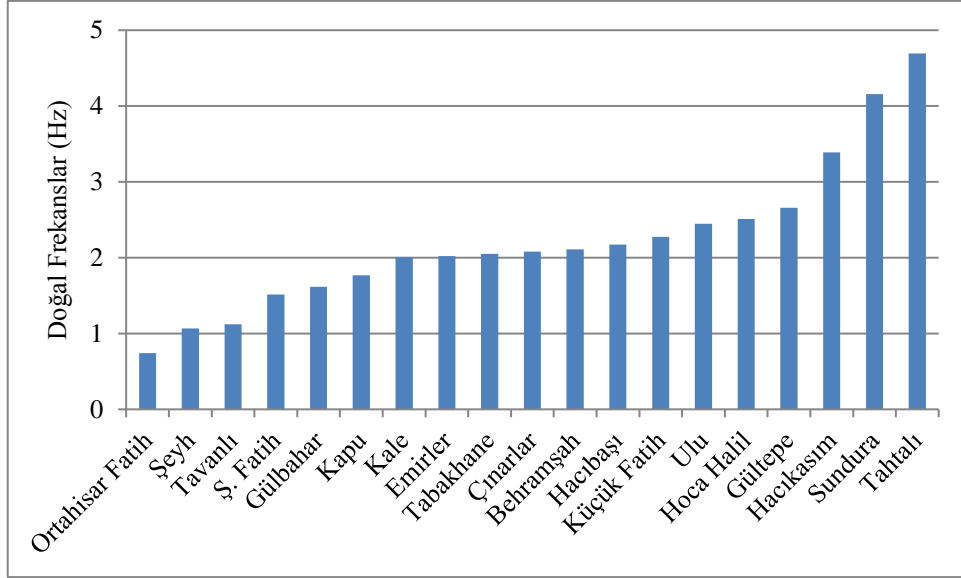
Şekil 3.13'teki yığma taş minarelerin ilk üç doğal frekans dağılımı incelendiğinde ilk iki modun neredeyse çakıştığı, üçüncü moddaki doğal frekansların ise Çınarlar Camisi haricinde tümüyle artış gösterdiği görülmektedir. Ancak, artışın miktarı örneklerde ilk iki doğal frekans değerleri ile herhangi bir oransal benzerlik göstermemektedir.

Şekil 3.14'te örnek minarelerin 1. doğal frekansların, Şekil 3.15'te 2. doğal frekansların ve Şekil 3.16'da 3. doğal frekansların grafikleri sunulmuştur.



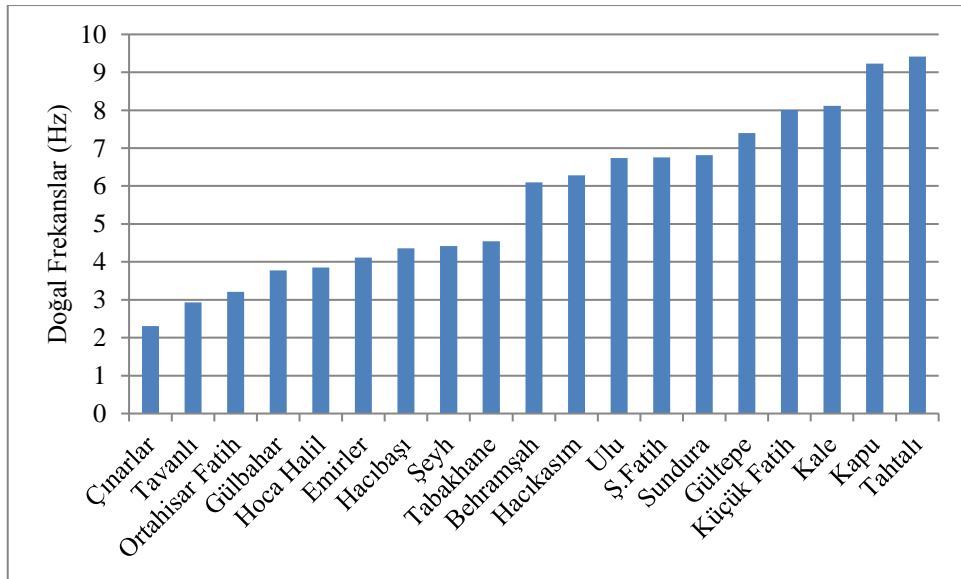
Şekil 3.14. Yığma taş minarelerin 1. doğal frekansları

Yığma taş minarelerde birinci doğal frekansların dağılımı(Şekil 3.14) irdelendiğinde, dağılımın 2Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde genele göre Tahtalı ve Sundura Camisi minarelerinin doğal frekansları yüksek, Ortahisar Fatih Camii ve Tavanlı Camisi minarelerinin doğal frekansları ise düşük olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 3.15. Yığıma taş minarelerin 2. doğal frekansları

Şekil 3.15'te verilen ikinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın birinci moddaki gibi 2Hz etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde genele göre Tahtalı ve Sundura Camisi Minarelerinin doğal frekansları yüksek, Ortahisar Fatih Camii ve Tavanlı Camisi Minarelerinin doğal frekansları ise düşük olarak dikkat çekmektedir.



Şekil 3.16. Yığıma taş minarelerin 3. modlarına ait doğal frekansları

Üçüncü modlardaki doğal frekansların dağılımı(Şekil 3.16) irdelendiğinde, dağılımın 4-7Hz bandında yoğunlaştığı görülmektedir. Mevcut örnekler her ne kadar 2Hz ile 10 Hz arasında değişim gösteriyor olsa da örneklerin değişiminde çok farklı sıçramalar görülmemektedir.

3.1.1.2.2. Ahşap Minarelerin Doğal Frekansları

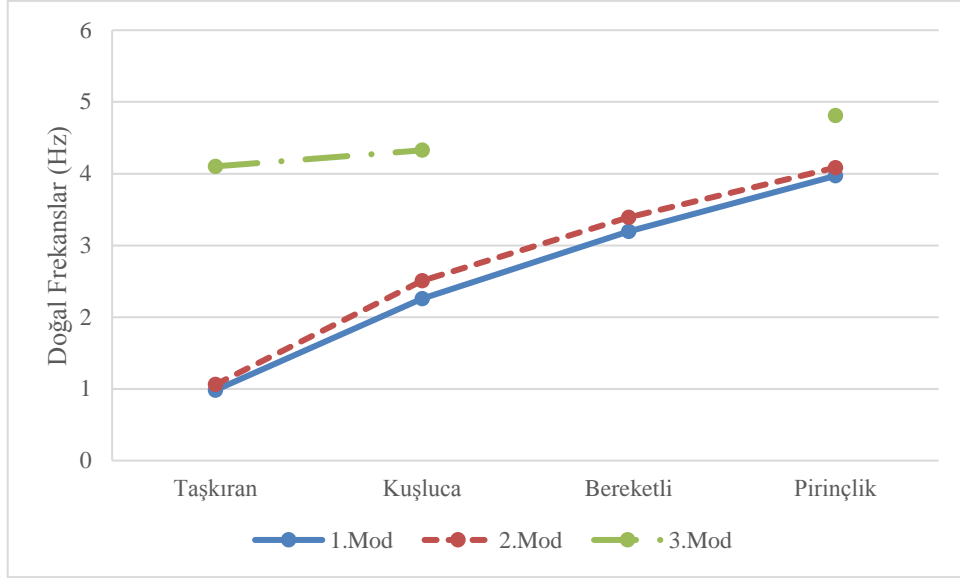
Çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda dört ahşap minarede çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için doğal frekansları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.5'te sunulmuştur.

Tablo 3.5. Ahşap minarelerin deneysel doğal frekansları

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii Minaresi	3.196	3.393	-----
2	Trabzon Sürmene Çamburnu Kuşluca Camii	2.258	2.506	4.326
3	Trabzon Çaykara Taşkiran Köyü Camii Minaresi	0.982	1.060	4.102
4	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii Minaresi	3.969	4.084	4.809

Yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde 1. doğal frekansların 0.982Hz ile 3.969Hz arasında, 2. doğal frekansların 1.060Hz ile 4.084Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.102Hz ile 4.809Hz arasında değiştiği belirlenmiştir. Trabzon Araklı Bereketli Camii Minaresinin 3. doğal frekansı belirlenmemiştir.

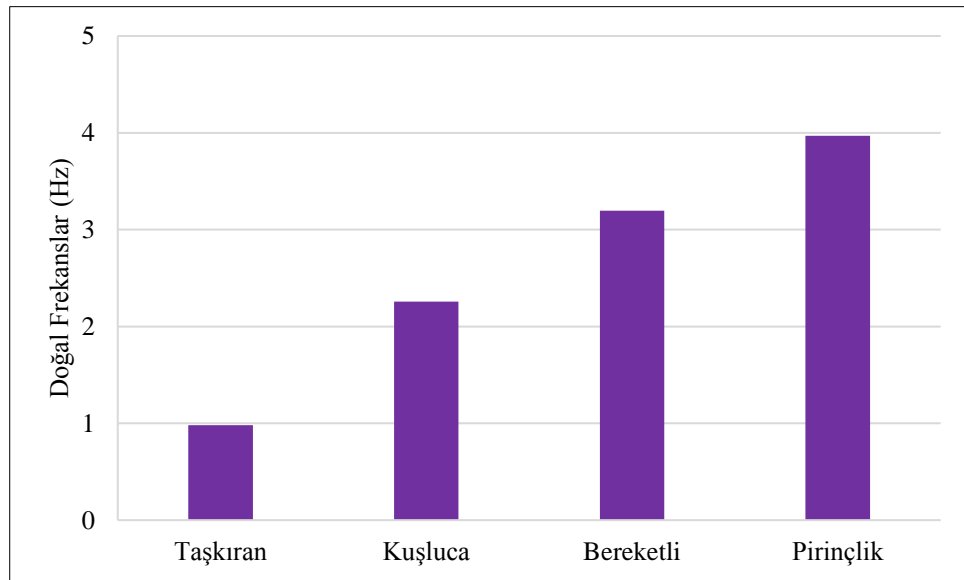
Şekil 3.17'de ahşap minarelerin belirlenen ilk üç doğal frekansları grafik halinde sunulmuştur.



Şekil 3.17. Ahşap minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi

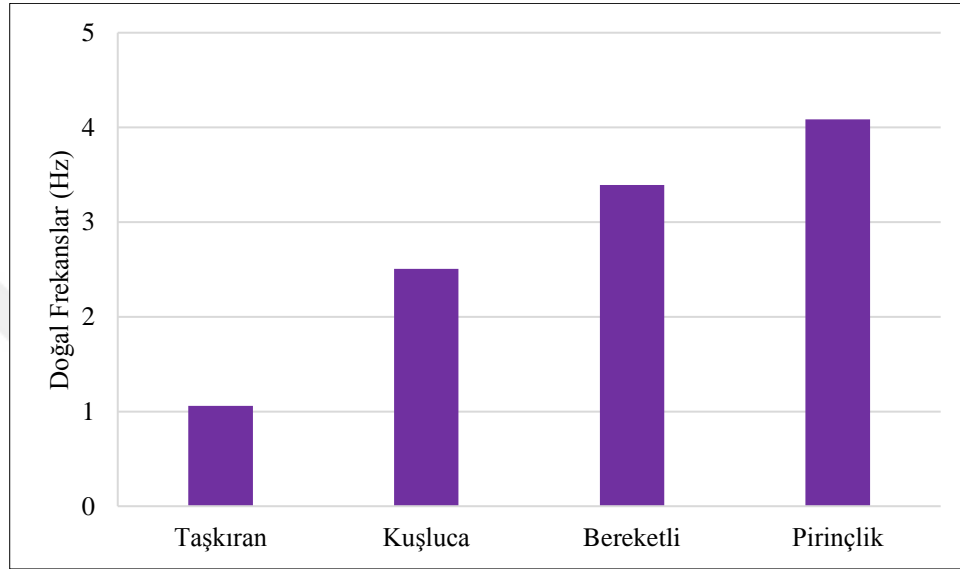
Şekil 3.17’deki ahşap minarelerin ilk üç doğal frekans dağılımı incelendiğinde, ilk iki modun büyük ölçüde çakıştığı, üçüncü moddaki doğal frekansların ise tamamıyla artış gösterdiği görülmektedir.

Şekil 3.18’de örnek minarelerin 1. doğal frekansların, Şekil 3.19’da 2. doğal frekansların ve Şekil 3.20’de 3. doğal frekansların grafikleri sunulmuştur.



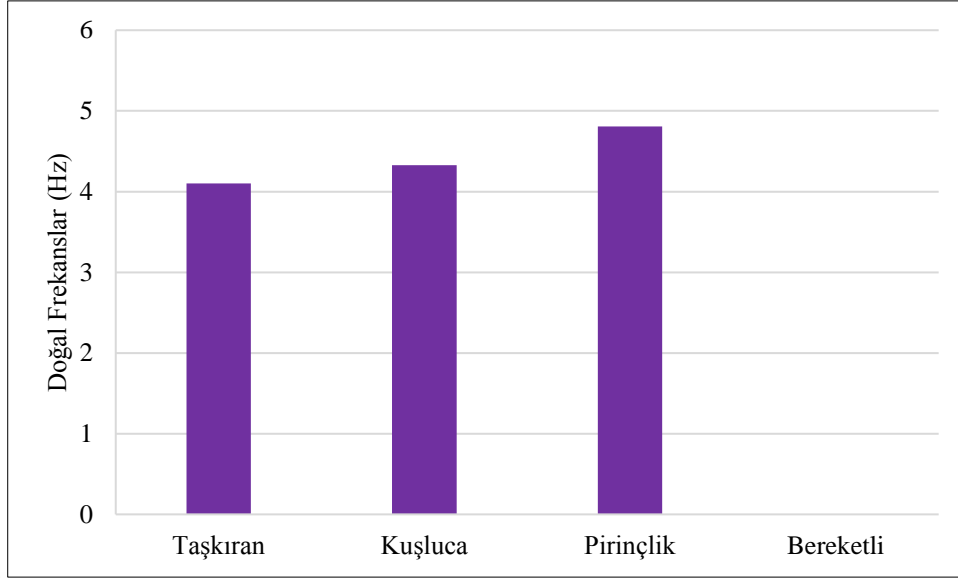
Şekil 3.18. Ahşap minarelerin 1. doğal frekansları

Şekil 3.18’de sunulan ahşap minarelerde birinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın 1Hz ile 4 Hz arasında değiştiği görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde Taşkiran Camisi minaresi en düşük doğal frekans değerine sahipken, kaidesi taş olan Pirinçlik Camisi minaresinin en yüksek frekansa sahip olduğu dikkat çekmektedir.



Şekil 3.19. Ahşap minarelerin 2. doğal frekansları

Şekil 3.19’da verilen ikinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın birinci moddaki gibi 1Hz ile 4HZ arasında değiştiği görülmektedir. Yine Taşkiran Camisi minaresi en düşük doğal frekans değerine sahipken, Pirinçlik Camisi minaresi en yüksek doğal frekans değeri oluşmaktadır.



Şekil 3.20. Ahşap minarelerin 3. doğal frekansları

Şekil 3.20’de verilen üçüncü doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın tüm örneklerde 4Hz üzerinde olduğu görülmektedir. Minarelerin üçüncü modlarına ait doğal frekansları arasındaki farkın ise oldukça kapandığı söylenebilir.

3.1.1.2.3. Betonarme Minarelerin Doğal Frekansları

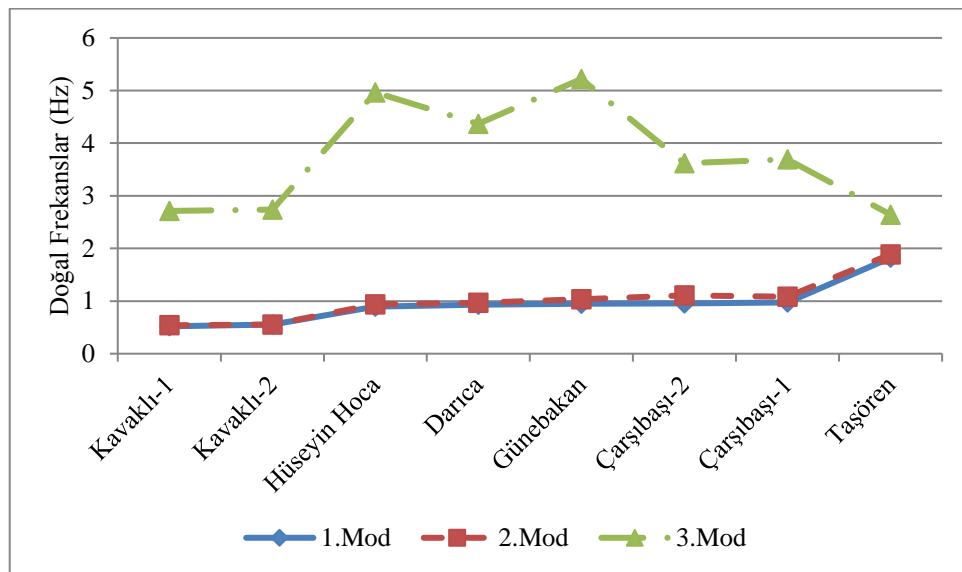
Çağımız teknolojisinde inşaat süre ve maliyeti açısından avantajlı bir yöntem olan betonarme, minarelerde de yığma taş ve ahşabın yerini almıştır. Özellikle yığma taş ve ahşap elemanlara nazaran daha yüksek minareleri nispeten daha kolay ve güvenli şekilde inşa etmenin yolu olan betonarme minareler, oldukça yaygın olarak yapılmaktadırlar. Son yıllarda birtakım denetimlerle fen ve sanat kurallarına uygun olarak yapılmaya başlansa da geçmiş dönemdeki birçok minare uygulaması ustaların inisiyatifinde yapılmış yapılar olarak ortaya çıkmaktadır. Çalışma kapsamında her ne kadar tarihi cami ve minareler incelense de göz ardı edilemeyecek betonarme minareler üzerinde de benzer çalışma yöntemi uygulanmıştır. Toplam sekiz betonarme minareden elde edilen veriler üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Örneklerden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.6’de sunulmuştur.

Tablo 3.6. Betonarme minarelerin deneysel doğal frekansları

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekanslar (Hz)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camisi Minaresi	0.946	1.031	5.220
2	Trabzon Çaykara Taşören Mahallesi Camii Minaresi	1.822	1.888	2.642
3	Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minaresi-1	0.520	0.539	2.713
4	Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minaresi-2	0.551	0.554	2.739
5	Trabzon Akçaabat Darıca Camii Minaresi	0.928	0.968	4.365
6	Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minaresi-1	0.971	1.083	3.693
7	Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minaresi-2	0.957	1.104	3.619
8	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi	0.896	0.936	4.962

Yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde 1. moddaki doğal frekansların 0.520Hz ile 1.822Hz arasında, 2. moddaki doğal frekansların 0.539Hz ile 1.888Hz arasında, 3. moddaki doğal frekansların 2.642Hz ile 5.220Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

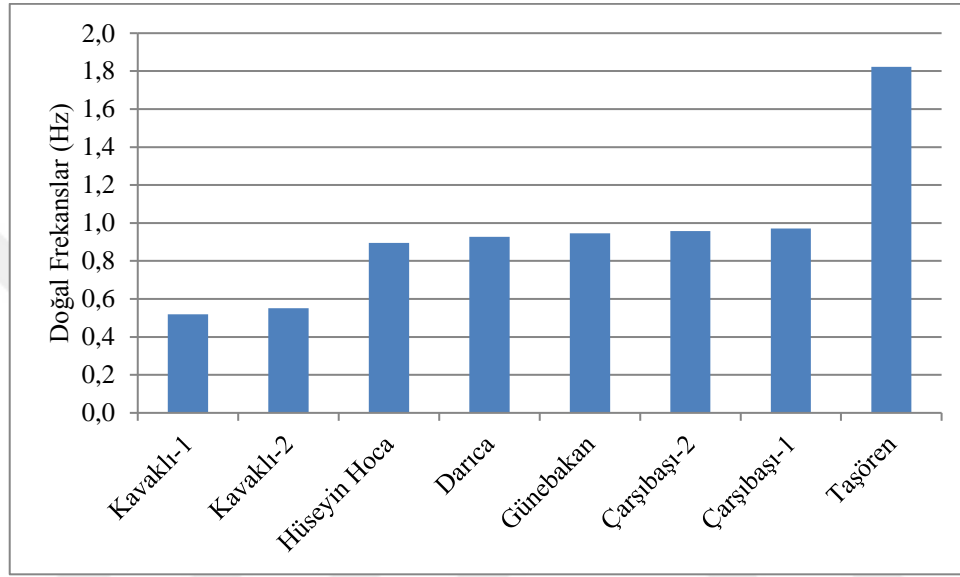
Şekil 3.21’de betonarme minarelerin ilk üç doğal frekanslarının dağılımı birlikte sunulmuştur.



Şekil 3.21. Betonarme minarelerin ilk üç doğal frekans değişimi

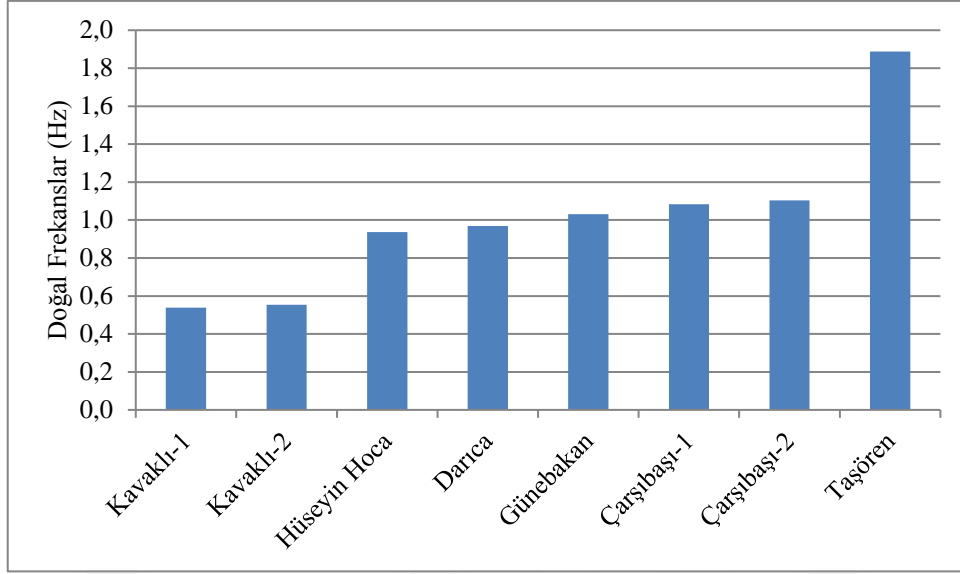
Şekil 3.21'deki betonarme minarelerin ilk üç doğal frekans dağılımı incelendiğinde ilk iki modun büyük ölçüde çakıştığı, üçüncü moda ait doğal frekansların ise artış gösterdiği belirlenmiştir.

Şekil 3.22'de üzerinde çalışılan betonarme minarelerin 1. doğal frekansların, Şekil 3.23'te 2. doğal frekansların ve Şekil 3.24'te 3. doğal frekansların grafikleri sunulmuştur.



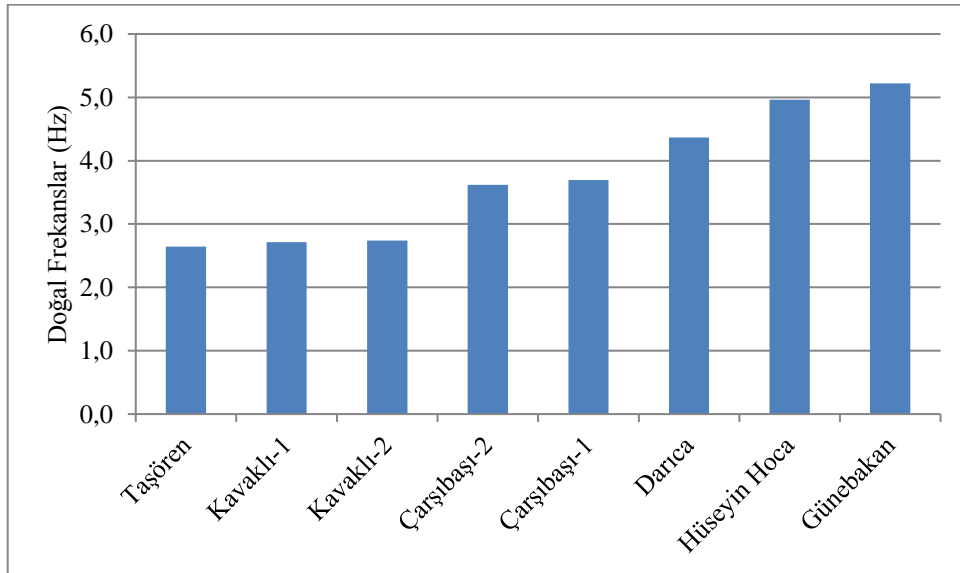
Şekil 3.22. Betonarme minarelerin 1. doğal frekansları

Betonarme minarelerde birinci modlardaki doğal frekansların dağılımı (Şekil 3.22) irdelendiğinde, dağılımın 0.5Hz ile 1.90Hz arasında değiştiği, ancak genel yığılmanın 1Hz değerinin altında olduğu görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde Akçaabat Kavaklı Rahman Camisi minareleri en düşük doğal frekans değerine sahipken, içlerinde en kısa minare olan Çaykara Taşören Camisi minaresinin en yüksek frekansa sahip olduğu dikkat çekmektedir. Taşkiran Camisi minaresinin de 1Hz değerinden yüksek tek örnek olduğu da görülmektedir.



Şekil 3.23. Betonarme minarelerin 2. doğal frekansları

Şekil 3.23'te verilen ikinci doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, dağılımın birinci modda olduğu gibi 0.5Hz ile 1.90Hz arasında değiştiği ve genel yığılmanın 1Hz etrafında olduğu görülmektedir. Mevcut örnekler içerisinde Akçaabat Kavaklı Rahman Camisi minareleri en düşük doğal frekans değerine sahipken, yine Çaykara Taşören Camisi minaresinin en yüksek frekansa sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 3.24. Betonarme minarelerin 3. doğal frekansları

Şekil 3.24'te verilen betonarme minarelerdeki üçüncü doğal frekansların dağılımı irdelendiğinde, doğal frekans değerlerinin 2.50Hz değerinden yüksek olduğu, genel dağılımın ise 4Hz değerleri civarına yaklaştığı görülmektedir. Birinci ve ikinci modların aksine en kısa minare olan Çaykara Taşören Camii Minaresinin en düşük doğal frekans değerine sahip olduğu, Dernekpazarı Günebakan Camisi Minaresinin ise en yüksek doğal frekans değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

3.1.2. Mod Şekillerinin Değerlendirilmesi

Yapıların dinamik karakteristiklerinden mod şekilleri, yapılan deneysel çalışmalarda belirlenmiş ve Bölüm 2'de sunulmuştur. Belirgin şekilde serbest titreşim davranışını yansıtan mod şekilleri, özellikle camilerde olmak üzere bazı minarelerde de incelenmiştir. Deneysel yöntemle elde edilen veriler üzerinde yapılan irdelemeler ile modal davranış parametreleri değerlendirilmiştir.

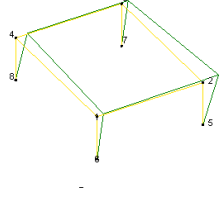
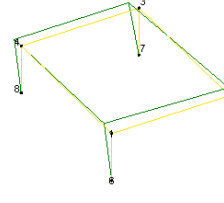
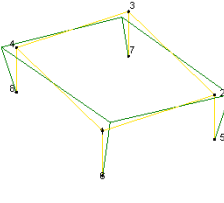
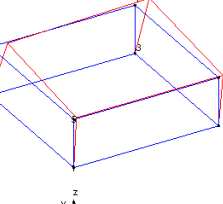
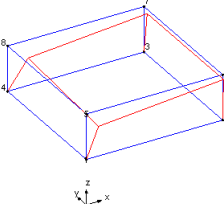
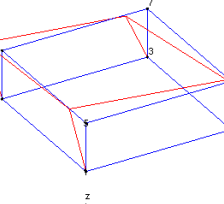
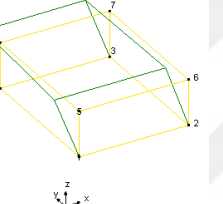
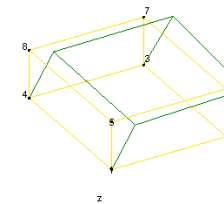
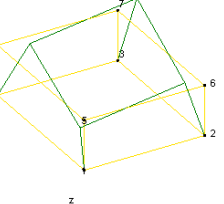
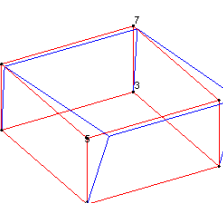
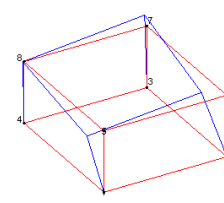
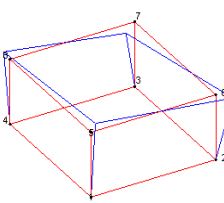
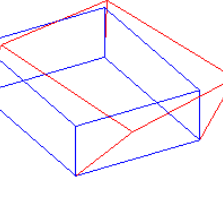
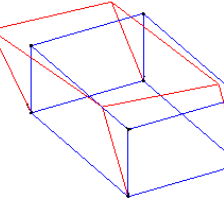
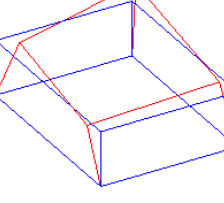
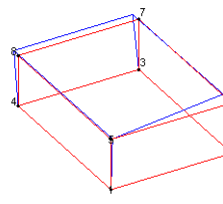
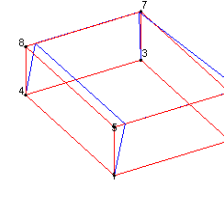
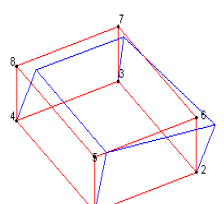
3.1.2.1. Camilerin Mod Şekillerinin Değerlendirilmesi

Ahşap çatılı yığma taş, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap taşıyıcı sistemli tarihi eser camiler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde elde edilen mod şekilleri kendi sınıflarına göre ayrıntılı olarak incelenmiştir. Eserlerin, mod şekilleri incelenirken, restorasyon öncesi ve sonrası alınan veriler bu bölümde dikkate alınmayıp, seçilen mevcut durum verileri üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

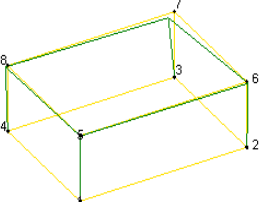
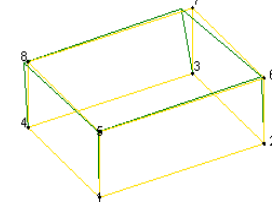
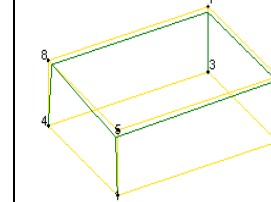
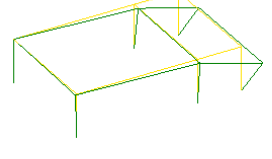
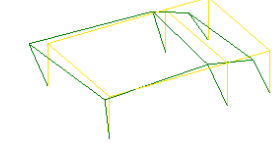
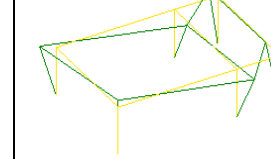
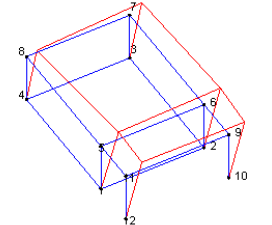
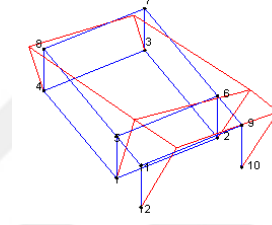
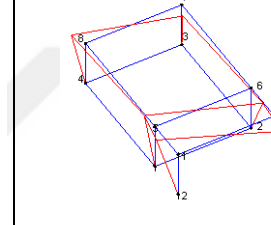
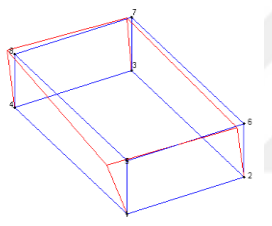
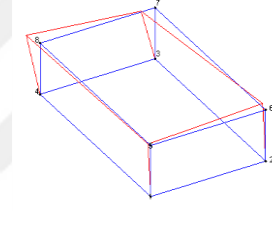
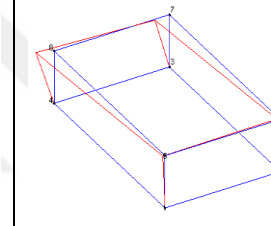
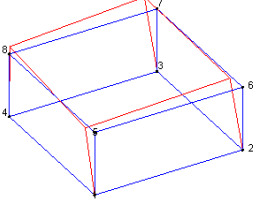
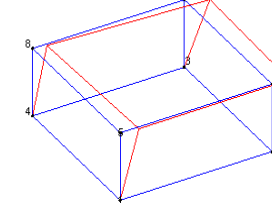
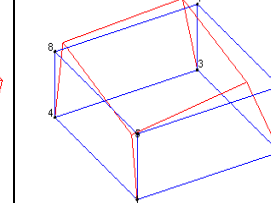
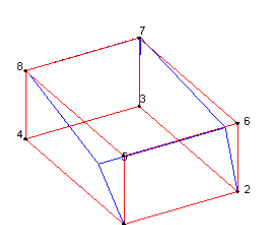
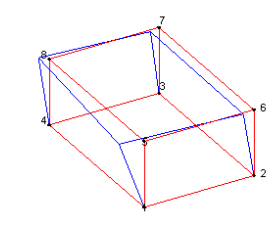
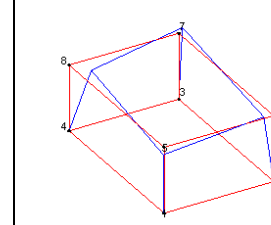
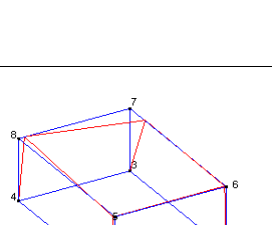
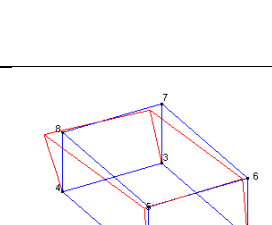
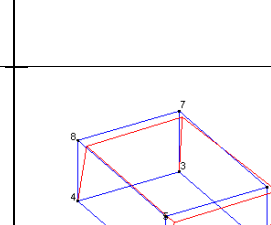
3.1.2.1.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Mod Şekilleri

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda ahşap çatılı yığma taş on dört adet camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod için mod şekilleri belirlenmiştir. Cami örneklerinden elde edilen mod şekilleri Tablo 3.7'de sunulmuştur.

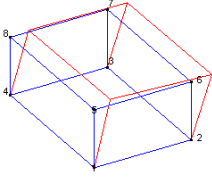
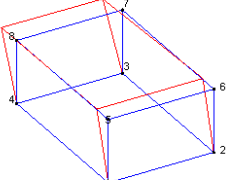
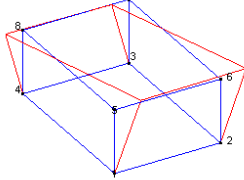
Tablo 3.7. Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii			
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii			
3	Trabzon Akçaabat Dürbınar Camii			
4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camii			
5	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii			
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii			

Tablo3.7.'nin devamı

7	Artvin Hopa Sundura Camii			
8	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii			
9	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii			
10	Trabzon Sürmene Gültepe Camii			
11	Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii			
12	Gümüşhane Merkez Ulu Cami			
13	Gümüşhane Kelkit Büyük Camii			

Tablo3.7.'nin devamı

14	Giresun Merkez Çınarlar Camii			
----	-------------------------------	---	--	---

Tablo 3.7’de sunulan ahşap çatılı yığma taş camilerin mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır:

- Rize Gülbahar Hatun Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Rize Çayeli Hacıbaşı Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisinin 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Artvin Hopa Sundura Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

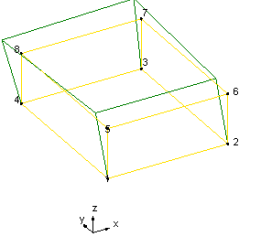
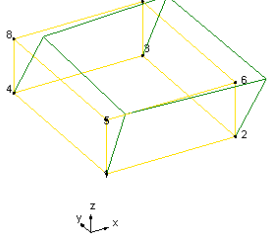
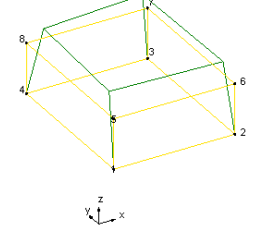
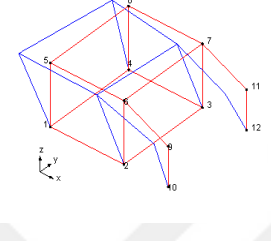
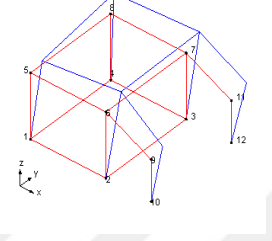
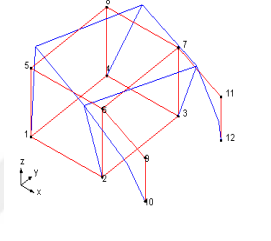
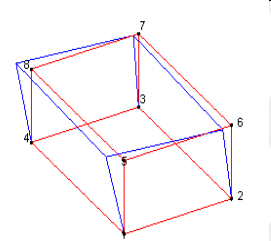
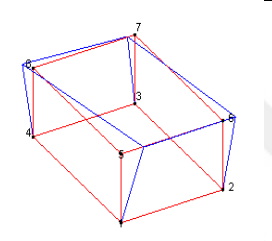
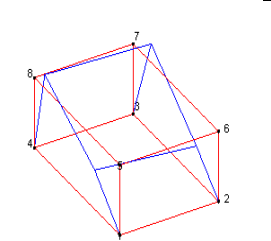
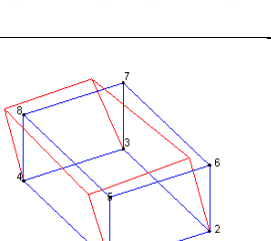
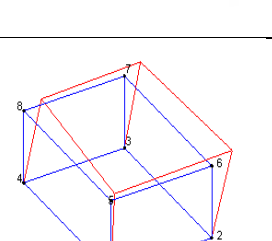
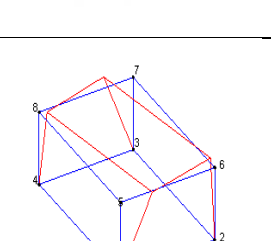
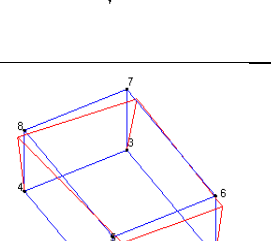
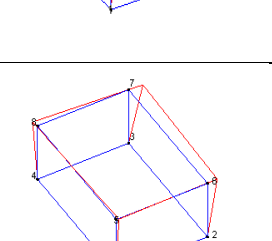
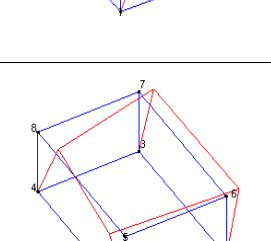
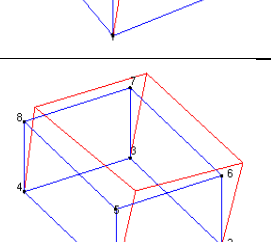
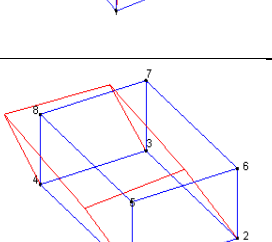
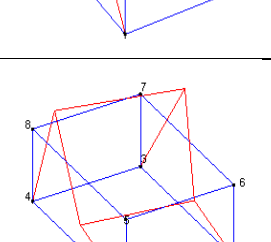
- Trabzon Ortahisar Tavanlı Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket ile burulma hareketi beraber, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Sürmene Gültepe Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Gümüşhane Merkez Ulu Camisinin 1. mod şekli güney köşelerinden tutulmuş olarak enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli 1. moda göre daha belirgin şekilde enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Gümüşhane Kelkit Büyük Camisinin 1. mod şekli burulma davranışı, 2. mod enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket göstermektedir.
- Giresun Merkez Çınarlar Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

Yapılan deneysel çalışmalarda ahşap çatılı yığma taş camilerde genellikle 1. modun enine (kısa) doğrultuda, 2. modun boyuna (uzun) doğrultuda ve 3. modun burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Minarenin camiyle olan ilişkisi, eserlere bitişik başka yapılar, değişen zemin ve kesit özellikleri nedeniyle birkaç örnekte farklılıklar görülse de yukarıda belirtilen mod şekilleri beklenen mod şekilleri olarak değerlendirilebilir.

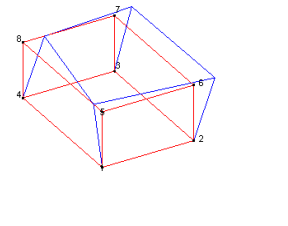
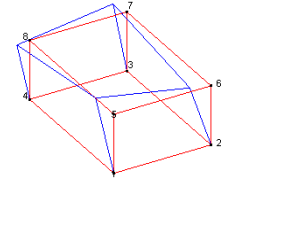
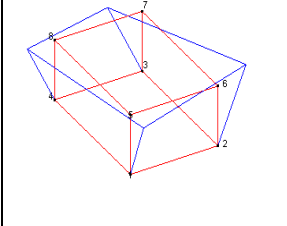
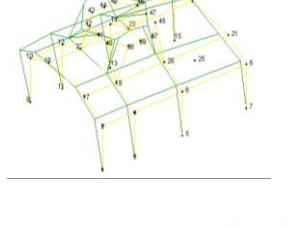
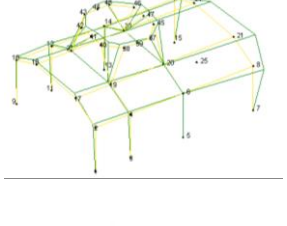
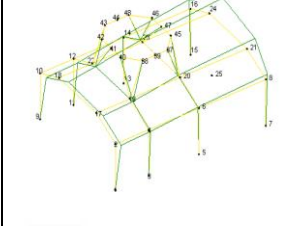
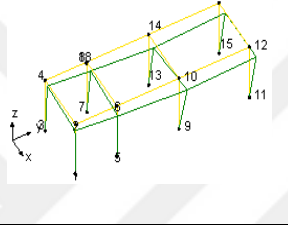
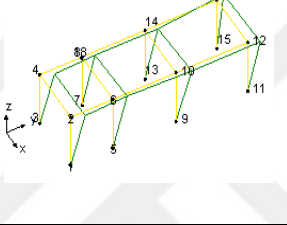
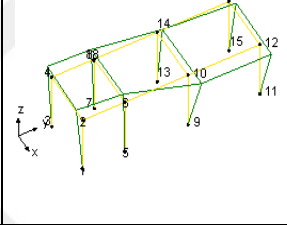
3.1.2.1.2. Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Mod Şekilleri

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda kargir kubbeli yığma taş dokuz camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için mod şekilleri belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen mod şekilleri Tablo 3.8’de sunulmuştur.

Tablo 3.8. Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii			
2	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii			
3	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii			
4	Giresun Merkez Kapu Camii			
5	Giresun Merkez Kale Camii			
6	Gümüşhane Emirler Camii			

Tablo 3.8.'in devamı

7	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii			
8	Trabzon Ortahisar Fatih Camii			
9	Ayasofya Camii			

Tablo 3.8'de sunulan kargir kubbeli yığma taş camilerin mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır:

- Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camisinin 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camisinin 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda ve burulma hareketi, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Giresun Merkez Kapu Camisinin 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Giresun Merkez Kale Camisinin 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

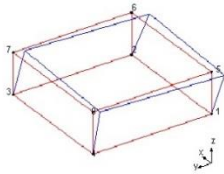
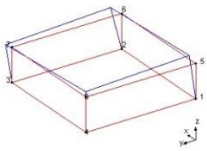
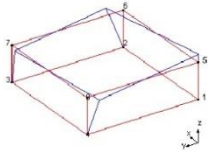
- Gümüşhane Emirlere Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli de enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Giresun Şebinkarahisar Fatih Camisinin tüm modları burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Fatih Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Ayasofya Camisinin 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

Yapılan deneysel çalışmalarda kargir kubbeli yığma taş camilerde 1. modun ve 2. modun enine (kısa) ve boyuna (uzun) doğrultuda çeşitlilik gösterdiği ancak baskın bir davranışın öne çıkmadığı görülmektedir. 3. modun ise burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

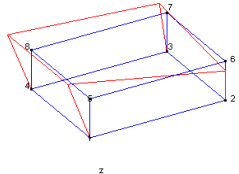
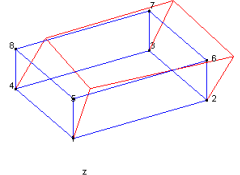
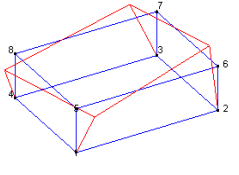
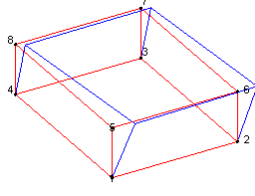
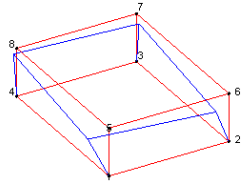
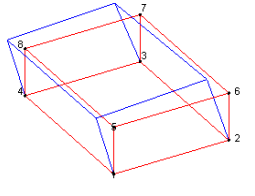
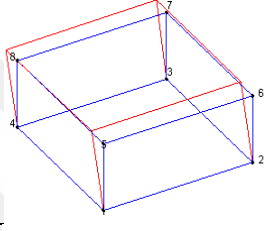
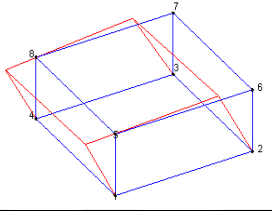
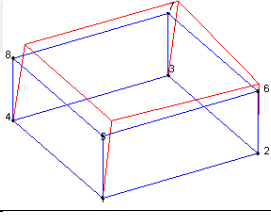
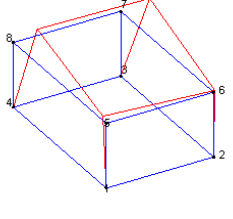
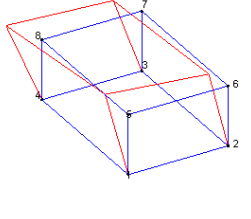
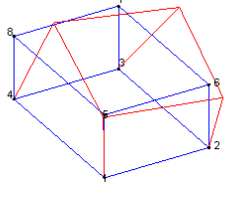
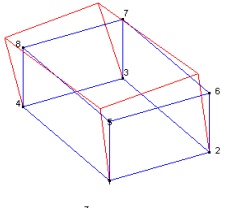
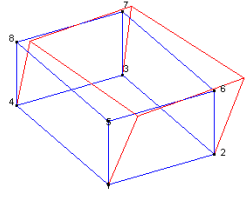
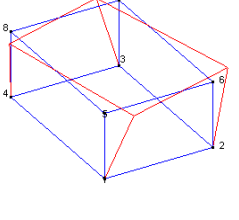
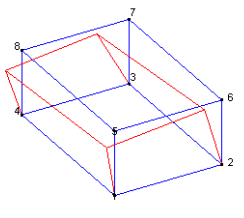
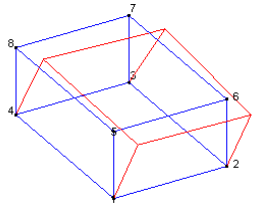
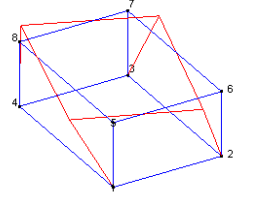
3.1.2.1.3. Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerin Mod Şekilleri

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda yedi ahşap taşıyıcılı sistemli camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için mod şekilleri belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen mod şekilleri Tablo 3.9’da sunulmuştur.

Tablo 3.9. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii			

Tablo 3.9'un devamı

2	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii			
3	Trabzon Sürmene Kuşluca Camii			
4	Trabzon Çaykara Taşkiran Camii			
5	Trabzon Çaykara Taşören Camii			
6	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii			
7	Artvin Borçka Düzköy Camii			

Tablo 3.9'da sunulan ahşap kargas camilerin mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır.

- Trabzon Araklı Bereketli Camii 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket ve burulma, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Sürmene Çamburnu Kuşluca Camii 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Çaykara Taşkıran Köyü Camii 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Çaykara Taşören Camii 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket ve burulma, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Artvin Borçka Düzköy Camii 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.




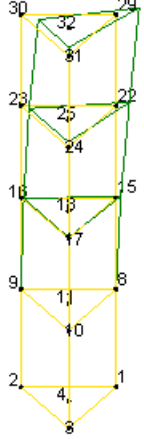
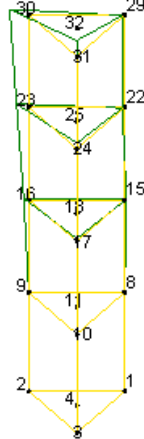
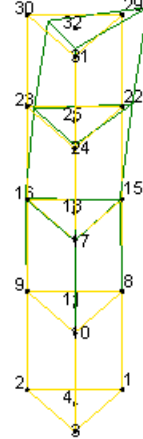



Yapılan deneysel çalışmalarda ahşap taşıyıcı sistemli camilerde 1. modun ve 2. modun enine (kısa) ve boyuna (uzun) doğrultuda çeşitlilik gösterdiği, ancak baskın bir davranışın öne çıkmadığı görülmektedir. 3. modun ise burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

3.1.2.2. Minarelerin Mod Şekillerinin Değerlendirilmesi

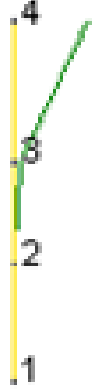
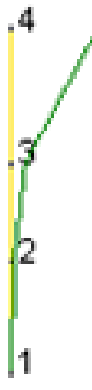

Tarihi minareler üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda genellikle doğal frekansların tespitine ilişkin uygulamalar yapılmış olup, ağırlıklı olarak iki ivmeölçerle ölçüm alınmıştır. Bunun yanında bazı örneklerde ikiden fazla ve birden çok kotta alınan ölçümler neticesinde mod şekillerinin elde edildiği de olmuştur. Bu bölümde deneysel olarak

belirlenen yığma taş minarelerin mod şekilleri sunulmuştur. Örneklerden elde edilen mod şekilleri Tablo 3.10'da sunulmuştur.

Tablo 3.10. Yığma minarelerin deneysel olarak belirlenen mod şekilleri

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii			
2	Artvin Hopa Sundura Camii			
3	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii			

Tablo 3.10'un devamı

4	Trabzon Ortahisar Hacıkasım Camii			
---	--	---	---	---

Tablo 3.10'da sunulan yığma taş minarelerin mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır.

- Rize Büyük Gülbahar Camii minaresinde ilk üç mod eğilme davranışı göstermektedir.
- Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camii minaresinde ilk üç mod eğilme davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii minaresinde ilk üç mod eğilme davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii minaresinde ilk iki mod eğilme davranışı, üçüncü mod ise burulma davranışı göstermektedir.

Yığma taş minarelerde mod şekillerini değerlendirmesini genelleştirmek için yeterince veri olmamasına karşın eldeki örneklerden minarelerin ilk üç mod şeklinin genellikle eğilmeye yönelik olduğu görülmektedir.

3.1.3. Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi

3.1.3.1. Camilerin Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi

Ahşap çatılı yığma taş, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap camilerde yapılan deneysel ölçümlerle belirlenen sönüm oranları aşağıda farklı cami tipleri için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Deneysel yöntemle elde edilen veriler üzerinde yapılan irdelemeler neticesinde belirlenen ilişkiler ve etkiyen faktörler ortaya konulmuştur.

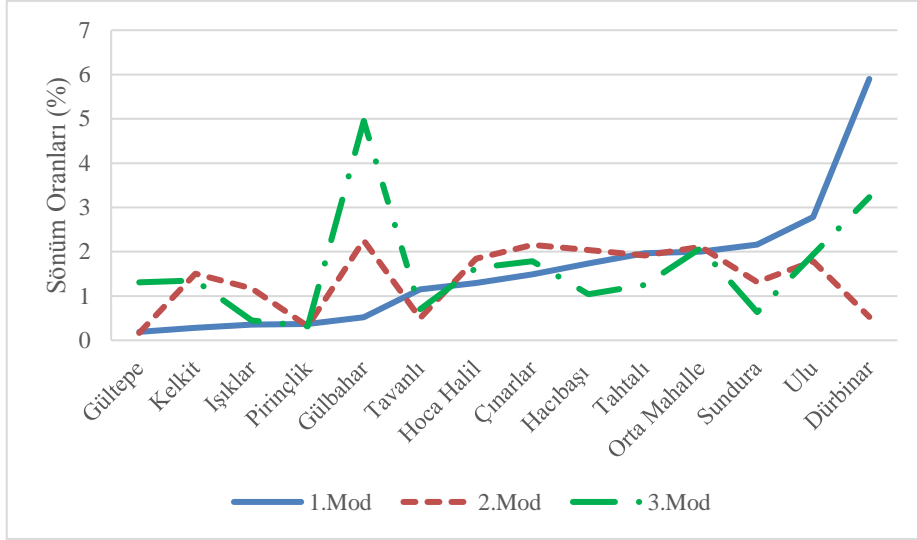
3.1.3.1.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda ahşap çatılı yığma taş ondört camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Cami örneklerinden elde edilen sönüm oranları Tablo 3.11’de sunulmuştur.

Tablo 3.11. Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel sönüm oranları

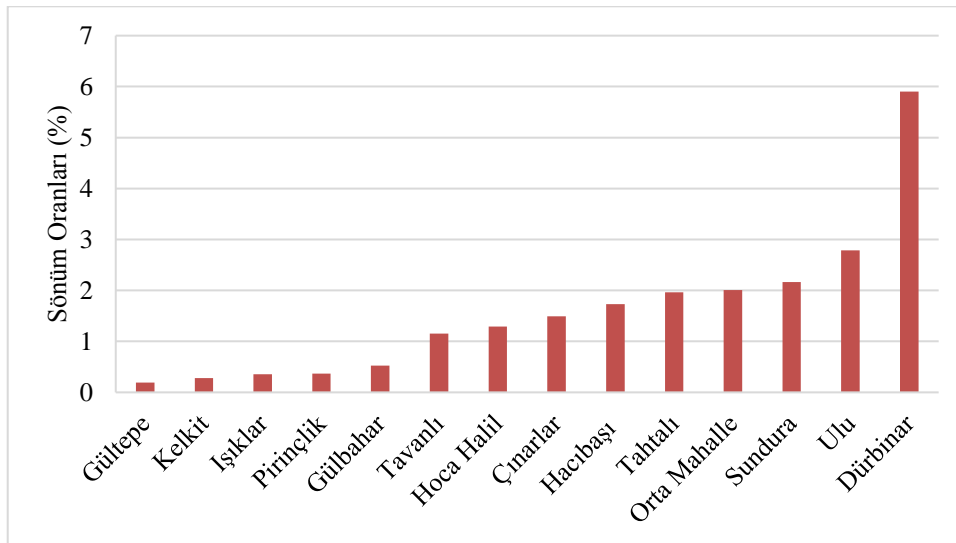
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii	0.524	2.255	4.949
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii	2.006	2.113	2.085
3	Trabzon Akçaabat Dürbinar Camii	5.900	0.532	3.228
4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camii	0.353	1.169	0.449
5	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	1.733	2.036	1.043
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii	0.370	0.317	0.317
7	Artvin Hopa Sundura Camii	2.163	1.317	0.635
8	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii	1.151	0.500	0.703
9	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii	1.293	1.842	1.637
10	Trabzon Sürmene Gültepe Camii	0.191	0.167	1.311
11	Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii	1.963	1.914	1.250
12	Gümüşhane Merkez Ulu Cami	2.784	1.784	1.941
13	Gümüşhane Kelkit Büyük Camii	0.281	1.506	1.352
14	Giresun Merkez Çınarlar Camii	1.490	2.155	1.786

Şekil 3.25’te ahşap çatılı yığma camilerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının grafiği sunulmuştur.



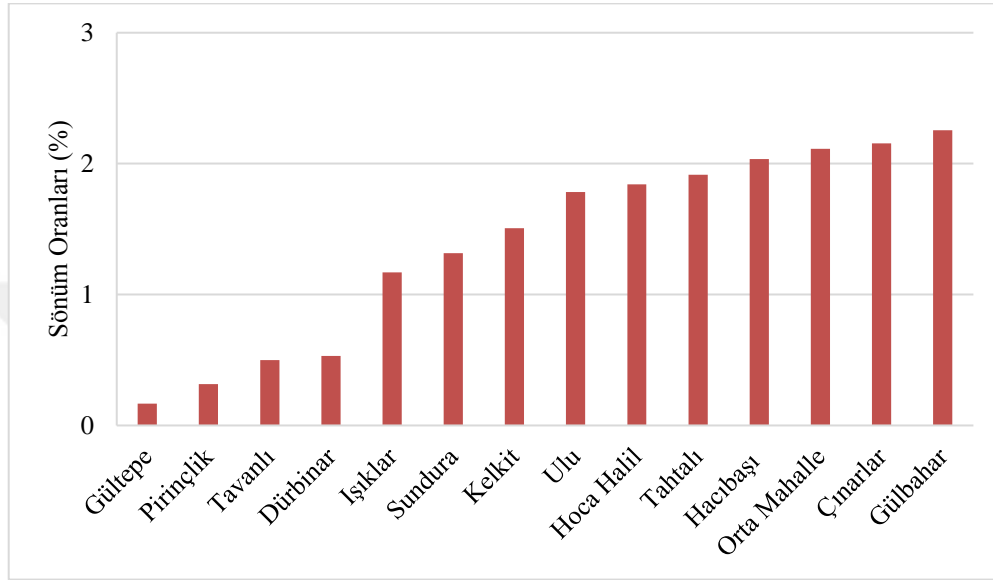
Şekil 3.25. Ahşap çatılı yığma taş camilerin sönüm oranlarının değişimi

Şekil 3.25 incelendiğinde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerleri arasındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, üç değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu görülmekte olup tüm örnekler ele alındığında %6'nın altında sönüm oranları tespit edilmiştir. Şekil 3.26'da 1. moda, Şekil 3.27'de 2. moda ve Şekil 3.28'de ise 3. moda ait sönüm oranları sunulmuştur.



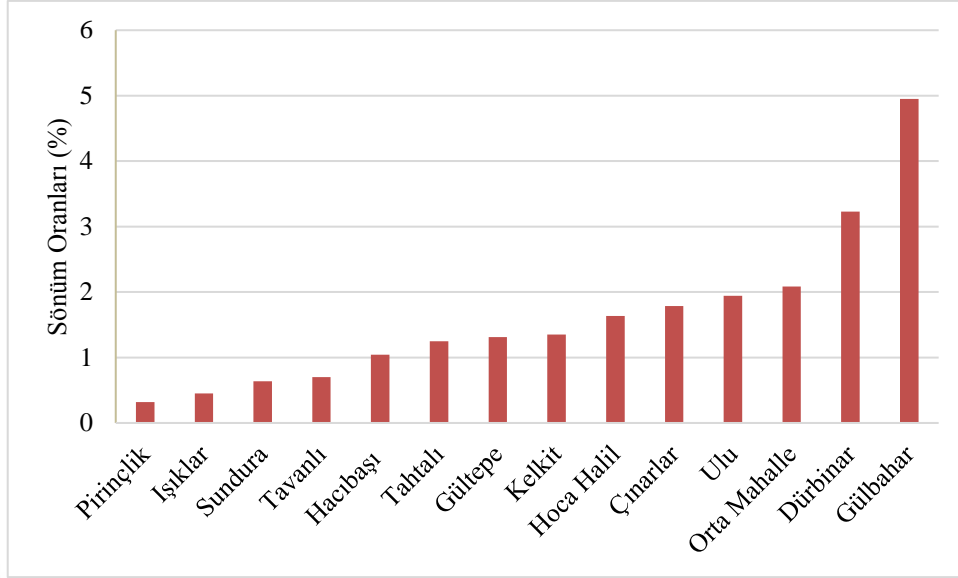
Şekil 3.26. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1.moda ait sönüm oranları

Ahşap çatılı yağma camilerin 1. moda ait sönüm oranları incelendiğinde(Şekil 3.26), en düşük sönüm oranının %0.191 ile Gültepe Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %5.90 ile Dürbinar Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.586'dır.



Şekil 3.27. Ahşap çatılı yağma taş camilerin 2.moda ait sönüm oranları

Ahşap çatılı yağma camilerin 2. moda ait sönüm oranları incelendiğinde(Şekil 3.27), en düşük sönüm oranının %0.167 ile Gültepe Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.255 ile Gülbahar Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.401'dir.



Şekil 3.28. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.28’de verilen ahşap çatılı yığma camilerin 3. moda ait sönüm oranları incelendiğinde en düşük sönüm oranının %0.317 ile Pirinçlik Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %4.949 ile Gülbahar Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.620’dir.

Söz konusu camilerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde, genel ortalama değerinin %1.535 olduğu belirlenmiştir. Bu itibarla alınan örneklerden yola çıkarak ahşap çatılı yığma taş camilerde sönüm oranının genellikle %2’nin altında kabul edilebileceği değerlendirilmiştir.

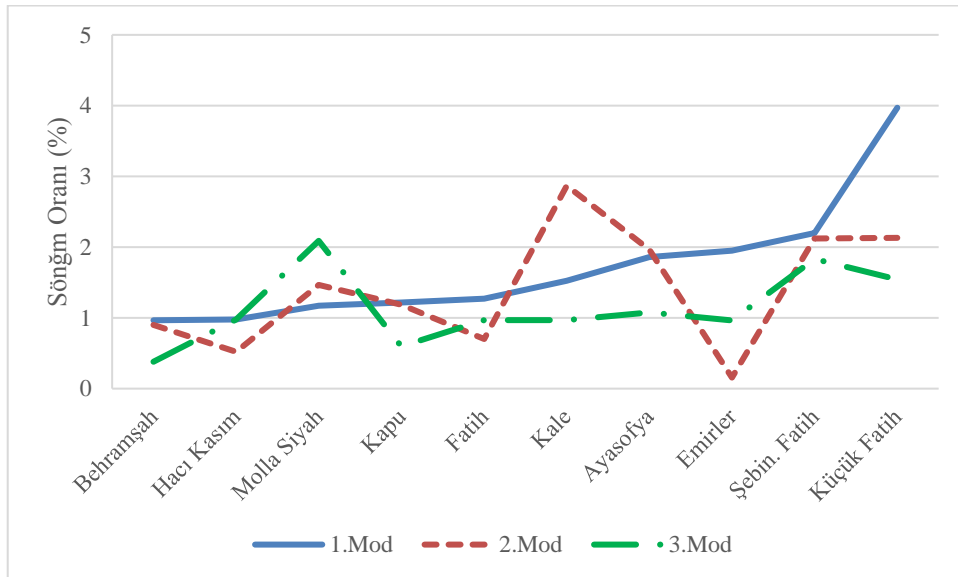
3.1.3.1.2. Kargir Kubbeli Yığma Taş Camilerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda kargir kubbeli yığma taş on camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.12’de sunulmuştur.

Tablo 3.12. Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel sönüm oranları

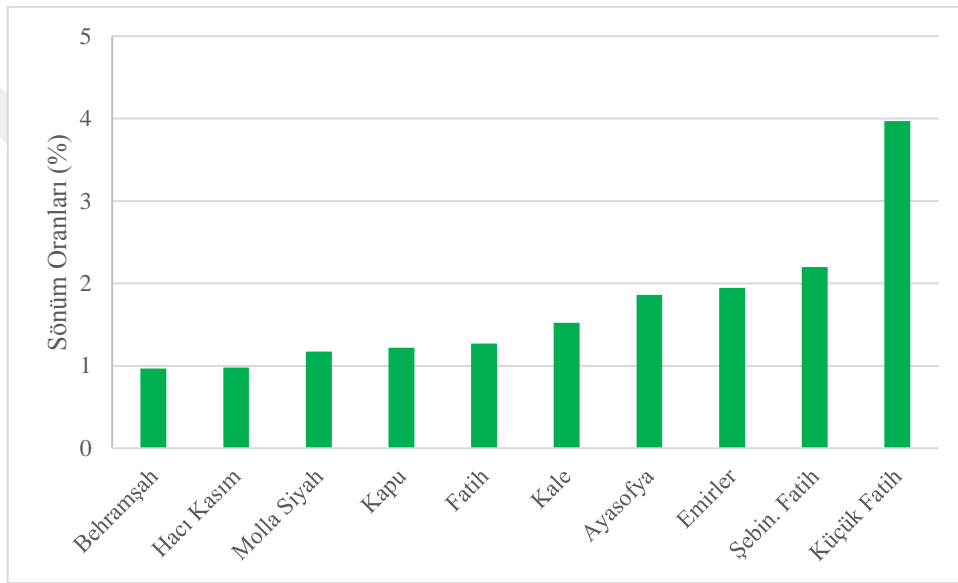
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii	0.966	0.900	0.380
2	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii	0.978	0.521	0.978
3	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii	1.172	1.467	2.089
4	Giresun Merkez Kapu Camii	1.218	1.186	0.599
5	Trabzon Ortahisar Fatih Camii	1.270	0.700	0.970
6	Giresun Merkez Kale Camii	1.523	2.868	0.968
7	Trabzon Ortahisar Ayasofya Camii	1.859	1.965	1.079
8	Gümüşhane Emirler Camii	1.948	0.156	0.965
9	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii	2.198	2.120	1.834
10	Trabzon Ortahisar Bahçecik Küçük Fatih Camii	3.970	2.129	1.541

Şekil 3.29'da kargir kubbeli yığma camilerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının grafiği sunulmuştur.



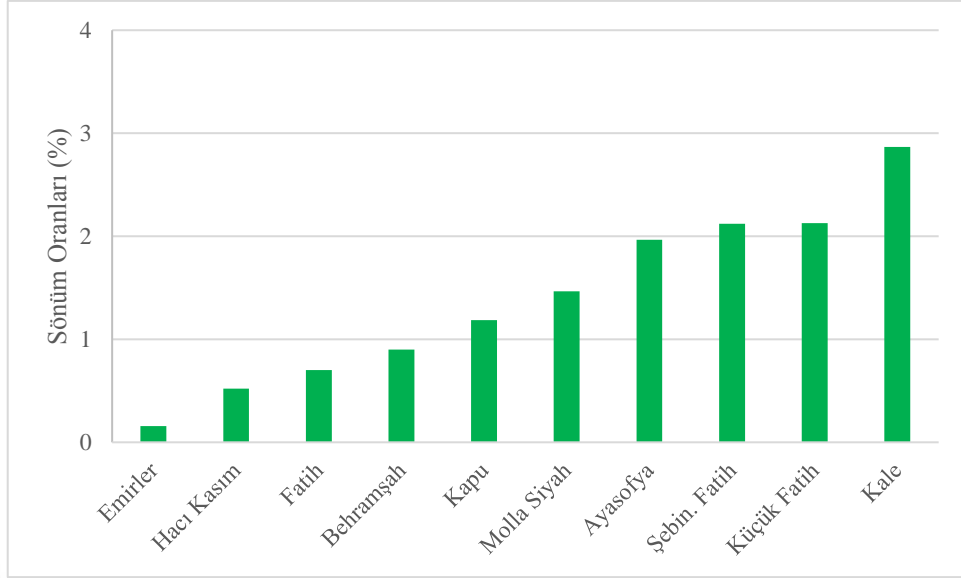
Şekil 3.29. Kargir kubbeli yığma taş camilerin sönüm oranları değişimi

Şekil 3.29 incelendiğinde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler aldığı ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerleri arasındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, bir tek değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %4'ün altında sönüm oranları tespit edilmiştir. Şekil 3.30'da 1. moda, Şekil 3.31'de 2. moda ve Şekil 3.32'de ise 3. moda ait sönüm oranları sunulmuştur.



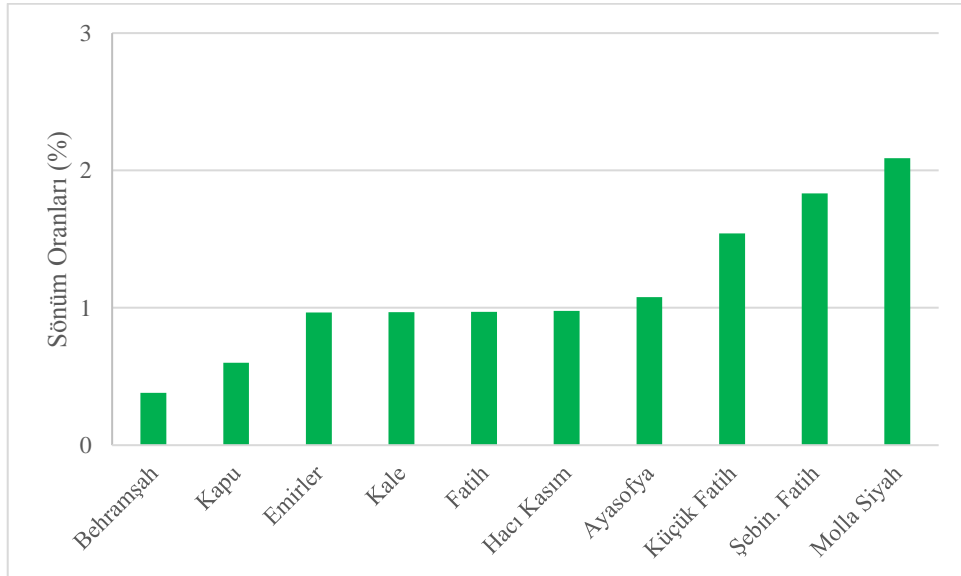
Şekil 3.30. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1.moda ait sönüm oranları

Kargir kubbeli yığma camilerin 1. moda ait sönüm oranları incelendiğinde(Şekil 3.30), en düşük sönüm oranının %0.966 ile Behramşah Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %3.970 ile Küçük Fatih Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.710'dur.



Şekil 3.31. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.31’de verilen kargir kubbeli yığma camilerin 2. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.156 ile Emirler Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.868 ile Kale Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.401’dir.



Şekil 3.32. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.32’de verilen kargir kubbeli yığma camilerin 3. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.380 ile Behramşah Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.089 ile Molla Siyah Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.140’dır.

Söz konusu kargir kubbeli yığma taş camilerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde, genel ortalama değerinin %1.417 olduğu belirlenmiştir. Bu itibarla alınan örneklerden yola çıkarak kargir kubbeli yığma taş camilerde beklenen sönüm oranının %2’nin altında olabileceği değerlendirilmiştir.

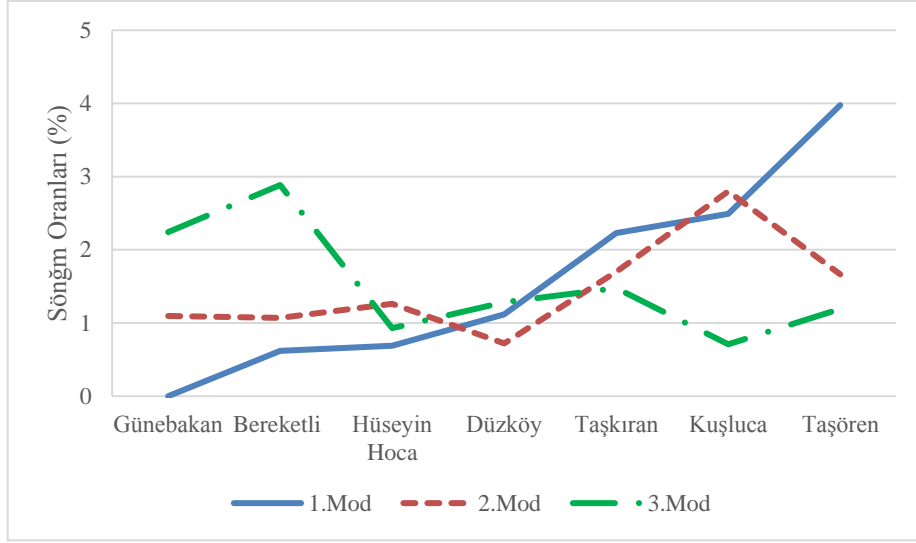
3.1.3.1.3. Ahşap Taşıyıcılı Camilerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda ahşap taşıyıcı sistemli yedi camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.13’de sunulmuştur.

Tablo 3.13. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel sönüm oranları

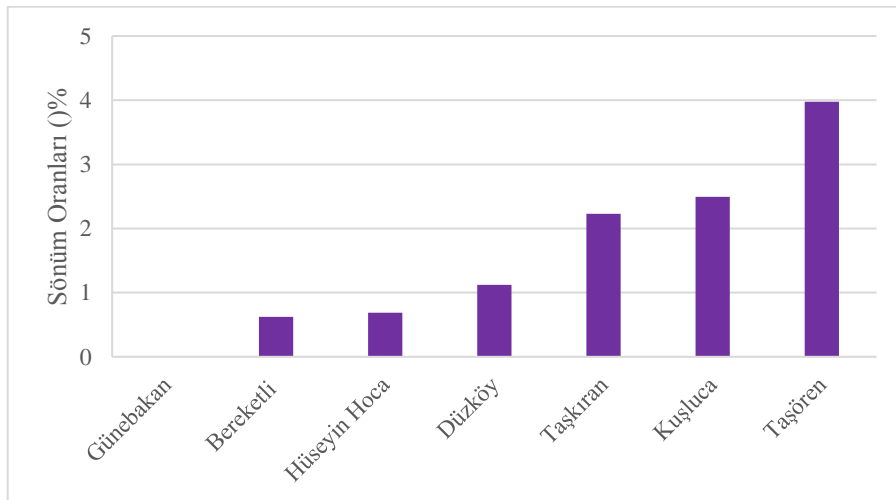
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii	0.620	1.068	2.885
2	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii	-----	1.094	2.240
3	Trabzon Sürmene Kuşluca Camii	2.492	2.799	0.709
4	Trabzon Çaykara Taşkiran Camii	2.229	1.698	1.477
5	Trabzon Çaykara Taşören Camii	3.976	1.664	1.192
6	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii	0.689	1.264	0.928
7	Artvin Borçka Düzköy Camii	1.120	0.721	1.282

Şekil 3.33’te ahşap taşıyıcı sistemli camilerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının grafiği sunulmuştur.



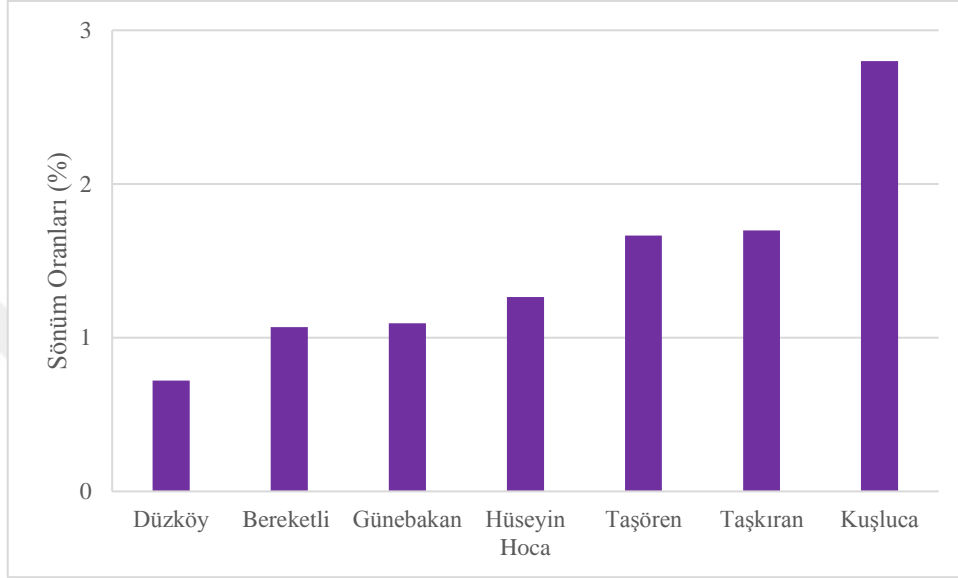
Şekil 3.33. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönm oranları değişimi

Şekil 3.33 incelendiğinde sönm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler aldığı ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerleri arasındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Ahşap taşıyıcı sistemli cami örnekleri üzerinden yapılan incelemede, bir tek değer haricinde, ilk üç moddaki sönm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %4'ün altında sönm oranları tespit edilmiştir. Şekil 3.34'te 1. moda, Şekil 3.35'te 2. moda ve Şekil 3.36'da de 3. moda ait sönm oranları sunulmuştur.



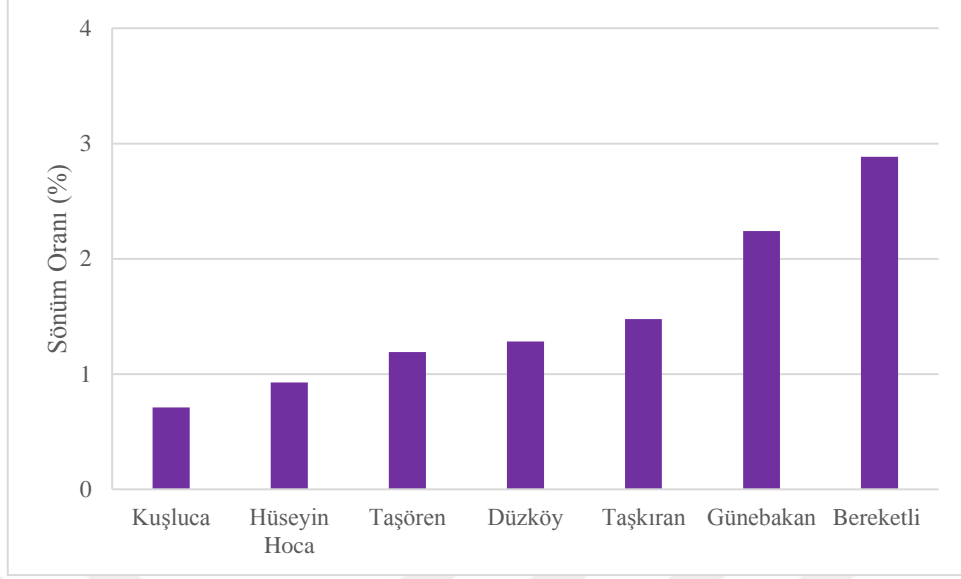
Şekil 3.34. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1.moda ait sönm oranları

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. moda ait sönüm oranları incelendiğinde(Şekil 3.34), Günebakan Camisinden veri alınmadığı, en düşük sönüm oranının %0.620 ile Bereketli Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %3.976 ile Taşören Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.854'tür.



Şekil 3.35. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.35'te verilen ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.721 ile Düzköy Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.799 ile Kuşluca Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.473'tür.



Şekil 3.36. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.36’da verilen ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. modlarındaki sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.709 ile Kuşluca Camisinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.885 ile Bereketli Camisinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.530’dur.

Söz konusu ahşap taşıyıcı sistemli camilerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde, genel ortalama değerinin %1.607 olduğu belirlenmiştir. Bu itibarla alınan örneklerden yola çıkarak ahşap taşıyıcı sistemli camilerde sönüm oranının genellikle %2’nin altında kabul edilebileceği değerlendirilmiştir.

3.1.3.2. Minarelerin Sönüm Oranlarının Değerlendirilmesi

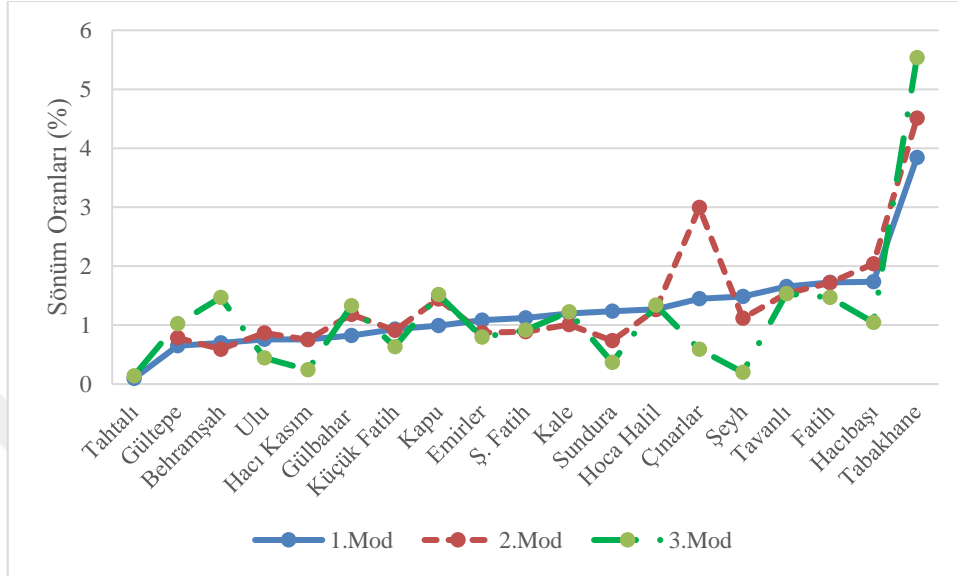
3.1.3.2.1. Yığma Taş Minarelerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda yığma taş on dokuz minarelerde çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen sönüm oranları Tablo 3.14’te sunulmuştur.

Tablo 3.14. Yığıta taş minarelerin deneysel sönüm oranları

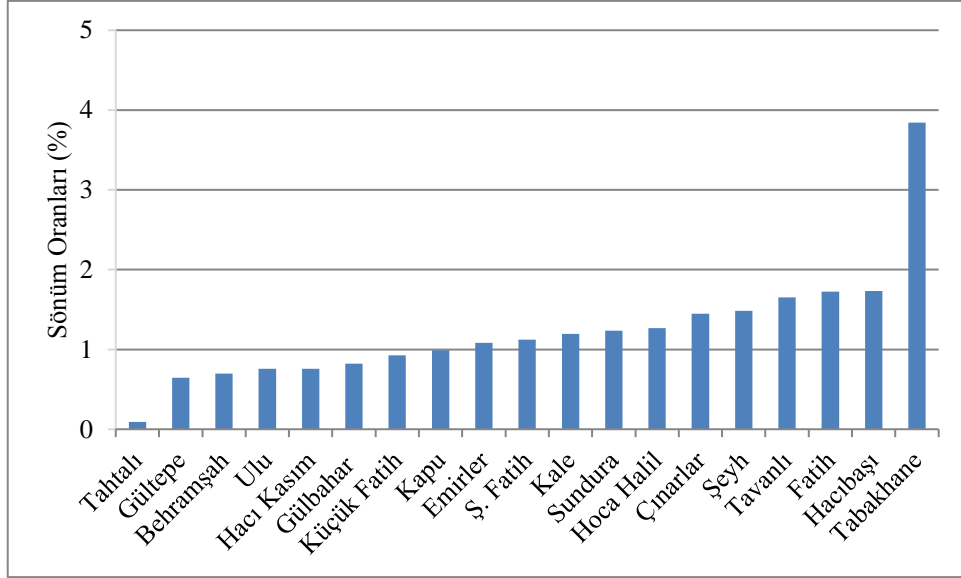
Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii Minaresi	0.821	1.181	1.328
2	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	1.733	2.036	1.043
3	Artvin Hopa Sundura Camii Minaresi	1.233	0.734	0.364
4	Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii Minaresi	1.652	1.535	1.535
5	Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii	1.265	1.262	1.339
6	Trabzon Sürmene Gültepe Camii Minaresi	0.646	0.786	1.025
7	Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii	0.093	-----	0.139
8	Gümüşhane Ulu Cami	0.756	0.866	0.443
9	Giresun Merkez Çınarlar Camii	1.449	2.995	0.586
10	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii Minaresi	0.757	0.753	0.240
11	Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii Minaresi	0.697	0.591	1.467
12	Giresun Merkez Kapu Camii Minaresi	0.990	1.439	1.519
13	Giresun Merkez Kale Camii Minaresi	1.196	1.006	1.223
14	Gümüşhane Emirler Camii	1.081	0.873	0.793
15	Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii Minaresi	1.123	0.888	0.915
16	Trabzon Bahçecik Küçük Fatih Camii	0.928	0.909	0.630
17	Trabzon Ortahisar Fatih Camii Minaresi	1.725	1.720	1.470
18	Trabzon Ortahisar Tabakhane Camii	3.841	4.507	5.536
19	Rize Şeyh Camii Minaresi	1.482	1.117	0.199

Şekil 3.37’de yığma taş minarelerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının değişimi sunulmuştur.



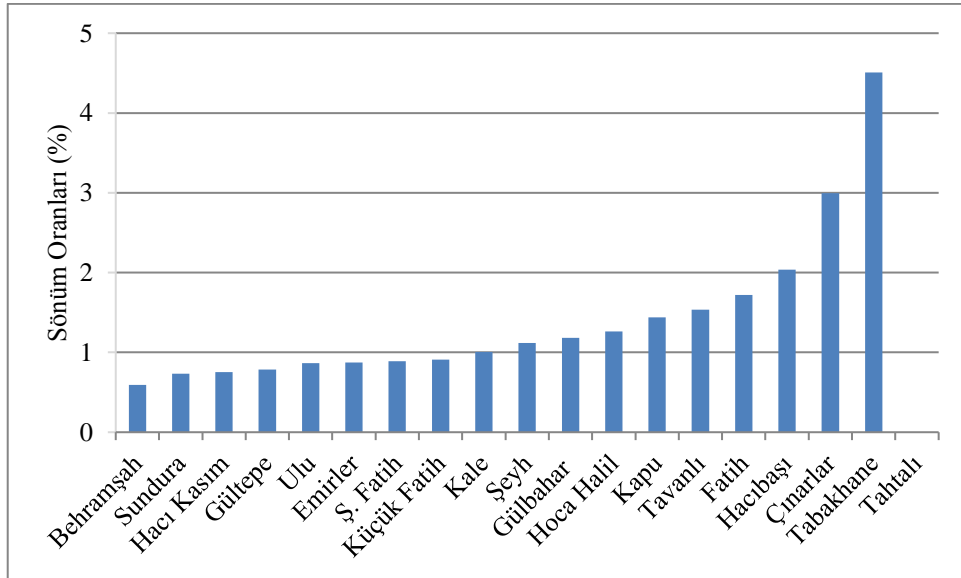
Şekil 3.37. Yığma taş minarelerin sönüm oranları değişimi

Şekil 3.37 incelendiğinde, sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler aldığı ve değişimler gösterdiği görülmektedir. Modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerleri arasındaki ilişkiden de herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, Tabakhane Camisi ve Çınarlar Camisinin 2. modundaki bir değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %2 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %6'nın altında sönüm oranları tespit edilmiştir. Şekil 3.44'ta 1. moda, Şekil 3.45'te 2. moda ve Şekil 3.46'da ise 3. moda ait sönüm oranları sunulmuştur.



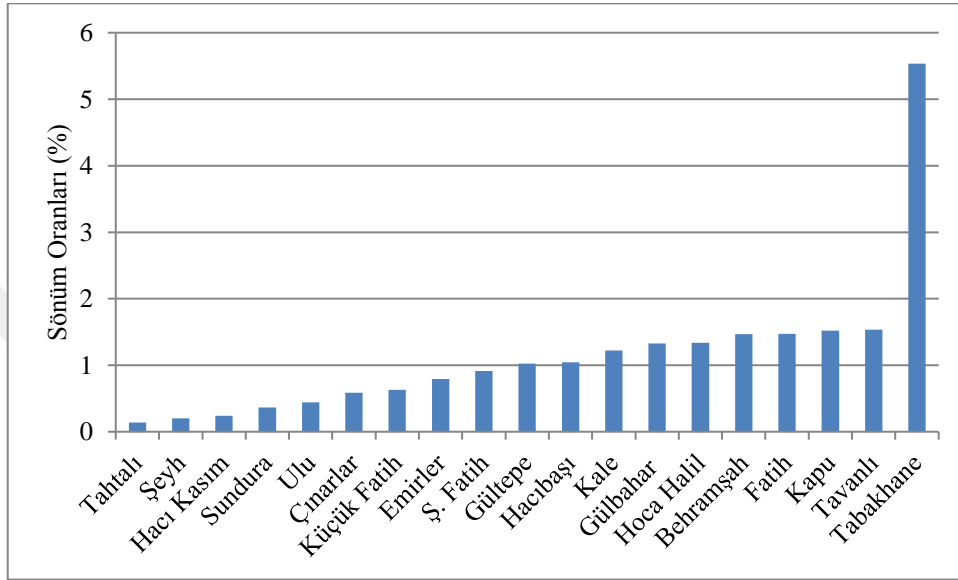
Şekil 3.38. Yığma taş minarelerin 1.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.38’de verilen yığma taş minarelerin 1. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.093 ile Tahtalı Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %3.841 ile Tabakhane Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.235’dir.



Şekil 3.39. Yığma taş minarelerin 2.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.39’da verilen yığma taş minarelerin 3. Moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.591 ile Behramşah Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %4.507 ile Tabakhane Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.400’dür.



Şekil 3.40. Yığma taş minarelerin 3.moda ait sönüm oranları

Şekil 3.40’da sunulan yığma taş minarelerin 3. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.139 ile Tahtalı Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %5.536 ile Tabakhane Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.147’dir.

Söz konusu minarelerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde, genel ortalama değerinin %1.261 olduğu belirlenmiştir. Bu itibarla alınan örneklerden yola çıkarak yığma taş minarelerde sönüm oranının genellikle %2’nin altında olabileceği değerlendirilmiştir.

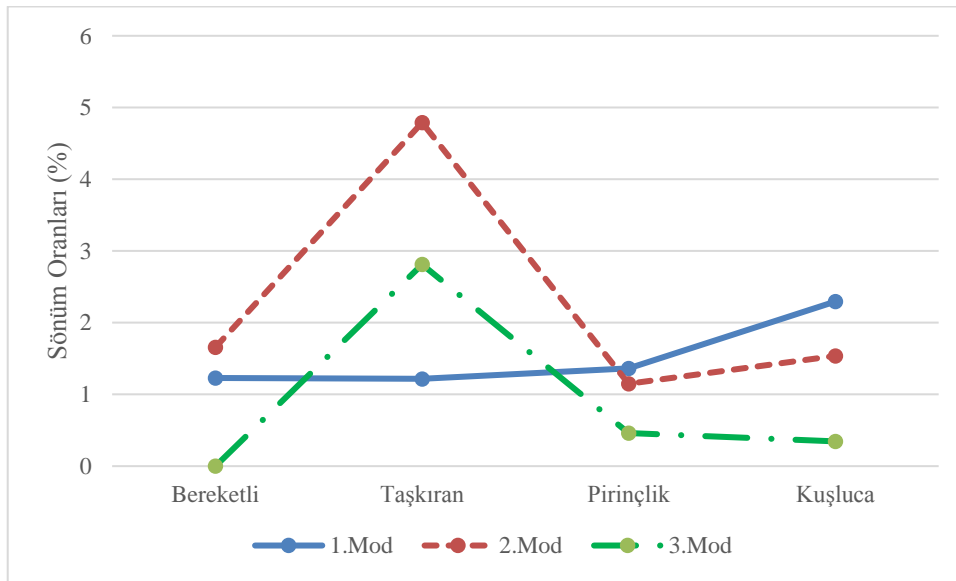
3.1.3.2.2. Ahşap Minarelerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda dört adet ahşap minarede çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen doğal frekanslar Tablo 3.15’te sunulmuştur.

Tablo 3.15. Ahşap minarelerin deneysel sönüm oranları

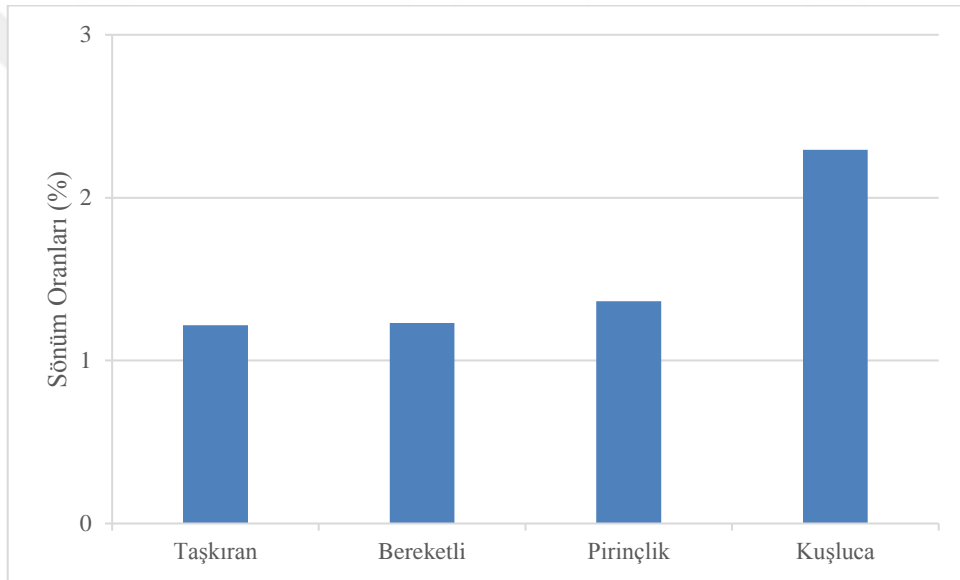
Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Bereketli Camii Minaresi	1.231	1.658	-----
2	Taşkıran Camii Minaresi	1.218	4.789	2.812
3	Pirinçlik Camii Minaresi	1.365	1.149	0.462
4	Kuşluca Camii Minaresi	2.295	1.538	0.347

Şekil 3.41’de ahşap minarelerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının grafiği sunulmuştur.



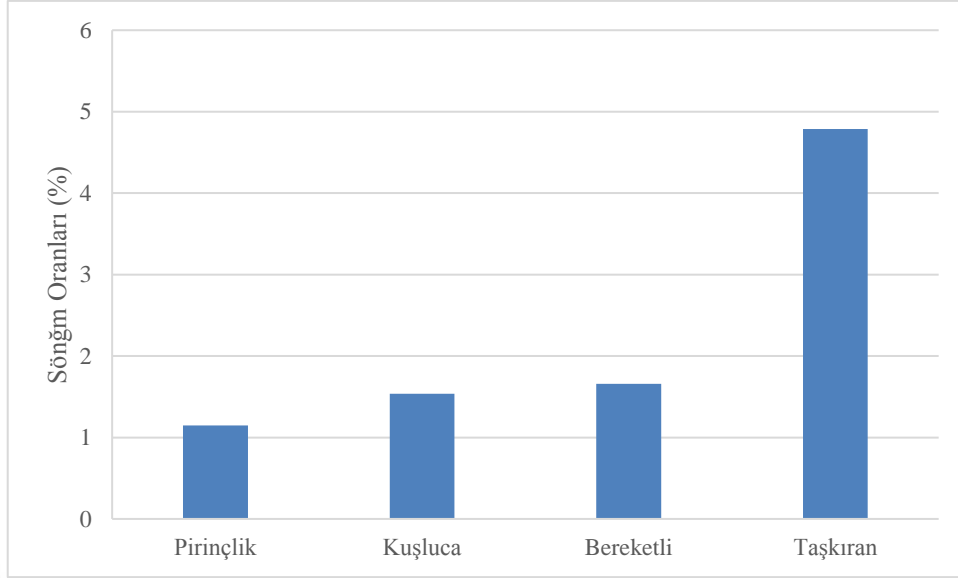
Şekil 3.41. Ahşap minarelerin sönüm oranları değişimi

Şekil 3.41 incelendiğinde, sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler aldığı ve değişimler gösterdiği görülmektedir. Modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı değerlendirilmiştir. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, Taşkiran Camisinin 2. ve 3.modundaki değerler haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %2 seviyesi civarında olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %5'in altında sönüm oranları tespit edilmiştir. Ahşap minare örnek sayısının artırılması durumunda bu verilerin daha sağlıklı değerlendirme imkânı bulunabilir. Şekil 3.42'de 1. moda, Şekil 3.43'te 2. moda ve Şekil 3.44'te ise 3. moda ait sönüm oranları sunulmuştur.



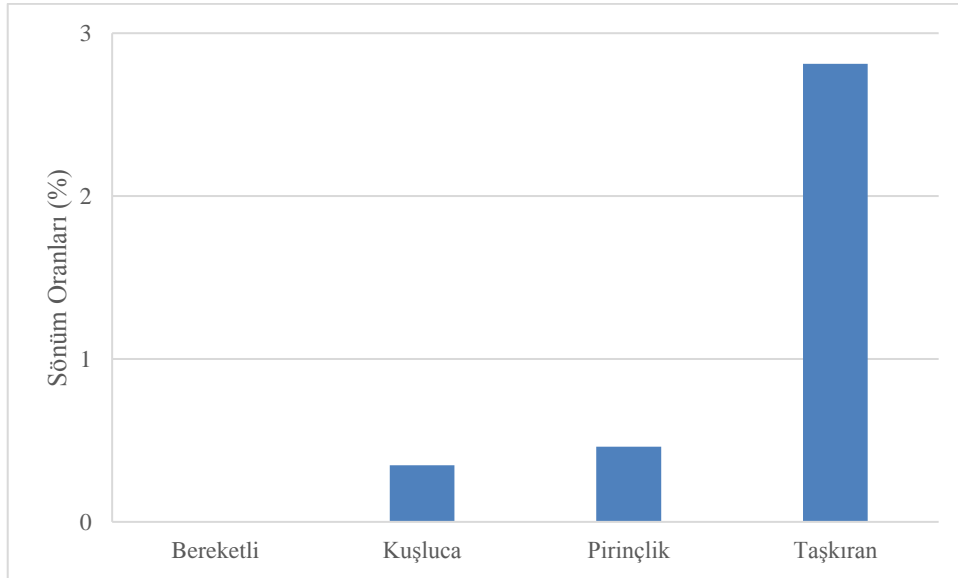
Şekil 3.42. Ahşap minarelerin 1. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.42'de sunulan ahşap minarelerin 1. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %1.218 ile Taşkiran Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.295 ile Kuşluca Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.527'dir.



Şekil 3.43. Ahşap minarelerin 2. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.43’de verilen ahşap minarelerin 2. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %1.149 ile Piriçlik Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %4.789 ile Taşkiran Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 2.283’tür.



Şekil 3.44. Ahşap minarelerin 3. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.44'te verilen ahşap minarelerin 3. moda ait sönüm oranları incelendiğinde, en düşük sönüm oranının %0.347 ile Kuşluca Camisi Minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %2.812 ile Taşkırın Camisi Minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise %1.207'dir. Bereketli Camisi Minaresinde 3. moddaki sönüm oranı tespit edilemediğinden işlemlerde dikkate alınmamıştır.

Söz konusu ahşap minarelerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde, genel ortalama değerinin %1.672 olduğu belirlenmiştir.

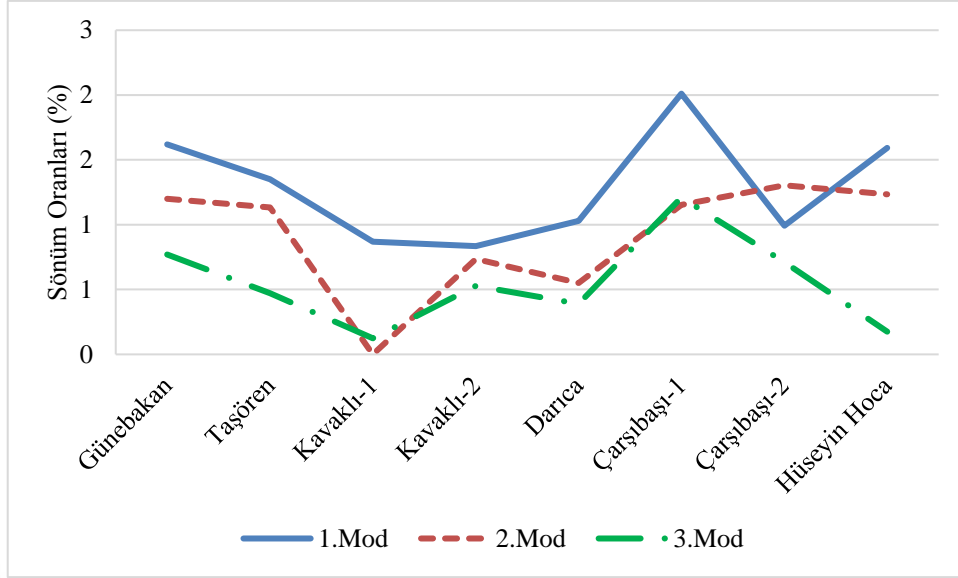
3.1.3.2.3. Betonarme Minarelerin Sönüm Oranları

Yapılan deneysel incelemelerde sekiz adet betonarme minarede ilk üç mod şekli için sönüm oranları belirlenmiştir. Örneklerden elde edilen sönüm oranları Tablo 3.16'da sunulmuştur.

Tablo 3.16. Betonarme minarelerin deneysel sönüm oranları

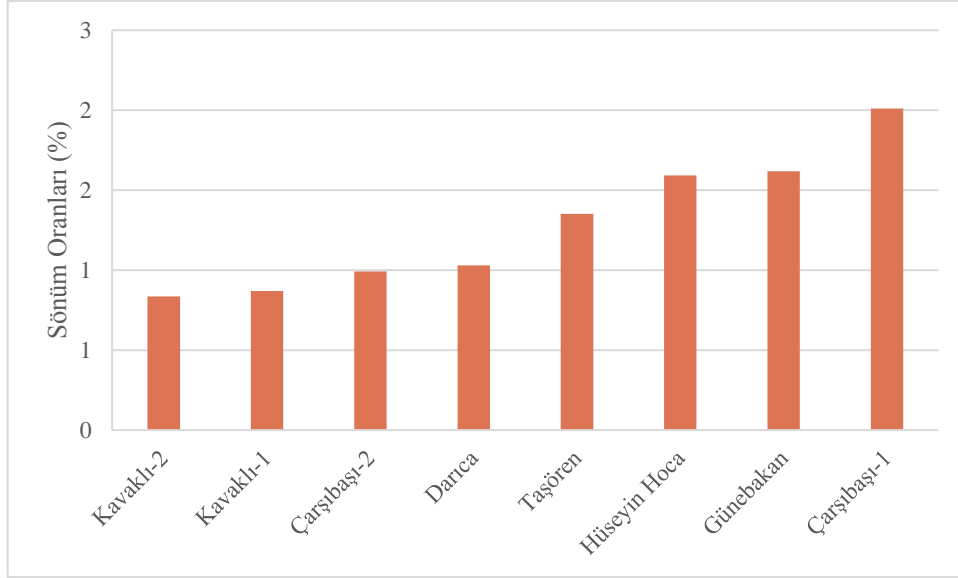
Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camisi Minaresi	1.619	1.199	0.770
2	Trabzon Çaykara Taşören Mahallesi Camii Minaresi	1.351	1.132	0.472
3	Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minaresi-1	0.869	----	0.124
4	Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minaresi-2	0.835	0.735	0.528
5	Trabzon Akçaabat Darıca Camii Minaresi	1.030	0.550	0.390
6	Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minaresi-1	2.011	1.152	1.210
7	Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minaresi-2	0.992	1.304	0.711
8	Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi	1.592	1.235	0.176

Şekil 3.45'te betonarme minarelerden elde edilen ilk üç moda ilişkin sönüm oranlarının grafiği sunulmuştur.



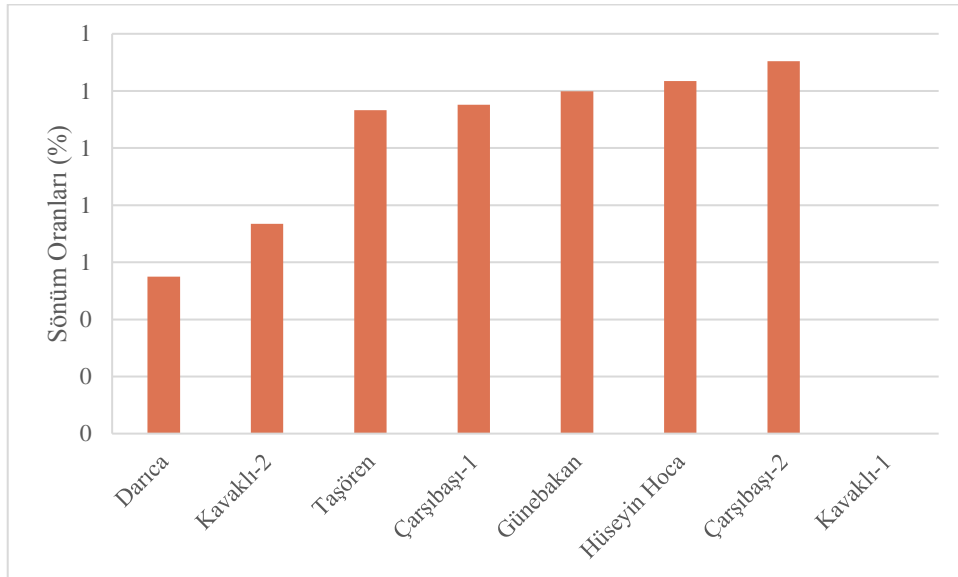
Şekil 3.45. Betonarme minarelerin sönüm oranları değişimi

Betonarme minarelerin sönüm oranları üzerinde yapılan incelemede tüm minarelerde %2'nin altında sönüm oranları olduğu görülmektedir. 1., 2. ve 3. modlardaki değişimler incelendiğinde benzer eğilimlerin olduğu ve keskin değişikliklerin oluşmadığı görülmektedir. Betonarme minareler ile ilgili deneysel sonuçlardan en yüksek sönüm oranlarına 1. modlarda ulaşıldığı, diğer modlarda sönümün azalma eğilimi gösterdiği değerlendirilebilir. Gerek camiler gerekse yığma ve ahşap minarelerde sönüm oranlarının betonarme minarelerdeki kadar benzer davranış eğilimi göstermediği belirlenmiştir. Şekil 3.46'da 1. moda, Şekil 3.47'de 2. moda ve Şekil 3.48'de de 3. moda ait sönüm oranları grafiksel olarak sunulmuştur.



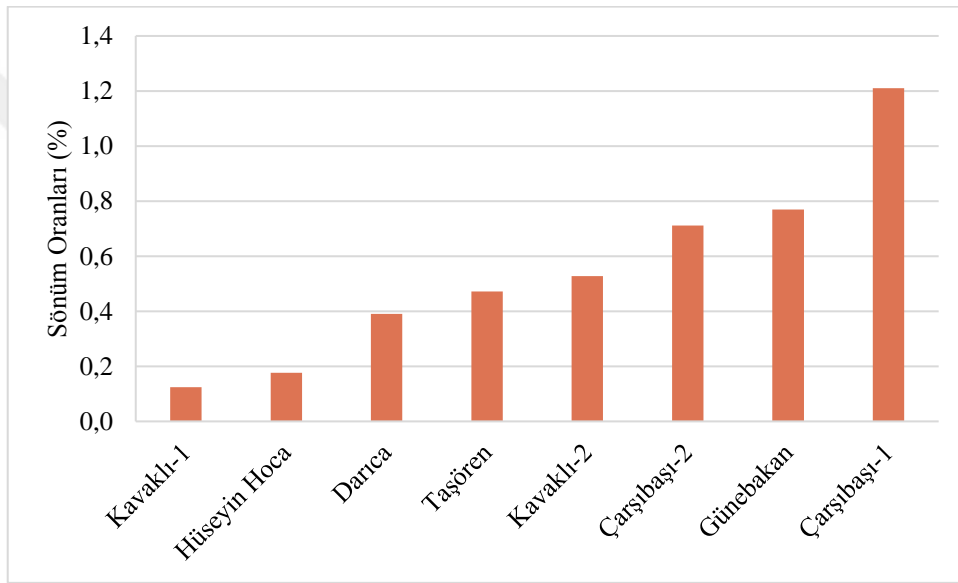
Şekil 3.46. Betonarme minarelerin 1. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.46’da sunulan betonarme minarelerin 1. modlarındaki sönüm oranları incelendiğinde en düşük sönüm oranının %0.835 ile Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camisinin kuzeydoğusundaki minarede, en yüksek sönüm oranının ise %2.011 ile Çayeli Çarşıbaşı Camisinin kuzeydoğusundaki minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.287’dir.



Şekil 3.47. Betonarme minarelerin 2. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.47’de sunulan betonarme minarelerin 2. modlarındaki sönüm oranları incelendiğinde en düşük sönüm oranının %0.550 ile Trabzon Darıca Camisinin minaresinde, en yüksek sönüm oranının ise %1.304 ile Çayeli Çarşıbaşı Camisinin kuzeydoğusundaki minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 1.044’dir. Yapılan ölçümlerde Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman camisinin kuzeybatısındaki minarede yapılan deneysel çalışmadan sönüm oranı tespit edilemediğinden 2. moddaki sönüm oranı değerlendirmelerinde bu minare dikkate alınmamıştır.



Şekil 3.48. Betonarme minarelerin 3. moda ait sönüm oranları

Şekil 3.48’de sunulan betonarme minarelerin 3. moda ait sönüm oranlarında ise, en düşük sönüm oranının %0.124 ile Trabzon Akçaabat Kavaklı Rahman Camisinin kuzeybatısındaki minarede, en yüksek sönüm oranının ise %1.210 ile Çayeli Çarşıbaşı Camisinin kuzeydoğusundaki minaresinde olduğu belirlenmiştir. Ortalama sönüm oranı ise % 0.548’dir.

Betonarme minarelerde yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen tüm veriler irdelendiğinde genel ortalama değerinin %0.956 olduğu belirlenmiştir.

3.2. Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Bu bölümde, Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle cami ve minarelerde gerçekleştirilmiş ölçümlerinden elde edilen deneysel doğal frekanslardan yola çıkarak, çeşitli parametrelerle bağıntıları incelenmiş, cami ve minarelerin özelliklerine göre analitik modellerinin iyileştirilmesine esas doğal frekans formüllerinin belirlenmesi üzerine çalışılmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve parametreler ile ilişkilerinin irdelenmesinde Çoklu Regresyon Analizi Yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen verilerden özel nedenlerden dolayı grup dışında bırakılan örnekler haricinde, ortalama değerlere sahip bir tanesi de kontrol elemanı olarak grup dışında bırakılmıştır. Geride kalan örneklerin etken değerleri çeşitli kombinasyonlarla denenerak Microsoft Excel programı ile regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan analiz sonuçları, değerlendirme kriteri olarak kabul edilen R^2 (belirleme katsayısı), Standart Hata ve kontrol testi olan F değerlerinin uyumu ve kontrol elemanı olan örnek ile oluşan hata oranları birlikte değerlendirilerek; tarihi yapıların deneysel doğal frekanslarının yaklaşık değerlerinin analitik olarak belirlenmesine yönelik önerilen formülasyonlar ve beklenen doğal frekans aralık kabulleri sunulmuştur.

3.2.1. Camiler İçin Doğal Frekans Formülleri

Çalışma kapsamında, sınıflandırma yöntemi olarak kabul edilen, ahşap çatılı yığma taş, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap taşıyıcı sistemli tarihi eser camiler üzerinde yapılan saha çalışmalarında elde edilen deneysel doğal frekanslar, veri tabanı olarak kullanılmış ve bu yapılar ayrı ayrı irdelenmiştir.

3.2.1.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Çalışma kapsamında farklı boyutlarda on dört camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç doğal frekansları belirlenmiştir. Örneklerin dinamik karakteristiklere etken olacağı düşünülen parametreleri ve belirlenen doğal frekansları Tablo 3.17’de sunulmuştur.

Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel yöntemlerle elde edilen doğal frekansları, istatistiksel olarak analiz edilirken; tekrar yıkılıp tamamen yeniden ve betonarme temeller üzerine inşa edilen Trabzon Ortahisar Tahtalı Camii ve küçük boyutları ile oldukça rijit davranış gösteren ve veri değerlendirmesini olumsuz etkiyeceğini düşünülen Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camisi doğal frekans verileri değerlendirme dışı bırakılmıştır. Elde edilen formülasyonun kontrolü için ise Gümüşhane Merkez Ulu Cami frekansları seçilmiştir.

Tablo 3.17. Ahşap çatılı yığma taş camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Cami Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			Geometrik Özellikler (m)					
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	E	B	S	D	H	TA(m ²)
1	Büyük Gülbahar	4.801	5.700	7.668	11.93	14.93	5.33	0.64	8.56	36.10
2	Akçaabat Orta Mah.	5.897	6.658	7.254	9.68	11.24	2.20	0.68	6.10	31.30
3	Akçaabat Dürbinar	3.851	6.526	11.34	10.51	12.02	2.84	0.70	7.30	33.12
4	Maçka Işıklar	9.740	10.820	12.27	8.10	8.95	2.60	0.65	4.35	23.27
5	Çayeli Hacıbaşı	4.337	6.749	8.435	17.83	17.81	4.37	0.72	6.85	53.89
6	Ardeşen Pirinçlik Köyü	4.800	6.476	8.409	7.62	8.97	2.90	0.68	4.32	25.95
7	Hopa Sundura	3.910	4.129	6.701	10.16	10.57	2.91	0.65	4.90	28.30
8	Ortahisar Tavanlı	5.105	6.130	9.203	10.96	12.23	4.88	0.90	5.65	48.00
9	Ortahisar Hoca Halil	6.753	8.841	10.68	9.72	9.28	2.84	0.60	6.10	26.22
10	Sürmene Gültepe	3.279	3.998	4.729	10.41	12.19	3.24	0.60	5.40	31.19
11	Ortahisar Erdoğan Tahtalı	11.27	13.410	18.23	10.15	10.69	0	0.76	5.33	31.68
12	Gümüşhane Ulu	4.630	5.913	7.593	13.50	15.00	4,17	0.86	7.29	56.37
13	Kelkit Büyük	3.149	5.471	6.663	15.39	19.35	4.96	1.04	6.45	83.10
14	Giresun Çınarlar	4.934	5.898	7.342	11.38	16.00	2.90	0.80	8.45	50.38

Tablo 3.17’de sunulan geometrik özelliklerden; E cami enini, B cami boyunu, S son cemaat boyunu, D duvar kalınlığını, H cami yüksekliğini (beden duvarı yüksekliği) TA taban alanını, metre cinsinden ifade etmektedir. İlerleyen bölümlerde sunulacak tanımlamalarda da bu kısaltmalar kullanılacaktır.

Eserlerin tabanda oturdukları alan harim duvar boyutları ile duvar kalınlıklarının çarpımı sonucu elde edilen alan olarak alınmıştır. Son cemaat mekânı bulunan camilerde taban alanı; sütunlar üzerinde taşınarlarda %5, sütunlar ve son cemaat yanı duvarlarından yalnızca bir tanesi bulunan camilerde %10; sütunlar ve son cemaat iki yanı da duvarla çevrili olan camilerde %15 artırım uygulanarak işlemler yürütülmüştür.

Tablo 3.18’de, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 1. moddaki R^2 , standart hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.18. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler						1. Mod			Kontrol Verisi ile Oluşan Fark (%)
E	B	H	TA	D	S	R^2	Standart Hata	F	
			x			0.175	0.972	1.922	9.32
				x		0.090	1.021	0.900	7.34
		x				0.040	1.069	0.037	0.05
x	x					0.209	1.010	1.061	5.51
		x	x			0.217	1.005	1.111	7.44
x	x			x		0.209	1.079	0.619	5.56
x	x		x			0.210	1.079	0.622	6.19
x	x	x				0.412	0.930	1.614	0.99
		x	x	x		0.285	1.026	0.933	4.31
x	x				x	0.210	1.079	0.620	5.58
x	x	x		x		0.492	0.934	1.455	10.86
x	x	x	x			0.519	0.909	1.622	14.04
x	x	x	x	x		0.523	0.992	1.099	14.45
x	x	x	x	x	x	0.525	1.100	0.738	14.49

Ahşap çatılı yığma camilerin birinci moduna ilişkin R^2 , standart hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde, en etken parametreler olarak en, boy ve yükseklik belirlenmiştir. Uygulamacılar için verileri derlemede kolaylık açısından da oldukça uygun olarak değerlendirilen bu kombinasyona göre, ahşap çatılı yığma camilerde yaklaşık 1. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.1)'de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_1=4.591+0.170E-0.362B+0.442H \quad (3.1)$$

Tablo 3.19'da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 2. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.19. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 2. moddaki doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler						2. Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	TA	D	S	R^2	Standart Hata	F	
			x			0.014	1.382	0.132	0.10
				x		0.008	1.386	0.072	0.42
		x				0.022	1.377	0.198	4.59
x	x					0.127	1.379	0.583	3.63
		x	x			0.051	1.437	0.218	1.72
x	x			x		0.143	1.460	0.391	6.50
x	x		x			0.148	1.457	0.406	6.86
x	x	x				0.320	1.301	1.099	10.08
		x	x	x		0.067	1.524	0.167	3.21
x	x				x	0.135	1.468	0.362	3.29
x	x	x		x		0.505	1.199	1.532	25.40
x	x	x	x			0.014	1.382	0.132	32.22
x	x	x	x	x		0.008	1.386	0.072	33.65
x	x	x	x	x	x	0.022	1.377	0.198	33.78

Ahşap çatılı yığma camilerin ikinci moduna ilişkin R^2 , Standart Hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde en etken parametreler olarak en, boy ve yükseklik belirlenmiştir. Bu kombinasyonun test sonuçlarına göre daha iyi alternatifleri olsa da diğer istatistiki verilerin daha uygun olması sebebiyle tercih edilmiştir. Seçilen bu kombinasyona göre ahşap çatılı yığma camilerde yaklaşık 2. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.2)'de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_2=4.405+0.452E-0.539B+0.560H \quad (3.2)$$

Tablo 3.20'de, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 3. moddaki R^2 , standart hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.20. Ahşap çatılı yığma taş camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler						3. Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	TA	D	S	R^2	Standart Hata	F	
			x			0.038	1.945	0.358	1.44
				x		0.002	1.980	0.024	4.62
		x				0.024	1.958	0.225	8.51
x	x					0.158	1.930	0.752	6.04
		x	x			0.090	2.006	0.396	3.82
x	x			x		0.218	1.988	0.650	12.07
x	x		x			0.177	2.040	0.501	9.39
x	x	x				0.418	1.715	1.674	14.33
		x	x	x		0.243	1.957	0.748	9.09
x	x				x	0.163	2.057	0.455	6.35
x	x	x		x		0.791	1.110	5.676	38.45
x	x	x	x			0.766	1.174	4.919	40.94
x	x	x	x	x		0.794	1.207	3.857	39.73
x	x	x	x	x	x	0.797	1.340	2622	39.80

Ahşap çatılı yığma camilerin üçüncü moduna ilişkin R^2 , standart hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde en etken parametreler olarak en, boy ve yükseklik belirlenmiştir. Bu kombinasyonun her ne kadar test sonuçlarına göre daha iyi alternatifleri olsa da diğer istatistik verilerin optimum birlikteliği adına tercih edilmiştir. Seçilen bu kombinasyona göre ahşap çatılı yığma camilerde yaklaşık 3. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.3)'te sunulan formül önerilmiştir.

$$f_3=5.823+0.661E-0.854B+0.924H \quad (3.3)$$

Eldeki veri grubunun ve etkenlerin nitelikli analizler için kısıtlı olduğu ve arttırıldığı takdirde daha uygun sonuçlara ulaşılabileceği değerlendirilmektedir. Ancak, veri toplama işlemlerinin zamansal, ekonomik ve uygulama şartları ve izinleri gibi zorlukları ile bu çalışma kapsamında sunulan verilerin toplanma imkânı bulunabilmiştir. Ebetteki kompleks yapılar olan ahşap çatılı yığma taş camilerin malzeme, zemin, boşluk oranları ve diğer etkenlerden bağımsız olarak yalnızca geometrik özelliklerinden bir çıkarım yapılması bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir. Ancak yukarıda sunulan formülasyonlardan elde edilecek yaklaşık deneysel doğal frekanslar uygulamacıların model kalibrasyonu işlemlerinde referans olarak alınabileceği değerlendirilmektedir.

Yukarıda önerilen yaklaşık formülasyonlara ek olarak, benzer özellikteki camiler için 1. modda, 3Hz ila 7Hz arasında; 2. modda 4Hz ila 9Hz arasında ve 3. modda 5Hz ila 12Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.30 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 1.70 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Herhangi bir modun doğal frekansının belirlenmesi durumunda bu oranlar kullanılmak suretiyle diğer frekansların yaklaşık olarak da elde edilebileceği düşünülmektedir.

3.2.1.2. Kargir Kubbeli Yiğma Taş Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Kargir kubbeli yiğma taş camiler özelinde yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda on camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için doğal frekansları belirlenmiştir. Örneklerin dinamik karakteristiklere etken olacağı düşünülen parametreleri ve belirlenen doğal frekansları Tablo 3.21’de sunulmuştur.

Tablo 3.21. Kargir kubbeli yiğma taş camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Cami Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			Geometrik Özellikler (m)						
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	E	B	S	D	H	KK	TA(m ²)
1	Ortahisar Hacı Kasım	5.677	5.873	6.896	12.25	11.81	0	0.65	14.58	0.20	31.28
2	Ortahisar Molla Siyah	7.445	7.831	11.210	11.99	7.53	4.37	0.74	14.58	0.70	31.78
3	Şebinkarahisar Behramşah	6.744	8.249	10.560	11.44	11.57	3.80	1.25	17.07	0.79	57.53
4	Giresun Kapu	5.544	5.797	7.780	12.99	13.03	0	0.78	27.9	0.35	40.59
5	Giresun Kale	8.313	9.327	10.950	10.69	10.68	0	0.75	19.39	0.40	32.06
6	Gümüşhane Emirler	10.530	11.080	17.620	8.50	9.40	0	1.25	13.54	0.60	44.75
7	Şebinkarahisar Fatih	4.619	5.030	6.544	16.88	22.09	4.08	1.06	25.30	0.36	90.88
8	Ortahisar Fatih	4.631	5.290	5.452	42.33	17.23	6.75	1.10	16.85	0.60	144.14
9	Ortahisar Küçük Fatih	9.371	16.270	23.850	23.46	8.20	4.00	0.90	5.65	0.80	62.69
10	Ortahisar Ayasofya	7.177	7.972	9.063	14.50	35.60	6.80	1.10	18.5	0.70	121.24

Tablo 3.21’de sunulan geometrik özelliklerden; E cami enini, B cami boyunu, S son cemaat boyunu, D duvar kalınlığını, TA taban alanını, H cami yüksekliğini (zeminden kubbe üstüne kadar olan yükseklik), KK kubbe et kalınlığını metre cinsinden ifade etmektedir. İlerleyen bölümlerde sunulacak tanımlamalarda da bu kısaltmalar

kullanılacaktır. Eserlerin taban alanlarının tespitinde ahşap çatılı yığma taş camiler bölümünde hesaplanan yöntem kullanılmıştır.

Kargir kubbeli yığma taş camilerin deneysel yöntemlerle elde edilen doğal frekansları istatistiksel olarak analiz edilirken, elde edilen formülasyonun kontrolü için ortalama değerlere sahip Giresun Merkez Kale Camisi kontrol verisi olarak ayrı tutulmuştur.

Tablo 3.22’de, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 1. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol camisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.22. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							1. Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	TA	D	KK	S	R^2	Standart Hata	F	
x	x	x	x	x	x	x	0.996	0.358	36.947	6.87
x	x	x		x	x	x	0.941	0.990	5.333	6.56
x	x	x		x		x	0.844	1.319	3.234	9.97
x	x			x		x	0.393	2.249	0.640	19.77
x	x	x					0.678	1.466	3.507	17.10
x	x	x		x			0.694	1.597	2.268	19.44
x	x						0.229	2.070	0.891	8.58
			x				0.134	2.031	1.084	9.21
		x					0.550	1.465	8.535	15.23
		x	x				0.552	1.578	3.693	16.44

Kargir kubbeli yığma camilerin birinci moduna ilişkin R^2 , standart hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde, tüm parametrelerin kullanıldığı kombinasyon en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Seçilen kombinasyona göre kargir kubbeli yığma camilerde deneysel 1. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.4)’te sunulan formül önerilmiştir.

$$f_1=25.230-0.715E-0.518B-1.706S-17.690D-0.447H+10.554KK+0.352TA \quad (3.4)$$

Tablo 3.23'te, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 2. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.23. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							2.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	TA	D	KK	S	R^2	Standart Hata	F	
x	x	x	x	x	x	x	0.997	0.544	49.707	11.17
x	x	x		x	x	x	0.973	1.165	12.355	2.59
x	x	x		x		x	0.861	2.180	3.744	3.14
x	x			x		x	0.243	4.422	0.320	21.17
x	x	x					0.696	2.503	3.828	20.12
x	x	x		x			0.699	2.786	2.326	18.62
x	x						0.123	3.884	0.423	5.03
			x				0.046	3.752	0.339	4.96
		x					0.575	2.503	9.491	8.96
		x	x				0.633	2.512	5.185	18.40

Kargir kubbeli yığma camilerin ikinci moduna ilişkin R^2 , Standart Hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde 1. moddaki gibi tüm parametrelerin etken olduğu kombinasyon belirlenmiştir. 2. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.5)'te sunulan formül önerilmiştir.

$$f_2=8.602+1.245E+1.584B-1.238S+12.961D-1.157H+9.644KK-0.404TA \quad (3.5)$$

Tablo 3.24'te, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 3. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.24. Kargir kubbeli yığma taş camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							3.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	TA	D	KK	S	R ²	Standart Hata	F	
x	x	x	x	x	x	x	0.984	2.129	9.024	16.32
x	x	x		x	x	x	0.979	1.750	15.49	25.82
x	x	x		x		x	0.904	3.048	5.659	40.53
x	x			x		x	0.310	7.08	0.450	6.104
x	x	x					0.720	4.036	4.284	4.88
x	x	x		x			0.720	4.511	2.572	4.420
x	x						0.202	6.219	0.760	15.63
			x				0.098	6.121	0.760	16.27
		x					0.656	3.780	13.344	5.94
		x	x				0.680	3.934	6.393	2.88

Kargir kubbeli yığma taş camilerin üçüncü moduna ilişkin R², Standart Hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde 1. ve 2. modda olduğu gibi tüm parametreleri esas alan kombinasyon tercih edilmiştir. 3. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.6)'da sunulan formül önerilmiştir.

$$f_3=2.460+1.24E+1.764B-2.609S+7.781D-1.930H+15.407KK-0.328TA \quad (3.6)$$

Ahşap çatılı yığma camilerde olduğu gibi eldeki veri grubunun ve etkenlerin nitelikli analizler için artırılması daha yaklaşık sonuçların elde edilmesine imkân verebilecektir. Yukarıda sunulan formülasyonlardan elde edilecek kargir kubbeli yığma camilerin yaklaşık doğal frekans formülleri uygulamacıların model kalibrasyonu işlemlerinde referans olarak alınabileceği değerlendirilmektedir.

Yukarıda önerilen yaklaşık formülasyonlara ek olarak, benzer özellikteki kargir kubbeli yığma camiler için 1. ve 2. modda, 5Hz ila 10Hz arasında; 3. modda 6Hz ila 11Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.15 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 1.50 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekansı

yardımıyla bu orantılar kullanılmak suretiyle diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

3.2.1.3. Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camiler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda yedi adet ahşap taşıyıcı sistemli camide çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için doğal frekansları belirlenmiştir. Değerlendirme kapsamında kontrol verisi olarak ayrılan Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camisi dışında tüm camilerin ölçüm verileri kullanılmıştır. Örneklerin dinamik karakteristiklere etken olacağı düşünülen parametreleri ve belirlenen doğal frekansları Tablo 3.25'te sunulmuştur.

Tablo 3.25. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Cami Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			Geometrik Özellikler (m)				
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	E	B	S	D	H
1	Araklı Bereketli	6.361	6.859	8.514	6.39	5.61	3.30	0.04	3.00
2	Dernekpazarı Günebakan	4.891	6.014	8.648	9.05	9.22	2.55	0.06	4.46
3	Sürmene Kuşluca	2.251	3.976	4.487	8.50	8.57	2.41	0.05	3.94
4	Çaykara Taşkıran	4.477	5.240	5.672	9.60	11.30	0	0.09	7.25
5	Çaykara Taşören	5.384	6.354	7.174	8.70	13.63	0	0.04	4.90
6	Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü	3.965	4.705	6.713	9.79	7.59	2.46	0.05	4.45
7	Borçka Düzköy	2.903	3.030	4.503	10.81	8.28	2.95	0.06	6.93

Tablo 3.25'de sunulan geometrik özelliklerden; E cami enini, B cami boyunu, S son cemaat boyunu, D duvar kalınlığını, H cami yüksekliğini (zeminden çatı altına kadar olan beden duvarları yüksekliği) metre cinsinden ifade etmektedir. İlerleyen bölümlerde sunulacak tanımlamalarda da bu kısaltmalar kullanılacaktır.

Tablo 3.26'da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 1. moddaki R^2 , standart hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu

elde edilen formüller ile kontrol elemanının test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel fark sunulmuştur.

Tablo 3.26. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler					1. Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	D	S	R ²	Standart Hata	F	
		x			0.05	0.609	0.215	6.40
			x		0.02	1.708	0.085	11.91
x	x				0.499	1.410	1.496	6.30
x	x	x			0.563	1.613	0.860	3.20
x	x		x		0.543	1.651	0.792	11.30
x	x			x	0.516	1.700	0.711	3.50
x	x	x	x		0.569	2.267	0.330	4.10

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin birinci moduna ilişkin R², standart hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde en etken parametreler en, boy ve yükseklik olarak belirlenmiştir. Uygulamacılar için verileri derlemede kolaylık açısından da oldukça uygun olarak değerlendirilen bu kombinasyona göre, ahşap taşıyıcı sistemli camilerde yaklaşık 1. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.7)'de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_1=11.586-1.275E+0.197B+0.430H \quad (3.7)$$

Tablo 3.27'da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 2. moddaki R², Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisiyle test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.27. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler					2.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	D	S	R ²	Standart Hata	F	
		x			0.101	1.568	0.451	6.89
			x		0.020	1.638	0.083	12.69
x	x				0.672	1.094	3.075	4.19
x	x	x			0.714	1.251	1.663	2.15
x	x		x		0.745	1.182	1.946	9.37
x	x			x	0.686	1.311	1.455	11.34
x	x	x	x		0.762	1.614	0.800	19.45

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin ikinci moduna ilişkin R², Standart Hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde seçilen parametreler 1. modda olduğu gibi en, boy ve yüksekliktir. Bu kombinasyona göre ahşap taşıyıcı sistemli camilerde yaklaşık 2. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.8)'de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_2=13.038-1.34E+0.242B+0.332H \quad (3.8)$$

Tablo 3.28'da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 3. moddaki R², Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.28. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler					2. Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
E	B	H	D	S	R ²	Standart Hata	F	
		x			0.184	1.908	0.904	8.73
			x		0.048	2.062	0.200	1.54
x	x				0.387	1.910	0.946	12.74
x	x	x			0.387	2.340	0.421	12.82
x	x		x		0.394	2.326	0.433	14.18
x	x			x	0.475	2.164	0.604	29.05
x	x	x	x		0.451	3.129	0.206	30.83

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin üçüncü moduna ilişkin R², Standart Hata ve F değerleri ve kontrol elemanı ile oluşan fark birlikte değerlendirildiğinde en etken parametreler olarak en ve boy uzunluğu belirlenmiştir. Bu kombinasyona göre ahşap çatılı yığma camilerde yaklaşık 3. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.9)'da sunulan formül önerilmiştir.

$$f_3=13.937-0.987E+0.127B \quad (3.9)$$

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde diğer camii çeşitlerinde de önerildiği gibi eldeki veri grubunun ve etkenlerinin nitelikli analizler için arttırılması daha yaklaşık sonuçların elde edilmesine imkân verebilecektir. Yukarıda sunulan formülasyonlardan elde edilecek ahşap taşıyıcı sistemli camilerin yaklaşık doğal frekans formüllerinin uygulamacıların model kalibrasyonu işlemlerinde referans olarak alınabileceği değerlendirilmektedir.

Yukarıda önerilen yaklaşık formülasyonlara ek olarak, benzer özellikteki ahşap taşıyıcı sistemli camiler için 1. modda, 2.5Hz ila 6Hz arasında; 2. modda, 3Hz ila 7Hz arasında; 3. modda 4.5Hz ila 9Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.25 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 1.60 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu orantılar kullanılmak suretiyle diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

3.2.2. Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Yığma taş minareler, ahşap minareler ve betonarme minareler üzerinde yapılan saha çalışmaları neticesinde elde edilen deneysel doğal frekanslar veri tabanı olarak kullanılmış ve ayrı ayrı irdelenmiştir.

3.2.2.1. Yığma Taş Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Taştan yapılmış yığma minarelerin doğal frekansları bakımından incelendiği bu kısımda, farklı boyutlarda on dokuz minarede çevresel titreşim testi ölçümlerinden elde edilen doğal frekans verileri kullanılmıştır. Örneklerin dinamik karakteristiklere etken olacağı düşünülen parametreleri ve belirlenen doğal frekansları Tablo 3.29'da sunulmuştur.

Yığma taş minarelerin deneysel yöntemlerle elde edilen doğal frekansları istatistiksel olarak analiz edilirken; betonarme temeller üzerine tamamen yeni olarak inşa edilen Trabzon Ortahisar Tahtalı Camii Minaresi verileri, çıktıları olumsuz etkiyeceği düşünüldüğünden değerlendirme dışı bırakılmıştır. Elde edilen formülasyonun kontrolü için ise Trabzon Ortahisar Küçük Fatih Camii Minaresi seçilmiştir. Giresun Çınarlar Camisi Minaresinin üçüncü modundaki deneysel doğal frekans tespit edilemediğinden 3. modda bu cami değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Tablo 3.29. Yığma taş minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Minare Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			H	Çap			Kalınlık		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod		C _k	C _g	C _p	D _k	D _g	D _p
1	Gülbahar	1.419	1.617	3.771	26.91	2.25	1.38	1.32	0.41	0.13	0.10
2	Hacıbaşı	1.988	2.171	4.355	21.93	2.54	1.69	1.43	2.54	0.20	0.16
3	Sundura	3.980	4.158	6.815	17.73	2.56	1.50	1.50	2.56	0.18	0.18
4	Tavanlı	1.170	1.122	2.929	24.84	2.50	1.67	1.67	0.58	0.17	0.17
5	Hoca Halil	2.372	2.510	3.848	18.20	2.30	1.55	1.35	0.55	0.16	0.16
6	Gültepe	2.530	2.657	7.396	22.06	2.50	1.77	1.58	0.58	0.22	0.18
7	Tahtalı	4.631	4.695	9.419	18.95	2.64	1.60	1.46	0.52	0.20	0.13
8	Ulu Cami	2.102	2.446	6.741	18.00	2.70	2.25	1.60	0.80	0.65	0.25
9	Çınarlar	2.002	2.080	2.308	20.39	2.96	1.47	1.34	0.53	0.19	0.12
10	Hacı Kasım	3.221	3.388	6.282	22.60	1.80	1.48	1.48	0.36	0.20	0.18
11	Behramşah	2.034	2.110	6.099	22.13	3.09	2.23	1.78	0.90	0.47	0.22
12	Kapu	1.685	1.768	9.229	28.06	2.63	1.70	1.70	0.48	0.16	0.13
13	Kale	1.845	2.009	8.119	22.06	3.23	1.50	1.29	0.57	0.15	0.12
14	Emirler	1.915	2.020	4.115	23.81	2.45	1.84	1.83	0.54	0.24	0.18
15	Ş.Fatih	1.311	1.514	6.758	27.19	3.79	1.93	1.68	1.04	0.22	0.19
16	K. Fatih	1.989	2.274	8.004	24.75	2.56	1.80	1.80	0.70	0.22	0.22
17	Fatih	0.738	0.740	3.207	35.78	2.80	1.71	1.71	0.70	0.15	0.15
18	Tabakhane	1.758	2.052	4.540	25.00	2.80	1.80	1.70	2.50	0.20	0.16
19	Şeyh	1.012	1.066	4.416	38.46	2.98	1.66	1.66	0.95	0.22	0.22

Tablo 3.29’da sunulan geometrik özelliklerden; H minare toplam yüksekliğini, C_k kaide çapını ya da genişliğini, C_g gövde çapını, C_p petek çapını, D_k kaide et kalınlığını, D_g gövde et kalınlığını, D_p petek et kalınlığını metre cinsinden ifade etmektedir. İlerleyen bölümlerde sunulacak tanımlamalarda da bu kısaltmalar kullanılacaktır.

Tablo 3.30’da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 1. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol elemanının test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.30. Yığma taş minarelerin 1. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							1.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
H	C_k	C_g	C_p	D_k	D_g	D_p	R^2	Standart Hata	F	
x							0.526	0.564	16.656	3.89
	x						0.182	0.740	3.344	3.19
	x	x	x				0.260	0.757	1.517	13.42
		x					0.028	0.807	0.434	4.47
			x				0.089	0.781	1.469	18.38
x	x						0.594	0.539	10.284	0.65
x	x	x	x				0.644	0.546	5.421	10.31
				x	x	x	0.096	0.836	0.461	3.41
				x			0.086	0.783	1.408	6.34
x				x			0.556	0.564	8.778	6.35
x				x	x	x	0.668	0.528	6.029	24.52
x	x			x			0.643	0.525	7.813	3.03
x	x	x	x	x	x	x	0.800	0.472	5.153	25.21

Yapılan regresyon analizi sonuçlarının yansıtıldığı Tablo 3.30’daki veriler irdelendiğinde, R^2 , Standart Hata ve F değerleri ve kontrol minaresinin değeri ile olan farkı göz önüne alınarak, verileri daha önemli şekilde etkidiği gözlenen kriterlerin, tüm modlarda yükseklik ve kaide çapı (genişliği) olduğu belirlenmiştir. Bu kombinasyona göre yığma taş minarelerin yaklaşık 1. doğal frekansının analitik olarak tahminine yönelik (3.10)’da sunulan formül önerilmiştir.

$$f_1=5.487-0.092H-0.482C_k \quad (3.10)$$

Tablo 3.31’de, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 2. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.31. Yığma taş minarelerin 2. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							2.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
H	C _k	C _g	C _p	D _k	D _g	D _p	R ²	Standart Hata	F	
x							0.339	1.194	7.677	1.73
	x						0.013	1.458	0.199	6.18
	x	x	x				0.211	1.400	1.156	35.88
		x					0.080	1.407	1.312	2.26
			x				0.209	1.305	3.959	35.03
x	x						0.339	1.235	3.592	1.22
x	x	x	x				0.475	1.188	2.718	5.00
				x	x	x	0.096	1.499	0.461	40.53
				x			0.005	1.464	0.071	2.39
x				x			0.340	1.235	3.596	2.38
x				x	x	x	0.378	1.295	1.820	9.80
x	x			x			0.340	1.280	2.235	1.86
x	x	x	x	x	x	x	0.635	1.145	2.237	7.78

Yapılan regresyon analizi sonuçlarının yansıtıldığı Tablo 3.31’deki veriler irdelendiğinde, R^2 , standart hata ve F değerleri ve kontrol minarenin değeri ile olan farkı ve kolay ulaşılabilir değerleri de göz önüne alarak yükseklik ve kaide genişliğinin etken parametreler olduğu kombinasyon seçilmiştir. Bu kombinasyona göre yığma taş minarelerin yaklaşık 2. doğal frekansın analitik olarak tahminine yönelik (3.11)’de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_2=5.714-0.146H+0.08C_k \quad (3.11)$$

Tablo 3.32’de, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre 3. moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri ile bu analizler sonucu elde edilen formüller ile kontrol verisinin test edilmesi sonucu oluşan yüzdesel farklar sunulmuştur.

Tablo 3.32. Yığma taş minarelerin 3. doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler							3.Mod			Kontrol Verisi ile Olan Fark (%)
H	C _k	C _g	C _p	D _k	D _g	D _p	R ²	Standart Hata	F	
x							0.038	2.190	0.554	33.35
	x						0.067	2.158	0.995	35.14
	x	x	x				0.075	2.320	0.324	38.03
		x					0.022	2.209	0.317	32.10
			x				0.001	2.233	0.014	32.13
x	x						0.142	2.146	1.079	35.38
x	x	x	x				0.157	2.314	0.510	33.24
				x	x	x	0.107	2.279	0.480	36.57
				x			0.063	2.161	0.953	32.36
x				x			0.127	2.166	0.943	30.20
x				x	x	x	0.140	2.336	0.448	26.72
x	x			x			0.127	2.166	0.943	30.20
x	x	x	x	x	x	x	0.456	2.180	0.957	29.83

Yapılan regresyon analizi sonuçlarının yansıtıldığı Tablo 3.31’deki veriler irdelendiğinde, R^2 , standart hata ve F değerleri ve kontrol minarenin değeri ile olan farkı göz önüne alınarak, istenilen değerlerden uzak da olsa elde edilen en iyi kombinasyon olarak tüm etken parametrelerin birlikte rol aldığı kombinasyon görülmektedir. Ancak uygulamadaki veri temini zorluğu ve 1. ve 2. moddaki etken parametreler değerlendirilerek 3. modun yaklaşık doğal frekans tespit formülünde yükseklik ve kaide genişliği etkenleri kullanılarak formül önerilmiştir. Bu kombinasyona göre yığma taş minarelerin yaklaşık 3. doğal frekansın analitik olarak yaklaşık tahminine yönelik (3.12)’de sunulan formül önerilmiştir.

$$f_3=3.680-0.107H+1.598C_k \quad (3.12)$$

Yukarıda önerilen yaklaşık formülasyonlara ek olarak, benzer özellikteki yığma taş minareler için 1. ve 2. modda, 0.7Hz ila 2.5Hz arasında; 3. modda 3Hz ila 8Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Özellikle yığma minarelerin geometri ve davranışı sebebiyle ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakınsadığı verilerden görülmektedir. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 3.00 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu orantılar kullanılmak suretiyle diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

Elde edilen yaklaşık formülasyonlar, Hacıfendioğlu ve Maraş'ın (2016) Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile incelediği Samsun Büyük Camii Minaresindeki doğal frekanslar ile başka bir teste daha tabi tutulmuştur. 32.07m yükseklikte ve 3.13m kaide genişliğine sahip minarenin çalışma kapsamında elde edilmiş ilk üç doğal frekansı, (3.10), (3.11) ve (3.12)'da önerilen yaklaşık doğal frekans belirleme formülasyonları ile hesaplanmış ve veriler karşılaştırılmıştır. Bulunan değerler ve hata oranları Tablo 3.33'te sunulmuştur.

Tablo 3.33. Samsun Büyük Camii Minaresi deneysel ve önerilen yaklaşık formülasyonlardan hesaplanan doğal frekanslar

Mod No	Deneysel Doğal Frekans (Hz) (Hacıfendioğlu ve Maraş, 2016)	Önerilen Formüller ile Hesaplanan Doğal Frekans (Hz)	Hata Oranı (%)
1	1.025	1.028	0.28
2	1.270	1.282	0.96
3	4.980	5.250	5.42

Tablo 3.33'de sunulan verilerden, önerilen formülasyonların deneysel doğal frekansın yaklaşık tahmini noktasında oldukça başarılı sonuç verdiği görülmüştür.

Literatürde yığma kule tipi yüksek yapılar için deneysel frekansın ampirik olarak belirlenmesine ilişkin çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 3.34'te literatürde

araştırmacıların önerdiği 1. doğal frekansın hesabına yönelik formülasyonlar ve örnek olarak kullanılan Trabzon Küçük Fatih Camisi Minaresi üzerinde karşılaştırmalı sonuçları da sunulmuştur.

Tablo 3.34. Literatürdeki doğal frekans formülasyonu önerileri ve örnek minare üzerinde karşılaştırılması

Araştırmacı	Formül	Hesaplanan 1. Doğal Frekans (Hz)	Deneysel Değer ile Oluşan Fark (%)
Faccioa vd. (2009)	$1/0.0187H$	2.161	8.63
Rainieri ve Fabbrocin (2011)	$1/(0.01137H)^{1.138}$	2.282	14.73
NCSE-02 (İşpanyol standartı, 2002)	$\frac{\sqrt{L}}{(0.06\sqrt{\left(\frac{H}{2L+H}\right)})}$	30.00	1408.30
Shakya vd. (2016)-1	$1/0.1178H^{0.533}$	1.535	22.83
Shakya vd. (2016)-2	$W/0.1H(H/(W+H))$	1.143	27.45
Shakya vd. (2016)-3	$8.03(H/B)^{-0.86}$	1.141	42.63
Tezde nerilen Formülasyonlar (2017)	$5.487-0.092H-0.482C_k$	1.976	0.65

Tablo 3.34'te sunulan orijinal öneri formüllerindeki H yükseklik, L, B ve C_k ise taban genişliğini ifade etmektedir. rnek olarak seçilen caminin 1. deneysel doğal frekansı 1.989Hz olup, çalışma kapsamında önerilen yaklaşık formülün bu değerine en yakın sonuca ulaştığı görülmektedir.

3.2.2.2. Ahşap Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde farklı boyutlarda dört ahşap minarede çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için doğal frekansları belirlenmiştir. Örneklerin dinamik karakteristiklere etken olacağı düşünülen parametreleri ve belirlenen doğal frekansları Tablo 3.35’te sunulmuştur.

Ahşap minarelerde ölçüm alınma imkânı bulunan yalnızca dört adet örnek olduğu için bu kısımdaki değerlendirmeler genelleştirilmeden sunulmuştur. Ayrıca, herhangi bir kontrol verisi ayrılmamış tüm minare verileri regresyon analizine konu edilmiştir. Araklı Bereketli Camisi Minaresinin üçüncü modunda doğal frekans tespiti yapılamadığından, diğer üç minare ile 3. modun analizi yapılmıştır.

Tablo 3.35. Ahşap minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Minare Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			Geometrik Özellikler (m)		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	H	C _g	D _g
1	Araklı Bereketli Camii Minaresi	3.196	3.393	-----	14.31	1.20	0.08
2	Sürmene Çamburnu Kuşluca Camii	2.258	2.506	4.326	17.12	1.60	0.08
3	Çaykara Taşkırın Köyü Camii Minaresi	0.982	1.060	4.102	24.50	1.50	0.08
4	Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii Minaresi	3.969	4.084	4.809	11.45	1.30	0.10

Tablo 3.35’te, H minare yüksekliğini, C_g gövde çapını, D_g ise gövdede minare et kalınlığını metre cinsinden ifade etmektedir.

Tablo 3.36’da, yapılan regresyon analizi sonucunda seçilen parametrelerin kombinasyonlarına göre ilk üç moddaki R², Standart Hata ve F değerleri sunulmuştur.

Tablo 3.36. Ahşap minarelerin doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Etken Parametreler			1. Mod			2.Mod			3.Mod		
H	C _g	D _g	R ²	Standart Hata	F	R ²	Standart Hata	F	R ²	Standart Hata	F
x			0.977	0.239	85.295	0.977	0.238	85.295	0.922	0.143	11.742
	x		0.476	1.140	1.820	0.451	1.184	1.641	0.635	0.309	1.740
		x	0.502	1.111	2.020	0.457	1.178	1.684	0.904	0.159	9.408
x	x		0.990	0.227	47.778	0.989	0.227	47.780	Analiz için yeterli veri yok		
x		x	0.987	0.259	36.548	0.987	0.259	36.548	Analiz için yeterli veri yok		
	x	x	0.717	1.184	1.267	0.665	1.308	0.992	Analiz için yeterli veri yok		

Regresyon analizi sonuçlarının yansıtıldığı Tablo 3.36'daki veriler irdelendiğinde, R², standart hata ve F değerleri göz önüne alınarak, verileri daha önemli şekilde etkidiği gözlenen kriterlerin 1 ve 2. modlarda yükseklik ve çapı, 3. modda ise yükseklik olarak belirlenmiştir. Ahşap minarelerin sayısının az olması tüm kriterlerin birlikte değerlendirilmesine imkân vermemiştir. Ancak bu veriler ışığında dahi ahşap minarenin yükseklik faktörünün oldukça etken bir parametre olduğu değerlendirilmesi yapılabilir. Yapılan analiz neticesinde ahşap minareler için en etken kombinasyon verilerinden ortaya çıkan 1., 2. ve 3. moddaki yaklaşık doğal frekans formülleri aşağıda sunulmuştur.

$$f_1=7.484-0.207H-0.995C_g \quad (3.13)$$

$$f_2=7.462-0.217H-0.749C_g \quad (3.14)$$

$$f_3=5.350-0.053H \quad (3.15)$$

Ahşap minarelerin ilk üç moddaki deneysel doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.13), (3.14) ve (3.15) formülasyonlarının bir yaklaşım olarak alınabileceği değerlendirilmiştir.

Yukarıda önerilen yaklaşım formülasyonlarına ek olarak, benzer özellikteki ahşap minareler için 1. ve 2. modda, 1Hz ila 4Hz arasında; 3. Modda 4Hz ila 5Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ahşap minarelerde de yığma minarelerdeki gibi geometri ve davranışı sebebiyle ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakınsadığı görülmektedir. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki

değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 2.50 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu orantılar kullanılmak suretiyle, diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

3.2.2.3. Betonarme Minareler İçin Doğal Frekans Formülü Geliştirilmesi

Tarihi eser camilerin birçoğunun yanında betonarme minareler görmek mümkündür. Bunun yanında betonarme camiler ve bu camilerin minareleri de düşünüldüğünde, betonarme minarelerin dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi konusu başlı başına bir çalışma konusudur. Bu çalışma kapsamında yapılan deneysel incelemelerde betonarme minareler yalnızca yükseklik parametresi ile bağıntılı olarak incelenmiştir. Farklı boyutlarda sekiz adet betonarme minarede çevresel titreşim testi ölçümleri alınarak ilk üç mod şekli için doğal frekansları belirlenmiştir. Tablo 3.37’de betonarme minarelerin tespit edilen deneysel doğal frekansları ile yükseklikleri sunulmuştur.

Tablo 3.37. Betonarme minarelerin deneysel doğal frekansları ve geometrik özellikleri

Minare Adı		Deneysel Doğal Frekanslar (Hz)			Minare Yükseklikleri (m)
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	H
1	Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii Minaresi	0.896	0.936	4.962	35.00
2	Çarşıbaşı Camii Minare-1	0.971	1.083	3.693	40.00
3	Çarşıbaşı Camii Minare-2	0.957	1.104	3.619	40.00
4	Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minare-1	0.520	0.539	2.713	55.00
5	Akçaabat Kavaklı Rahman Camii Minare-1	0.551	0.554	2.739	55.00
6	Akçaabat Darıca Camii Minaresi	0.928	0.968	4.365	45.00
7	Çaykara Taşören Camii Minaresi	1.822	1.888	2.642	24.00
8	Dernekpazarı Günebakan Köyü Camii	0.946	1.031	5.220	34.00

Betonarme minarelerin deneysel yöntemlerle elde edilen doğal frekansları istatistiksel olarak analiz edilirken, elde edilen formülasyonun kontrolü için Rize Çayeli Çarşıbaşı Camii Minare-2 ayrı tutulmuştur. Tablo 3.38’de, yapılan regresyon analizi sonucuna göre ilk üç moddaki R^2 , Standart Hata ve F değerleri sunulmuştur.

Tablo 3.38. Betonarme minarelerin doğal frekanslarının istatistiksel değerlendirilmesi

Seçilen Parametreler	1. Mod			2.Mod			3.Mod		
	R^2	Standart Hata	F	R^2	Standart Hata	F	R^2	Standart Hata	F
x	0.790	0.216	18.836	0.816	0.211	22.190	0.108	1.144	0.605

Regresyon analizi sonuçlarının yansıtıldığı Tablo 3.38’deki veriler irdelendiğinde, R^2 , Standart Hata ve F değerleri bakımından özellikle ilk iki moda kabul edilebilir değerlere ulaşıldığı, üçüncü modun verilerinin ise olumsuz olduğu görülmektedir.

Yapılan analiz neticesinde betonarme minareler için en etken kombinasyon verilerinden ortaya çıkan 1., 2. ve 3. moddaki yaklaşık doğal frekans formülleri aşağıda sunulmuştur.

$$f_1=2.324-0.033H \quad (3.16)$$

$$f_2=2.463-0.036H \quad (3.17)$$

$$f_3=5.070-0.032H \quad (3.18)$$

Kontrol elemanı olarak veri grubundan ayrı tutulan Rize Çayeli Çarşıbaşı Camisi Minare-2’nin deneysel verileri ile önerilen formülasyonlar yardımıyla hesaplanan doğal frekans değerlerinin karşılaştırılması Tablo 3.39’da sunulmuştur.

Tablo 3.39. Betonarme minarelerin deneysel ve analitik doğal frekanslarının karşılaştırılması

Mod No	Deneysel Doğal Frekans (Hz)	Önerilen Formüller ile Hesaplanan Doğal Frekans (Hz)	Hata Oranı (%)
1	0.957	0.970	1.39
2	1.104	1.021	7.50
3	3.619	3.725	2.92

Tablo 3.39’da sunulan test sonuçları ve genel değerlendirmeler ışığında, betonarme minarelerin ilk üç moddaki doğal frekanslarının yaklaşık değerlerinin cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.16), (3.17) ve (3.18) formülasyonlarının kullanılabilmesi değerlendirilmiştir.

Yukarıda önerilen yaklaşık formülasyonlara ek olarak, benzer özellikteki betonarme minareler için 1. ve 2. modda, 0.5Hz ila 1.00Hz arasında; 3. modda 2.5Hz ila 5Hz arasında doğal frekans kabulü de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Betonarme minarelerin geometri ve davranışı sebebiyle yığma ve ahşap minarelere benzer şekilde ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakınsadığı verilerden görülmektedir. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde, 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 4.00 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekansı yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

3.3. Tarihi Cami ve Minarelerde Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi

Çalışma sürecinde Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğünce restore edilen ve restorasyon öncesi ve sonrası çevresel titreşim testi ölçümleri gerçekleştirilme imkanı bulunan cami ve minarelerin, dinamik karakteristiklerinin değişimi incelenerek restorasyon etkilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Camiler ahşap çatılı yığma, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap taşıyıcı sistemli olarak kendi içlerinde irdelenmiş, akabinde toplu halde de incelemeye tabi tutulmuştur. Minareler ise yığma taş ve ahşap olarak ayrı ayrı incelenmiştir.

3.3.1. Tarihi Camilerde Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi

Tarihi camilerdeki restorasyon etkileri, çalışma kapsamında sınıflandırıldığı şekilde ahşap çatılı yığma, kargir kubbeli yığma ve ahşap taşıyıcı sistemli örnekleri üzerinden incelenmiştir.

3.3.1.1. Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerde Restorasyon Etkileri

Tarihi ahşap çatılı yığma taş cami örneklerinin restorasyon öncesi ve sonrası çevresel titreşim testi ölçümlerine göre değerlendirmeleri yapılmıştır. Bu tip camilerden altı örnek üzerinden verilerin alınması imkânı olmuştur. Verilerin karşılaştırılması doğal frekans, mod şekilleri ve sönüm oranları üzerinden yapılmış, ardından nihai değerlendirmeler yapılmıştır.

Doğal Frekanslar Bakımından Restorasyon Etkileri

Yapıların dinamik karakteristiklerin önde gelen parametrelerinden olan doğal frekanslar, Bölüm 2’de detaylarıyla anlatıldığı şekilde Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle yapılan deneysel ölçümler ile elde edilmiştir. Yapılan restorasyon öncesi ve sonrası deneylerde kullanılan ivmeölçer sayıları, yerleşimleri ve yönlerinin aynı şekilde olmasına özen göstermekle birlikte, Dürbinar Camisinde yıkılan betonarme kubbe elemanları ve Orta Mahalle Camisinde restorasyon sonrası cami içinde fiziki olarak ölçüm alınamamasından dolayı, dış cepheden ölçüm alınması gibi farklılıklar da yaşanmıştır.

Ancak ilkesel olarak özellikle mod şekillerini de sağlıklı alacak şekilde restorasyon önce ve sonrası ölçümler benzer şekilde alınmaya çalışılmıştır.

Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen doğal frekans değerleri Tablo 3.40’ta sunulmuştur.

Tablo 3.40. Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon önce ve sonra doğal frekansları

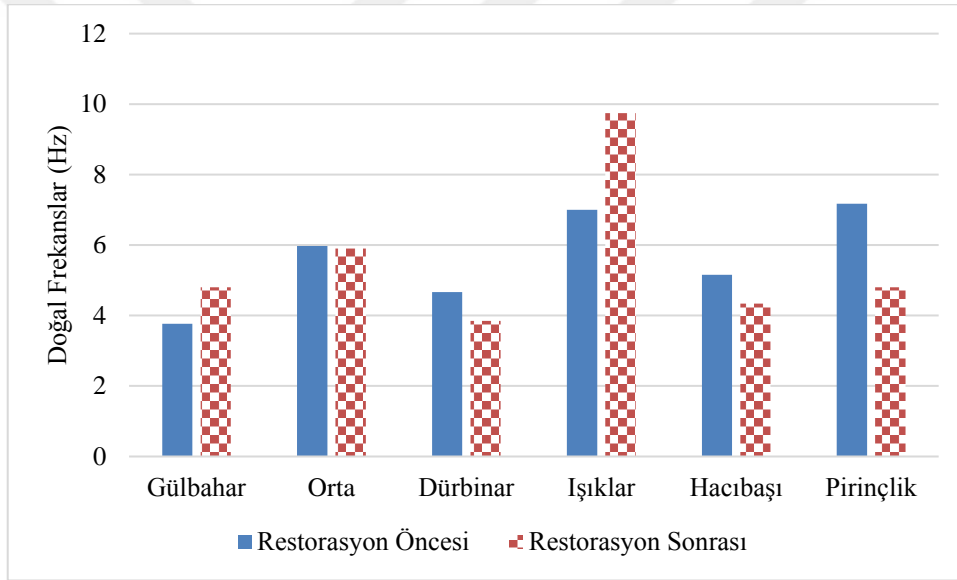
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekanslar (Hz)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii	3.763	4.199	5.027	4.801	5.700	7.668
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii	5.974	6.434	7.100	5.897	6.658	7.254
3	Trabzon Akçaabat Dürbinar Camii	4.663	6.718	9.778	3.851	6.526	11.340
4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camii	7.003	8.080	10.400	9.740	10.820	12.270
5	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	5.158	6.807	8.221	4.337	6.749	8.435
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii	7.170	9.084	11.630	4.800	6.476	8.409

Örnek camilerin doğal frekansları ayrıntılarıyla incelendiğinde frekans değişimleri;

- Rize Gülbahar Hatun Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 3.763Hz, 2. modda 4.199Hz ve 3. modda 5.027Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 4.801Hz, 2. modda 5.700Hz ve 3. modda 7.668Hz,
- Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 5.974Hz, 2. modda 6.434Hz ve 3. modda 7.100Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 5.897Hz, 2. modda 6.658Hz ve 3. modda 7.254Hz,
- Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 4.663Hz, 2. modda 6.718Hz ve 3. modda 9.778Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 3.851Hz, 2. modda 6.526Hz ve 3. modda 11.340Hz,
- Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 7.003Hz, 2. modda 8.080Hz ve 3. modda 10.400Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 9.740Hz, 2. modda 10.820Hz ve 3. modda 12.270Hz,

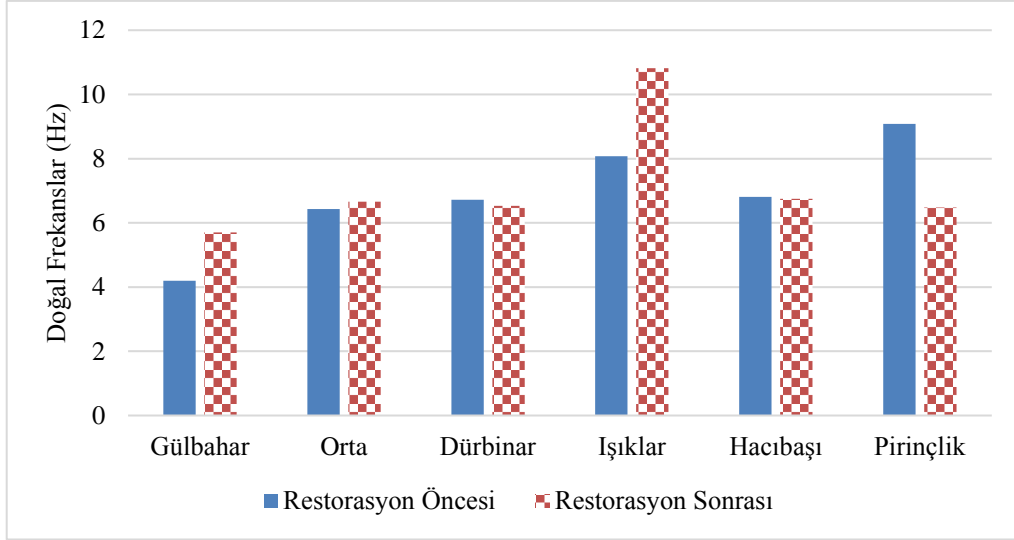
- Rize Çayeli Hacıbaşı Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 5.158Hz, 2. modda 6.807Hz ve 3. modda 8.221Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 4.337Hz, 2. modda 6.749 Hz ve 3. modda 8.435Hz,
- Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 7.170Hz, 2. modda 9.084Hz ve 3. modda 11.630Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 4.800Hz, 2. modda 6.476Hz ve 3. modda 8.409Hz olarak tespit edilmiştir.

Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.49'da, 2. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.50'de ve 3. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.51'de sunulmuştur.



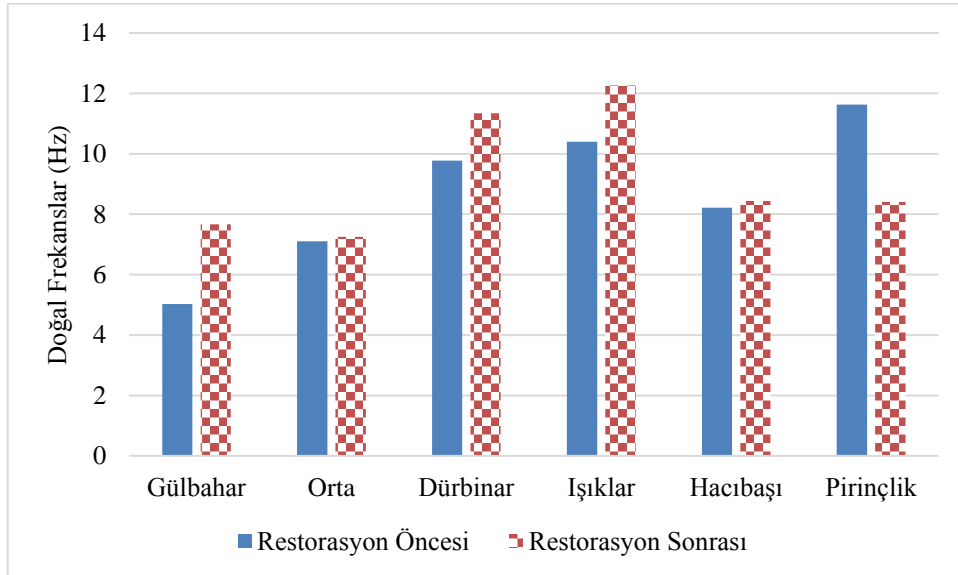
Şekil 3.49. Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekanslarının değişimi

Şekil 3.49'daki grafik incelendiğinde, restorasyon etkileri ile 1.modlarda Gülbahar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisinin, doğal frekansının hemen hemen aynı kaldığı, Dürbinar Camisi, Hacıbaşı Camisi ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir.



Şekil 3.50. Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 2. doğal frekanslarının değişimi

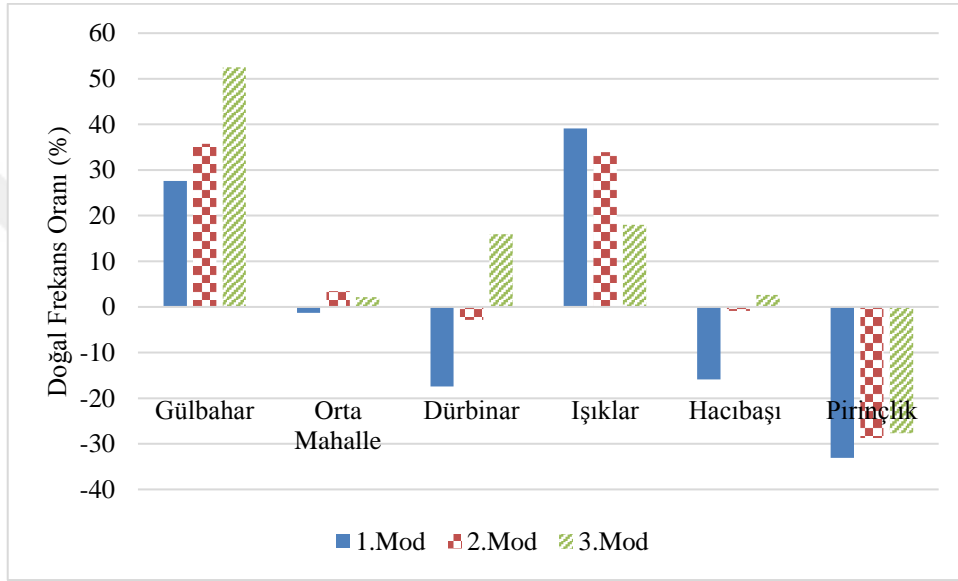
Şekil 3.50'deki grafik incelendiğinde, restorasyon etkileri ile 2.modlarda Gülbahar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisi, Dürbinar Camisi ve Hacıbaşı Camisi doğal frekanslarının büyük ölçüde benzeştiği ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir.



Şekil 3.51. Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 3. doğal frekanslarının değişimi

Şekil 3.51'deki grafik incelendiğinde, restorasyon etkileri ile 3.modlarda Gülbahar Camisi, Dürbinar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisi, ve Hacıbaşı Camisi doğal frekanslarının büyük ölçüde benzeştiği ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir.

Şekil 3.52'de tüm modlardaki doğal frekansların yüzdesel olarak değişimi grafik olarak verilmiştir.



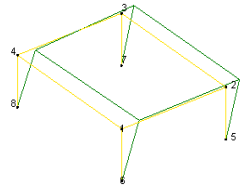
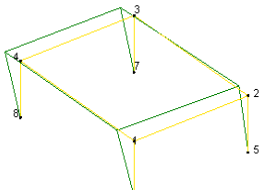
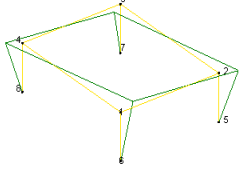
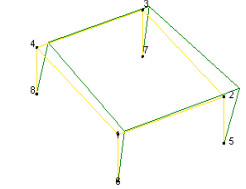
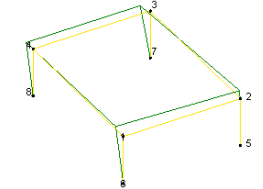
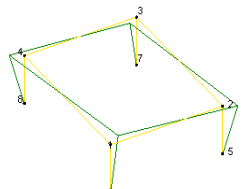
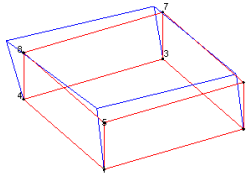
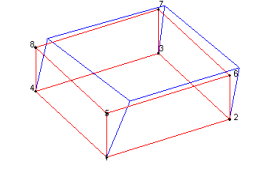
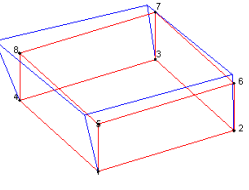
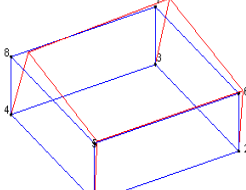
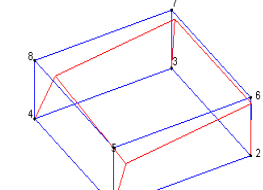
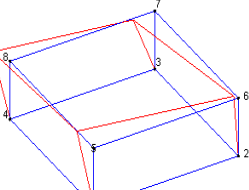
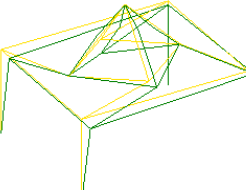
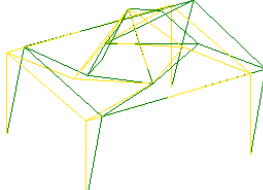
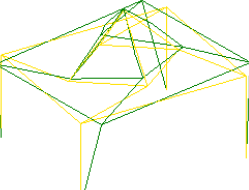
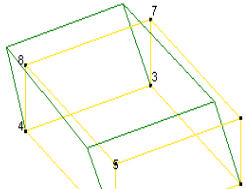
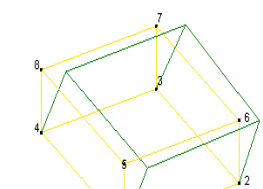
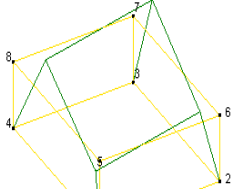
Şekil 3.52. Ahşap çatılı yağma camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişim grafiği

Doğal frekansların yüzdesel olarak değişimleri (Şekil 3.58) incelendiğinde, örneklerin ilk üç moduna göre %50'yi geçen artışın ile %30 seviyelerine varan azalmanın varlığı görülmektedir.

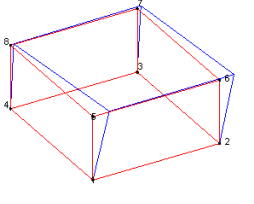
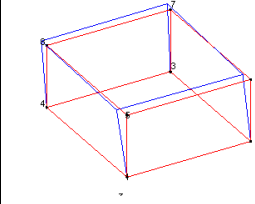
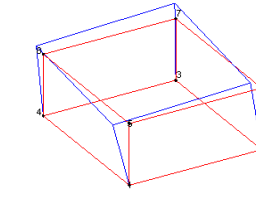
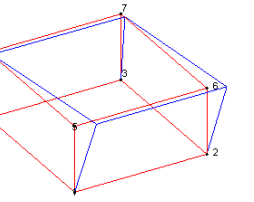
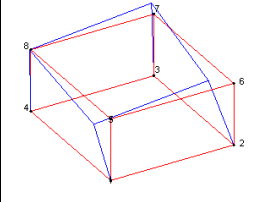
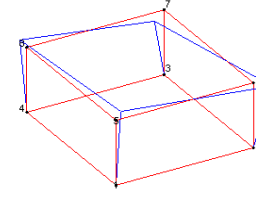
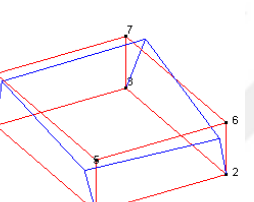
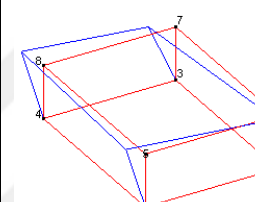
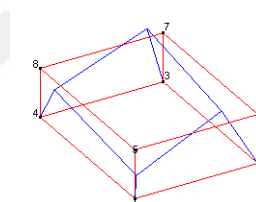
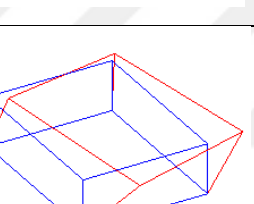
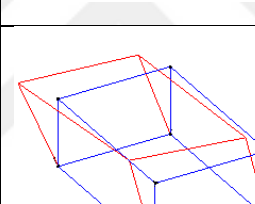
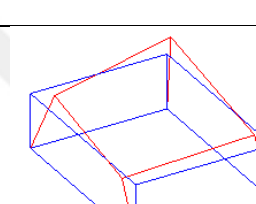
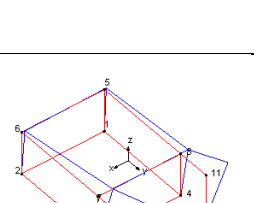
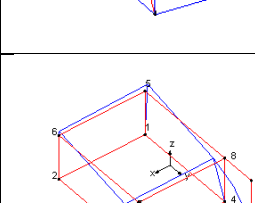
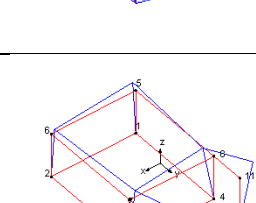
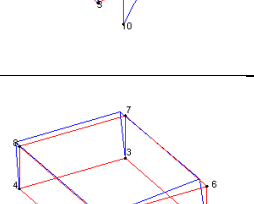
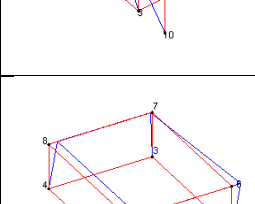
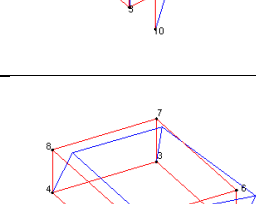
Mod Şekilleri Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap çatılı yağma taş camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen mod şekilleri Tablo 3.41'de sunulmuştur.

Tablo 3.41. Ahşap çatılı yığma taş camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri			
		1 Mod	2. Mod	3. Mod	
1	Rize Büyük Gülbahar	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
3	Trabzon Akçaabat Dürbinar	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			

Tablo 3.41'in devamı

4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
5	Rize Çayeli Hacıbaşı	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			

Tablo 3.41'de sunulan ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon önce ve sonrası durumlarına ait mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır:

- Rize Gülbahar Hatun Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Rize Çayeli Hacıbaşı Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket ve burulma hareketi, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

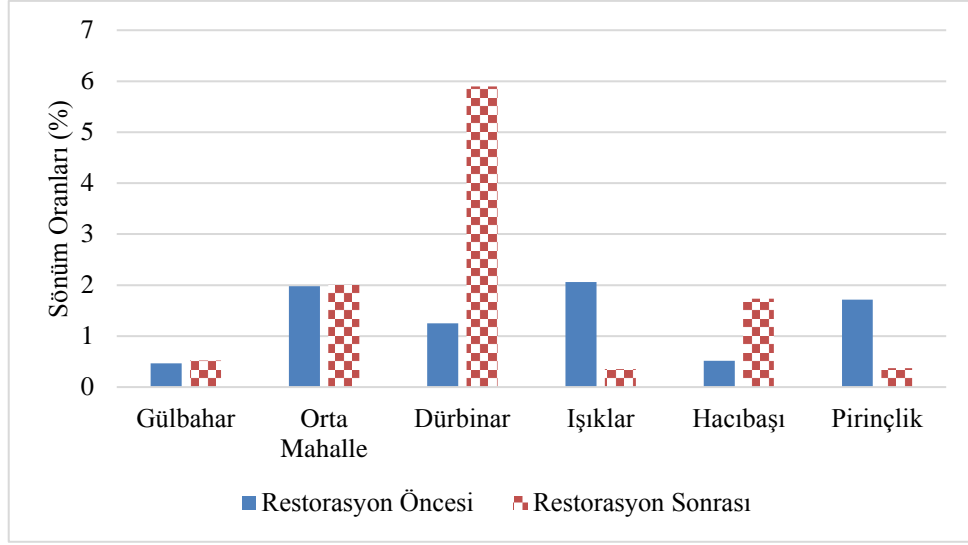
Sönüm Oranları Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap çatılı yığma taş camilerin restore edilmiş olan örneklerindeki restorasyon öncesi ve sonrasına ait sönüm oranlarının değişimi Tablo 3.42’de sunulmuştur.

Tablo 3.42. Ahşap çatılı yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi

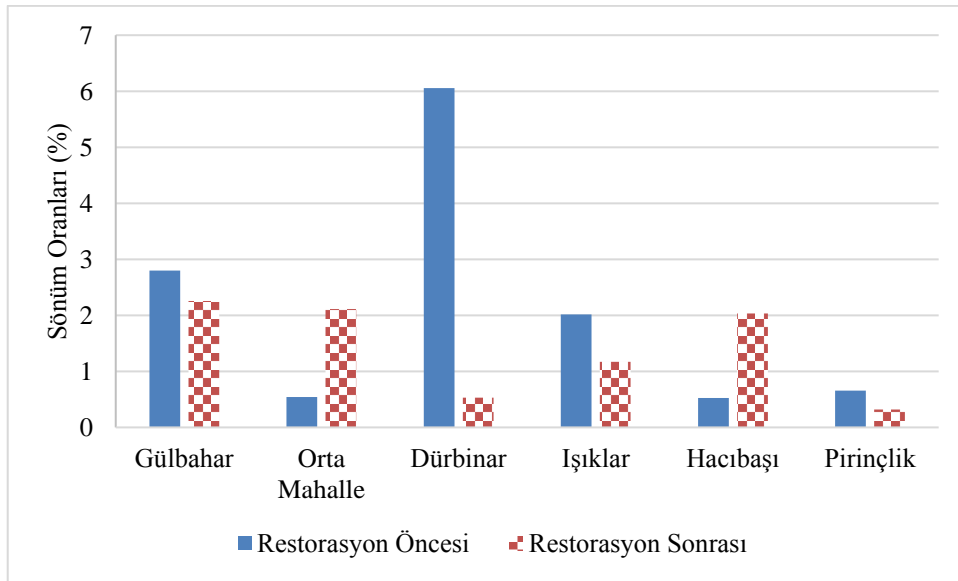
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii	0.466	2.801	2.534	0.524	2.255	4.949
2	Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii	1.979	0.541	1.252	2.006	2.113	2.085
3	Trabzon Akçaabat Dürbinar Camii	1.250	6.056	1.721	5.900	0.532	3.228
4	Trabzon Maçka Esiroğlu Işıklar Camii	2.061	2.015	1.100	0.353	1.169	0.449
5	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	0.517	0.523	1.101	1.733	2.036	1.043
6	Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii	1.733	0.656	1.192	0.370	0.317	0.317

Ahşap çatılı yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.53’te, 2. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.54’te ve 3. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.55’te sunulmuştur.



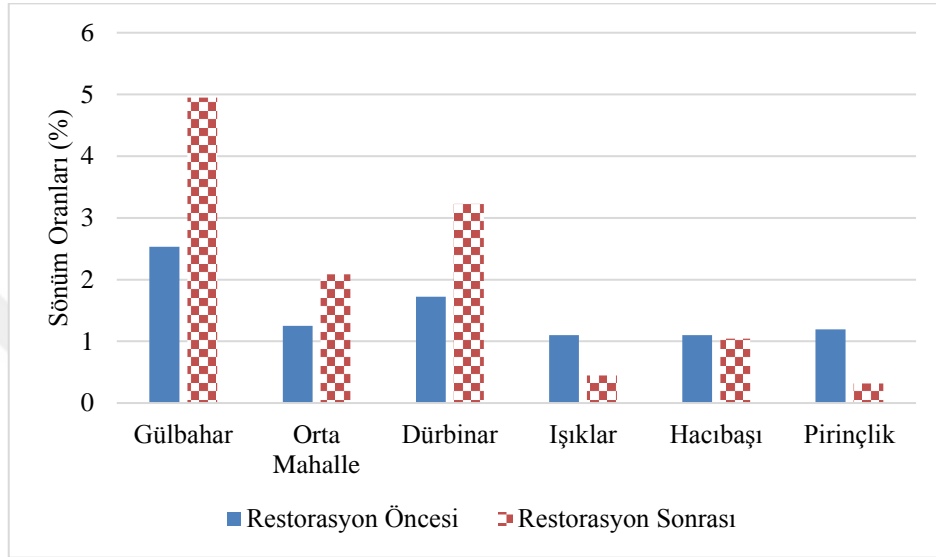
Şekil 3.53. Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi

Şekil 3.53'te verilen grafik incelendiğinde, ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyon etkisiyle 1.moduna ait sönüm oranlarının, Gülbahar ve Orta Mahalle Camilerinde pek değişiklik göstermediği, Dürbinar Camisi ve Hacıbaşı Camisinde önemli oranda artış olduğu ve Işıklar Camisi ile Pirinçlik Camisinde de önemli oranlarda azalmanın olduğu görülmektedir.



Şekil 3.54. Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi

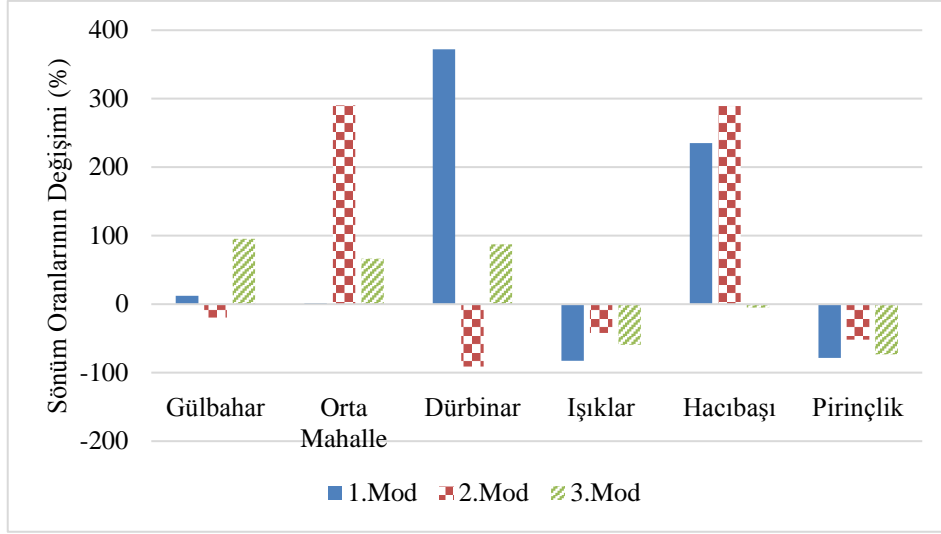
Ahşap çatılı camilerin 2. moda ait sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi (Şekil 3.54) incelendiğinde, özellikle Dürbinar Camisinde ciddi oranda olmak üzere Gülbahar, Işıklar ve Pirinçlik Camilerinde azalmanın olduğu, Orta Mahalle Camisi ve Hacıbaşı Camisinde ise benzer oranda artış olduğu görülmektedir.



Şekil 3.55. Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi

Ahşap çatılı camilerin 3. moda ait sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi (Şekil 3.55) incelendiğinde, Gülbahar, Orta Mahalle ve Dürbinar Camilerinde benzer oranda artışın olduğu, Hacıbaşı Camisinde pek değişiklik olmadığı, Işıklar Camisi ile Pirinçlik Camisinde de önemli oranlarda azalmanın olduğu görülmektedir.

Şekil 3.56'da tüm modlarda sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi sunulmaktadır.



Şekil 3.56. Ahşap çatılı yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Ahşap çatılı camilerin restorasyonlarının sönüm oranlarına etkisinin yüzdesel olarak değişimi grafiğine (Şekil 3.56) göre %400'e varan artış ile %100'e yaklaşan oranlarda azalma görülmüştür. Ayrıca camilerin çeşitli modlara ait sönüm oranlarında artma ve azalma etkisi de dikkat çekmekte olup, anlamlı bir ilişkiden söz edilememektedir.

Genel Değerlendirme

Ahşap çatılı yığma taş camilerin dinamik karakteristiklerinin restorasyon etkileri ile değişimleri yukarıdaki grafiklerde sunulmuştur. Bu değişimlere sebep olan restorasyon uygulamalarının özellikle yapısal davranışa etki etmesi muhtemel unsurları Tablo 3.43'de sunulmuştur.

Tablo 3.43. Örnek olarak seçilen ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler

	Gülbahar Camii	Orta Mahalle Camii	Dürbinar Camii	Işıklar Camii	Hacıbaşı Camii	Pirinçlik Köyü Camii
Dış sıva sökümü	-	+	+	+	+	-
İç sıvanın yenilenmesi	+	+	+	+	+	+
Derzlerin yenilenmesi	+	+	+	+	+	+
Eklentilerin yıkılması	+	+	+	-	+	-
Çatının yenilenmesi-tahkimatı	+	+	+	+	+	+
Çatı altı taşıyıcı kirişlerde değişim-takviye	+	+	+	+	+	+
Mahfil katın tadilatı	+	+	+	+	+	+
Taş çürütmeleri	+	+	+	+	+	+
Drenaj	+	+	+	+	+	+
Kaldırılmış duvarların tekrar yapılması	-	+	+	-	-	+
Temel güçlendirmesi	-	-	-	+	-	-
Duvarlarda enjeksiyon	-	-	+	+	-	-
Duvar üstü hatlı uygulamaları	-	+	+	+	+	-
Ahşap öğelerde çürüyenlerin değişimi	+	+	+	+	+	+
Çelik ile takviye	-	-	-	+	+	-
Açıklama	Son cemaat alt katındaki giriş duvarları kaldırılmıştır	Son cemaatin kapatılmış duvarlarının açılması ve açılmış kuzey beden duvarı üstünün yeniden örülmüştür	Betonarme kubbe, mahfil katı ve duvar üstü kirişleri ve son cemaati yıkılmış, kuzey duvarı yeniden örülmüştür	Temel takviyesi ve duvar enjeksiyonları yapılmış ve duvar üstü hatlı uygulaması yapılmıştır	Son cemaatteki eklentiler kaldırılmış, taş sütunlar yenilenmiş, çatı taşıyıcıları ve çatı elemanları çelik takviyeler yapılmıştır	Son cemaat üst katı kapatılırken son cemaat doğu taş duvarı sökülerek bağdadi şeklinde yapılmıştır

Tablo 3.43'te sunulan müdahale biçimleri ve Şekil 3.58'de sunulan doğal frekanslardaki restorasyon öncesi ve sonrasına ilişkin değişimler birlikte yorumlanarak eser bazında restorasyon müdahalelerinin yapının dinamik karakteristiklerine etkisi üzerinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır.

Rize Gülbahar Hatun Mahallesi Camisinde yapılan derz onarımlarının, iç sıvanın yenilenmesi, çatı tahkimatı ve taş çürütmelerinin yapının doğal frekansında önemli bir artışa sebep olduğu görülmektedir. Her ne kadar son cemaat alt katında duvarlar kaldırılmış olsa da bunun yapının doğal frekanslarına etkisinin pek olmadığı değerlendirilmiştir. Yapısal olmayan genel restorasyon işlemlerinin bile yapının rijitliğine ve doğal frekansına etki ettiği bu örnek üzerinden görülmektedir. Yapının mod şekillerindeki hareket tipinin restorasyon öncesi ve sonrasında değişim göstermemesi, restorasyon uygulamaları ile ilintili olarak beklenen bir olaydır. Sönüm oranlarındaki değişim ise tüm modlarda farklılık göstermekte olduğundan müdahalelerle alakalı bir ilişki kurulamamıştır.

Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camisinde dış sıvanın sökülmesi, dış cephe derzlerinin sökülerek yenilenmesi ve iç cephe sıvasının sökülerek yenilenmesi ile çürümüş taşların çürütülerek değiştirilmesi gibi genel restorasyon uygulamalarının yanında, yapısal olarak son cemaatte ve çatıda çeşitli müdahalelerde bulunulmuştur. Özellikle son cemaatte bulunan betonarme eklenti, ara kat tabliyesi ve giriş sistemi yapıdan arındırılmış ve buna bağlı olarak desteklenmiş çatı sistemi de yeniden orijinal sistemine göre teşkil edilmiştir. Son cemaatte bulunan taş sütunlar ve duvarlar üzerine oturtulan çatıda ara ara çelik bağlantı elemanları ile de destekleme yapılmıştır. Caminin kuzey duvarının mahfil üstündeki açık olan kısmı orijinal örneğine uygun olarak doğal taştan kapatılmış ve yapının halihazırdaki haline ulaşılmıştır. Bu işlemlerden sonra yapının doğal frekanslarında birinci modunda küçük bir azalma, ikinci ve üçüncü modunda ise daha büyük oranda artış gözlenmiştir. Eserin restorasyon öncesinde birinci modun boyuna, ikinci modun enine ve üçüncü modun burulma şeklinde olduğu, restorasyondan sonra ise ilk iki modun şeklinin yer değiştirdiği görülmüştür. Restorasyon sonrası mod şekillerinin beklenen mod şekilleri olduğu değerlendirilmiştir. Caminin restorasyondan önceki durumunda enine doğrultuda daha rijit davranış göstermesi ve hareketinin daha fazla engellenir olması sebebiyle ilk modunun boyuna hareket şeklinde olduğu değerlendirilmiştir. Ara kat tabliyesi ve son cemaat muhdes betonarme sistem sebebiyle böyle bir davranış gösterdiği değerlendirilmiş olup, bu durum, eski eserlere yapılan bilinçsiz müdahalelerin yapısal davranışa etkisinin

net olarak görüldüğü bir örnektir. Yapılan restorasyon müdahalelerinin bu eser özelinde yapının sönüm oranlarında artışa sebebiyet verdiği deneysel verilerden ortaya çıkmaktadır.

Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camisinin restorasyon uygulamaları örnekler içerisinde en radikal yapısal müdahale içerenlerden biridir. Caminin geçmiş dönemlerde yapılan betonarme mahfil katı, taşıyıcı sütunları, duvar üstü giriş sisteminin üzerine oturtulan betonarme kubbesi ve yine betonarme sistemli son cemaat kısmı restorasyon sürecinde kaldırılarak, kuzey duvarını tamamlama suretiyle orijinal haline dönüştürülmüş ve üzeri ahşap çatılı olarak kapatılmıştır. Yapıya yıllarca etkileyen bu betonarme eklentilerin eserden uzaklaştırılmasının haricinde sıvaların yenilenmesi, dış derzlerinin yenilenmesi, çürüyen taşların yenilenmesi gibi genel restorasyon uygulamaları da gerçekleştirilmiştir. Caminin restorasyon öncesi durumunda restorasyon sonrasına göre daha rijit davrandığı, orijinal karakterine dönüştürüldüğünde ise rijitliğinde azalmanın etkisiyle doğal frekanslarda ilk iki modda azalma, üçüncü modda ise artışın olduğu gözlenmiştir. Her ne kadar kütle azalmasından dolayı frekansın artması beklense de, rijitliğin azalmasıyla oluşan etki kütle azalmasıyla oluşan artış etkisini bertaraf ederek, frekanslarda azalmaya sebep olduğu değerlendirilmiştir. Bu itibarla eski eser camilerde yaygın karşılaşılan betonarme kubbe eklenmesi durumunun camilerin dinamik karakteristiklerine etkisi net olarak görülmektedir. Eserin mod şekillerindeki hareket tipi restorasyon öncesi ve sonrasında değişim gösterememekle birlikte, beklenildiği şekilde 1. mod enine, 2. mod boyuna ve 3. mod burulma şeklindedir. Sönüm oranlarındaki değişim ise tüm modlarda farklılık göstermekte olduğundan, müdahalelerle ilgili bir ilişki kurulamıştır.

Trabzon Maçka Esiroğu Işıklar Camisi temel güçlendirme duvar enjeksiyonu ve duvar üstü betonarme hatıl uygulamaları ile restorasyon öncesi görülen yapısal sorunlara en fazla müdahale yapılan örnektir. Eser, küçük sayılabilecek boyutlarına rağmen özellikle sıva sökümünden sonra net olarak görülen ciddi çatlakları olan bir yapı özelliği göstermekteydi. Onarım aşamasında bu çatlakların temel seviyesine kadar ulaştığı belirlenmiştir. Zemin yapısıyla ilintili ve bulunduğu alanı tümüyle etkileyen bir yer hareketinin olduğu belirlenmiş ve yapının daha fazla hasar görmemesi adına birlikte hareketinin sağlanması kararı alınmıştır. Bu itibarla yukarıda sayılan uygulamalar yapılmış ve sonucunda doğal frekans değerlerinin önemli ölçüde artış gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle birinci moddaki doğal frekansın %40 seviyesine kadar artış göstermesi, yapıdaki müdahalelerin eseri daha rijit hale getirmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Bu

müdahaleler ile mod şekillerinin hareket yönlerinde bir değişim gözlenmemişken, sönüm oranlarının tüm modlarda azalış gösterdiği belirlenmiştir.

Rize Çayeli Hacıbaşı Camisi restorasyon etkisi değerlendirilen örnekler içerisindeki en büyük boyutlardaki eserdir. Eserde son cemaat duvarlarının kaldırılarak bağdadi olarak yeniden teşkil edilmesi, çatı taşıyıcı kirişlerinin, çatının ahşap elemanlarının ve mahfil kat ahşaplarının özelliğini kaybetmiş olanlarının yenilenmesi gibi yapısal etkisi olan uygulamaların yanında, genel restorasyon uygulamaları da yapılmıştır. Eserin restorasyondan sonraki doğal frekansının ilk modda %15'ler seviyesinde, ikinci modda ise %1'ler seviyesine düşmesi, üçüncü modda ise artışı dikkat çekicidir. Her ne kadar son cemaatteki rijit duvarların kaldırılarak alt katı boş, üst katı ise bağdadi ile değiştirilmiş olsa da özellikle çatı elemanlarının değişimi ve çelik takviyelerle yapılan uygulamalar ile benzer frekans beklentisi gerçekleşmemiştir. Bunun sebebi olarak ise hesaba katılmayan ancak, 6-7 cm kalınlığı ve güçlü yapısı ile sökülen dış cephe sıvasının etkisi değerlendirilmiştir. Duvar kalınlığının yaklaşık %10'una yaklaşan sıvanın oldukça sağlam oluşu ve tüm duvarların birlikte hareketine yardımcı oluşu restorasyon öncesi yüksek doğal frekansların oluşumunda etken olarak görülmüştür. Mod şekilleri bakımından ise restorasyondan önceki mod şekillerinin beklenenden farklı olduğu, ancak restorasyon sonrasında ise tipik örneklerdeki gibi 1. modun enine, 2. modun boyuna ve 3. modun burulma şeklinde olduğu gözlenmiştir. Caminin sönüm oranları ise 1. ve 2. modda oldukça artan, üçüncü modda ise küçük çaplı azalan hareket göstermiştir.

Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camisi küçük çaplı örneklerden biri olmakla birlikte, son cemaat kısmındaki uygulamalar ile yapısal anlamda değişim göstermiş bir örnektir. Eserin son cemaatinin doğu duvarı yaklaşık 70 cm kalınlığında moloz taş örgü karakterinde örülmüş bir eser iken, restorasyon sonrası bu kısım kaldırılmış ve son cemaatte ahşap ara kat oluşturulup, doğu ve kuzey cephesi bağdadi duvarlar ile kapatılmıştır. Eserde diğer uygulamalar genel restorasyon uygulamaları olup, yapısal olarak değişken statüsünde sayılmayacak uygulamalardır. Pirinçlik camisinde yukarıda sayılan restorasyon süreci sonrasında doğal frekansların %30'lar seviyesinde azalma gösterdiği görülmüştür. Yapının küçük olması ve kaldırılan son cemaat batı duvarının beden duvarının doğu bölümünün yaklaşık üçte biri kadar büyüklükte olmasının bu etkiyi oluşturduğu düşünülmektedir. Mod şekillerinde herhangi bir değişiklik etkisi göstermeyen restorasyon işlemleri, sönüm oranlarında ise doğal frekanslara benzer şekilde azaltma etkisi göstermiştir.

3.3.1.2. Kargir Kubbeli Yiğma Taş Camilerde Restorasyon Etkileri

Kargir kubbeli yiğma taş camilerdeki restorasyon etkilerinin incelenmesi üzerine yapılan çalışmada iki örnek üzerinde ölçüm gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Doğal Frekanslar Bakımından Restorasyon Etkileri

Kargir kubbeli yiğma taş camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen doğal frekans değerleri Tablo 3.44'te sunulmuştur.

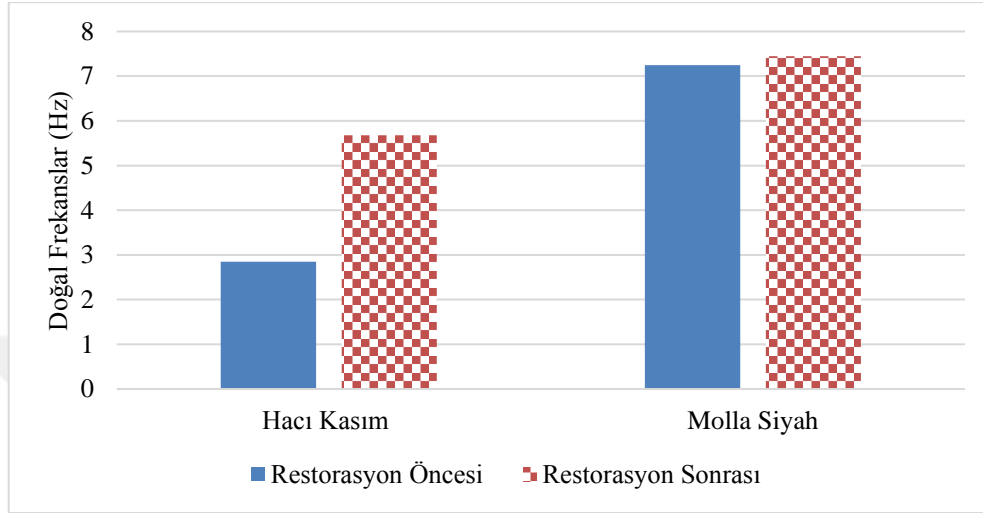
Tablo 3.44. Kargir kubbeli yiğma taş camilerin restorasyon önce ve sonra doğal frekansları

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekans (Hz)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii	2.850	3.112	5.157	5.677	5.873	6.896
2	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii	7.249	7.721	10.480	7.445	7.831	11.210

Restorasyon etkilerinin incelendiği camiler ayrıntılarıyla incelendiğinde frekans değişimi,

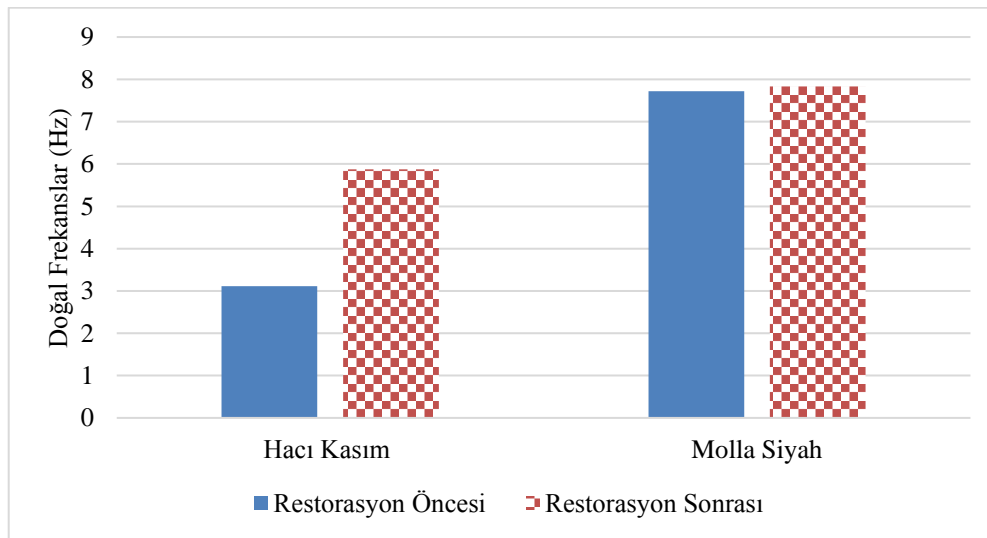
- Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 2.850Hz, 2. modda 3.112Hz ve 3. modda 5.157Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 5.677Hz, 2. modda 5.873Hz ve 3. modda 6.896Hz,
- Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 7.249Hz, 2. modda 7.721Hz ve 3. modda 10.480Hz iken restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 7.4457Hz, 2. modda 7.831Hz ve 3. modda 11.210Hz olarak tespit edilmiştir.

Kargir kubbeli yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.57’de, 2. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.58’de ve 3. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.59’da sunulmuştur.



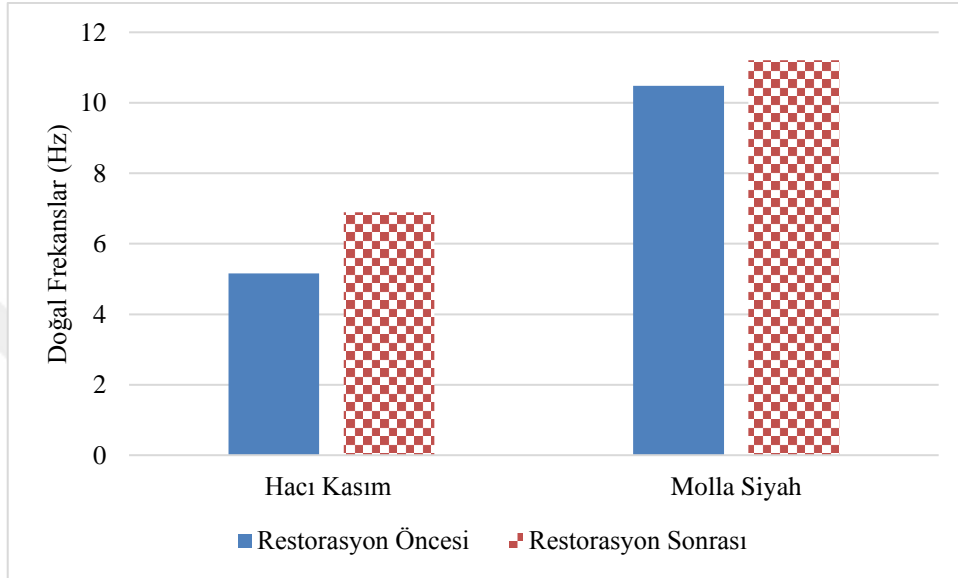
Şekil 3.57. Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekanslarının değişimi

Restorasyon etkileri ile 1.moddaki Hacı Kasım Camisi doğal frekanslarında yaklaşık iki kat oranında bir artış olurken, Molla Siyah Camisinde hemen hemen aynı kaldığı görülmektedir(Şekil 3.57).



Şekil 3.58. Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 2. doğal frekanslarının değişimi

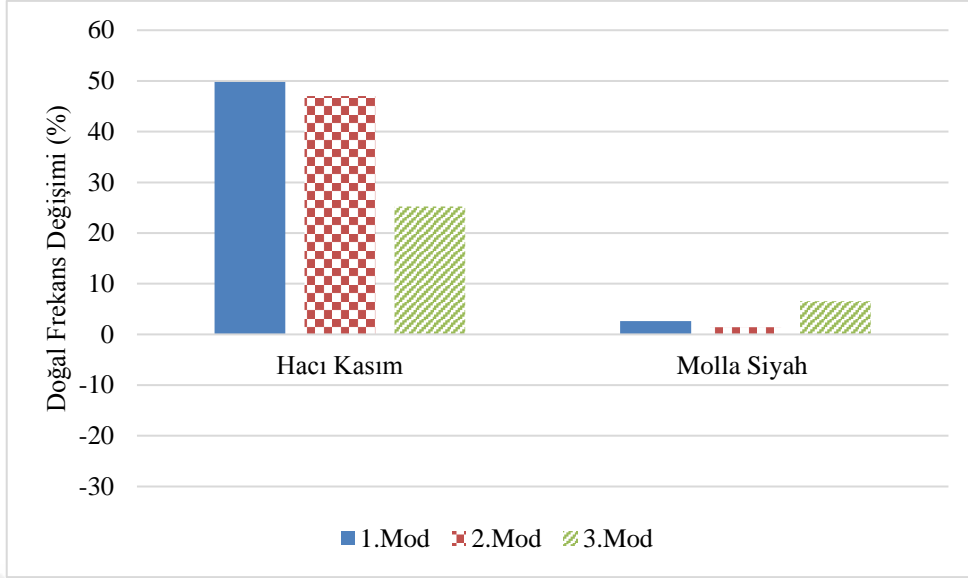
2.modda ise restorasyon etkileri ile 1. moddaki gibi Hacı Kasım Camisi doğal frekanslarında yaklaşık iki kat oranında bir artış olurken, Molla Siyah Camisinde hemen hemen aynı kaldığı görülmektedir (Şekil 3.58).



Şekil 3.59. Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 3. doğal frekanslarının değişimi

Restorasyon etkisi ile doğal frekanslardaki değişim 3.modlarda Hacı Kasım Camisinde daha yüksek oranda olmakla birlikte, Molla Siyah Camisinde de artışın olduğu görülmektedir (Şekil 3.59).

Kargir kubbeli camilerin doğal frekanslarının restorasyon ile değişiminin yüzdesel olarak gösterildiği grafik Şekil 3.60'da sunulmuştur.



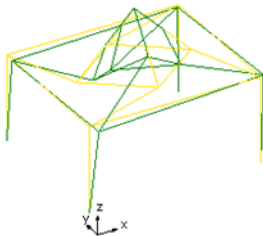
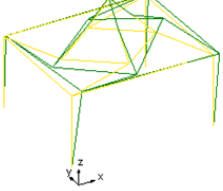
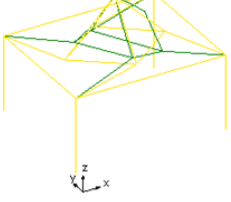
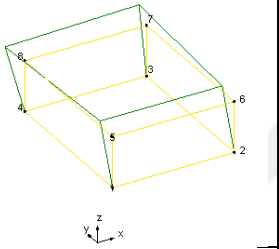
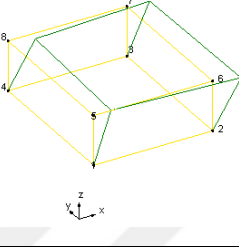
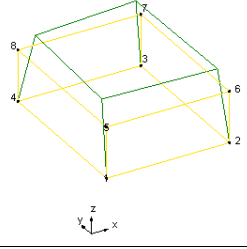
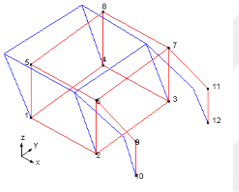
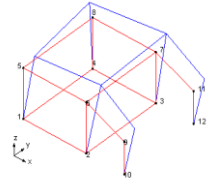
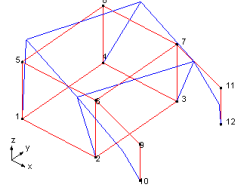
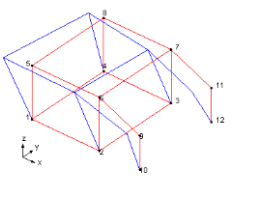
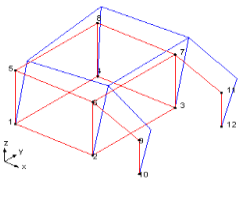
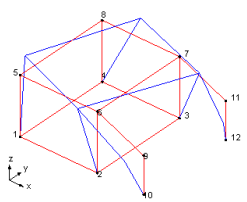
Şekil 3.60. Kargir kubbeli yığma camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Doğal frekansların yüzdesel olarak değişimleri (Şekil 3.60) incelendiğinde, Hacı Kasım Camisinde restorasyon öncesine göre %50'ye varan artış gözlenirken, Molla Siyah Camisinde önemli bir değişimin görülmediği belirlenmiştir.

Mod Şekilleri Bakımından Restorasyon Etkileri

Kargir kubbeli yığma taş camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen mod şekilleri Tablo 3.45'te sunulmuştur.

Tablo 3.45. Kargir kubbeli yığma taş camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisi ile değişimi

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri			
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	
1	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
2	Trabzon Ortahisar Molla Siyah	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			

Tablo 3.45'te sunulan kargir kubbeli yığma taş camilerin restorasyon önce ve sonrası durumlarına ait mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır.

- Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camisinin restorasyon öncesi 1. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli

boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 2. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

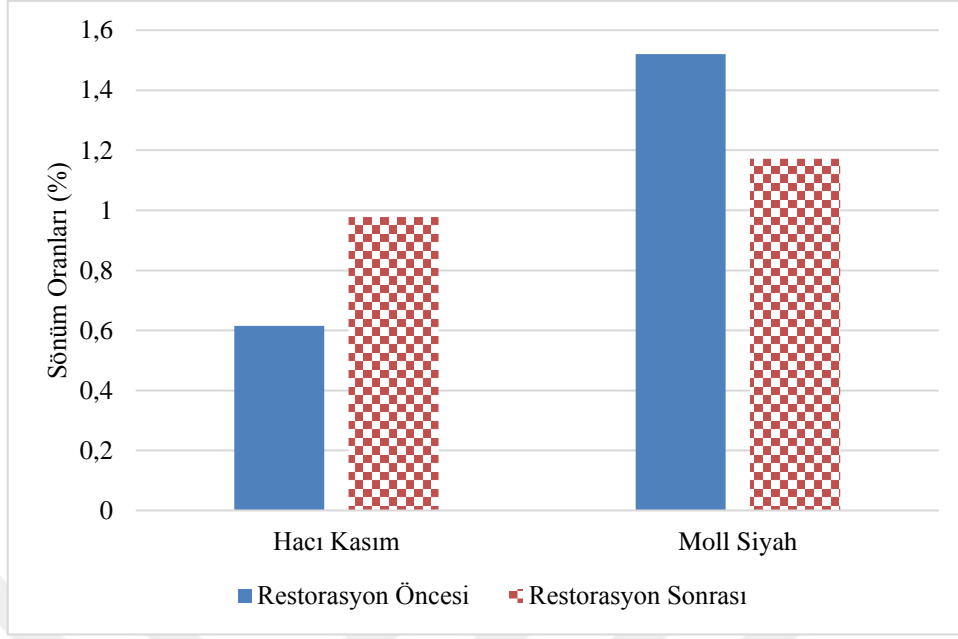
Sönüm Oranları Bakımından Restorasyon Etkileri

Kargir kubbeli yığma taş camilerin restore edilmiş olan örneklerindeki restorasyon öncesi ve sonrasına ait sönüm oranlarının değişimi Tablo 3.46’da sunulmuştur.

Tablo 3.46. Kargir kubbeli yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisiyle değişimi

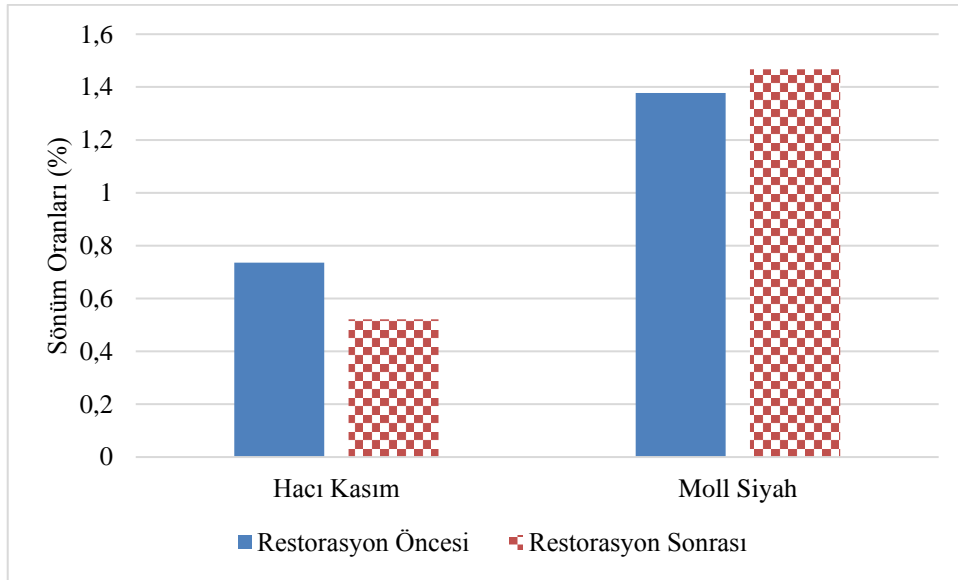
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii	0.615	0.735	0.282	0.978	0.521	0.978
2	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii	1.520	1.378	2.582	1.172	1.467	2.089

Kargir kubbeli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.61’de, 2. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.62’de ve 3. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.63’te sunulmuştur.



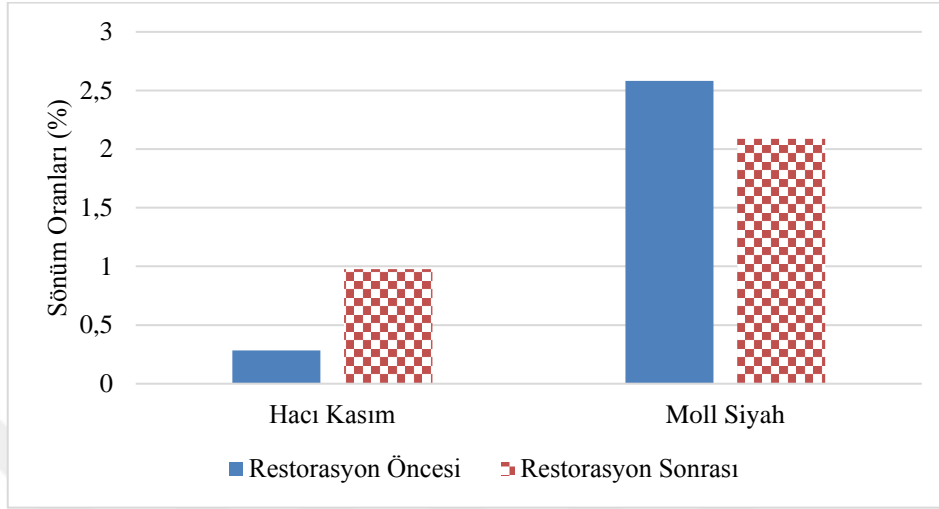
Şekil 3.61. Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi

Restorasyon etkileri ile 1.moddaki Hacı Kasım Camisi sönüm oranlarında artış olurken, Molla Siyah Camisinde azalmanın olduğu görülmektedir (Şekil 3.61).



Şekil 3.62. Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi

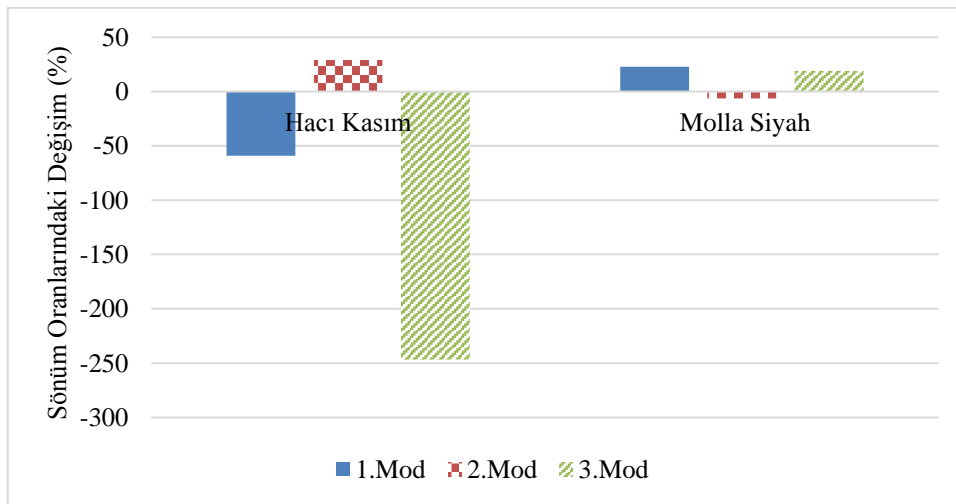
Restorasyon etkileri ile 2.moddaki Hacı Kasım Camisi sönüm oranlarında azalma olurken, Molla Siyah Camisinde az da olsa bir artışın olduğu görülmektedir (Şekil 3.62).



Şekil 3.63. Kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi

3.moddaki sönüm oranlarında ise restorasyon etkisi ile Hacı Kasım Camisi sönüm oranlarında artış olurken, Molla Siyah Camisinde azalma görülmektedir (Şekil 3.63).

Şekil 3.64'te kargir kubbeli yığma taş camilerin restorasyon etkisi ile sönüm oranlarındaki değişimin grafiği sunulmuştur.



Şekil 3.64. Kargir kubbeli yığma taş camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Sönüm oranlarının yüzdesel olarak değişimleri incelendiğinde, Hacı Kasım Camisinde restorasyon öncesine göre 1. modda %50, 3. modda ise %250'ye varan artışın, 2. modda ise %25 civarında azalmanın olduğu görülmektedir. Molla Siyah Camisinde ise değişimlerin daha dar bir bantta seyrettiği, 1. ve 3. modlarda %25 düzeyinde azalmanın, 2. modda ise %5 seviyelerinde artışın olduğu belirlenmiştir. Belirlenen değişimler ve bu değişimlerdeki farklılıklardan anlamlı bir ilişki çıkarılamamıştır.

Genel Değerlendirme

Kargir kubbeli yığma taş camilerin restorasyon etkisinin incelendiği iki camide yapılan uygulamaların karşılaştırmalı hali Tablo 3.47'de sunulmuş olup, değerlendirmeler yukarıdaki doğal frekans, mod şekilleri ve sönüm oranları değişimi ile birlikte yorumlanmıştır.

Tablo 3.47. Örnek olarak seçilen kargir kubbeli yığma taş camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler

	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii	Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii
Dış sıva sökümü	-	-
İç sıvanın yenilenmesi	-	+
Derzlerin yenilenmesi	+	+
Eklentilerin yıkılması	+	-
Mahfil katın tadilatı	+	-
Taş çürütmeleri	+	+
Drenaj	-	+
Kaldırılmış duvarların tekrar yapılması	+	-
Duvar güçlendirmesi	-	+
Duvarlarda enjeksiyon	-	+
Ahşap öğelerde çürüyenlerin değişimi	+	+
Açıklama	Son cemaat kısmındaki betonarme eklenti kaldırılmış ve kuzey duvarda kaldırılan mahfil kat üstündeki kısım yeniden örülerek duvar tamamlanmıştır.	Eserin güneybatısında yapıya bitişik duran ve payanda görevi gören komşu duvar kalıntısı kaldırılmış, batı duvarına ekli şadırvan yapısı da yıkılmıştır. Cami tonoz ve duvarlarında görülen çatlaklar metal dikiş, taş örgü dikiş ve enjeksiyon yöntemleriyle güçlendirilmiştir.

Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camisinin restorasyon sürecinde yapısal etki gösterecek uygulamalarının en öne çıkanları, son cemaatin betonarme olan eklentisinin yıkılması ve kuzey cephe duvarının üst kısmının yeniden örülmek suretiyle yapının beden duvarlarının tümüyle birlikte hareketine imkan veren imalatlarıdır. Esas itibari ile yapının orijinal kütesinin yaklaşık yarısı boyutundaki son cemaatin yıkılması ile rijitlikte ve doğal frekanslarda bir azalma beklenmekte iken, yapının asıl beden duvarının tamamlanarak topyekûn bir davranışa imkân vermesi ile doğal frekanslarda neredeyse %50 mertebelerinde bir artış tespit edilmiştir. Bu itibarla yapının eklentilerinden ziyade, esasını teşkil eden beden duvarlarının doğal frekanslar ve dinamik karakteristik üzerinde daha etken bir rol oynadığı değerlendirilmiştir. Mod şekilleri incelendiğinde ise, restorasyon öncesi yapının fiziki durumu gereği 1. modu enine, 2. modu boyuna ve 3. modu burulma şeklinde görülürken, restorasyon sonrası yapının simetrik hale gelişi ve minarenin beden duvarına enine doğrultuda yaptığı katkının etkisi ile 1. modda boyuna, 2. modda enine ve 3. modda burulma davranışı görülmüştür. Sönüm oranlarındaki artış ve azalış ise tüm modlar için farklılık göstermekte olup, restorasyon ile ilgili anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii restorasyon anlamında yapısal müdahalelerin yoğun olarak yapıldığı bir örnektir. Esasında yapıda restorasyon öncesi çatlak ve deformasyon belirtisi görünmemekle birlikte, iç sıvaların sökümü ile gizlediği çatlak oluşumları ortaya çıkmıştır. Tonozlarda tepe noktalarına yakın ve tonoz eksenine doğrultusunda görülen çatlaklar, duvarlarda ise özellikle güneybatı köşede güney ve batı duvarının açılması şeklinde görülmüştür. Bu kısımlarda güçlendirmeler çelik dikişler, taş dikişleri ve enjeksiyon yöntemleri kullanılarak yapılmış ve yüzeyler iç kısımlardan sıvanarak diğer restorasyon uygulamaları ile süreç tamamlanmıştır. Restorasyon öncesi ve sonrası yapılan doğal frekans ölçümleri neticesinde, yapılan müdahale oranına göre daha yüksek oranda artış beklenmesine rağmen artışların %3'ler düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Eserin güneybatısında yer alan komşu yapı duvarları binaya önemli ölçüde payanda etkisi göstermekte iken, restorasyon kapsamında kaldırılması neticesinde yapının yapılan onca müdahaleye rağmen hemen hemen aynı doğal frekans değerlerine ulaşabildiği değerlendirilmiştir. Bu veri de yapıya bitişik rijit kütlelerin yapının doğal frekansları ve dinamik davranışı üzerindeki etkisinin göstergesi olarak düşünülmektedir. Eserde mod şekilleri ile restorasyon etkisi ile herhangi bir değişiklik görülmemiştir. Yapının sönüm

oranları ise restorasyon öncesi ve sonrasında ilk üç modda çeşitli oranlarda artma ve azalma göstermiş olup, restorasyon etkisi ile anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

3.3.1.3. Ahşap Taşıyıcı Sistemli Camilerde Restorasyon Etkileri

Ahşap taşıyıcılı sistemli camilerdeki restorasyon etkilerinin incelenmesi üzerine yapılan incelemelerde iki örnek üzerinde ölçüm gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler yorumlanmıştır.

Doğal Frekanslar Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap taşıyıcılı sistemli camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen doğal frekans değerleri Tablo 3.48’de sunulmuştur.

Tablo 3.48. Ahşap taşıyıcılı sistemli camilerin restorasyon önce ve sonrası doğal frekansları

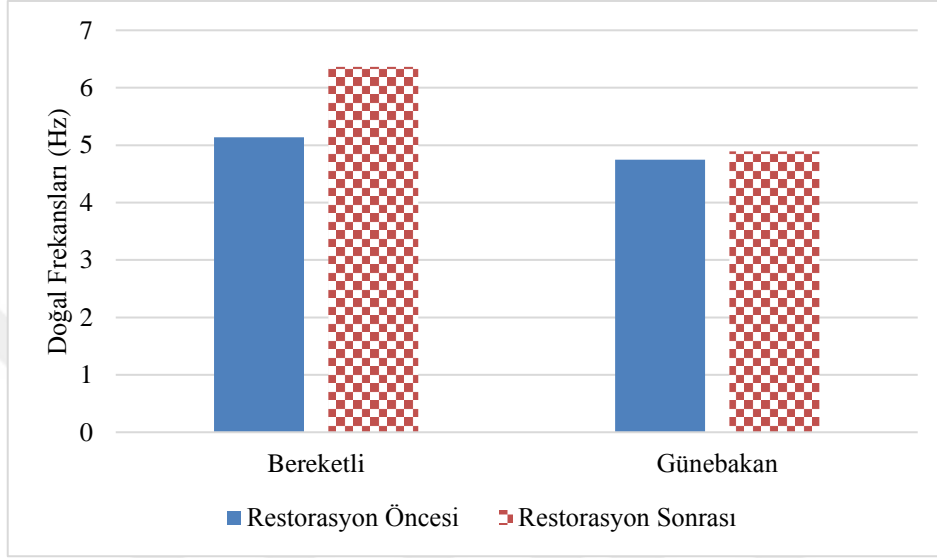
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekans (Hz)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii	5.136	5.557	6.882	6.361	6.859	8.514
2	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii	4.746	5.427	6.538	4.891	6.014	8.648

Camiler ayrıntılarıyla incelendiğinde frekans değişimleri,

- Trabzon Araklı Bereketli Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 5.136Hz, 2. modda 5.557Hz ve 3. modda 6.882Hz iken, restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 6.361Hz, 2. modda 6.859Hz ve 3. modda 8.514Hz,
- Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camisinin restorasyon öncesi doğal frekansları 1. modda 4.746Hz, 2. modda 5.427Hz ve 3. modda 6.538Hz iken, restorasyon sonrası doğal frekansları 1. modda 4.891Hz, 2. modda 6.014Hz ve 3. modda 8.648Hz

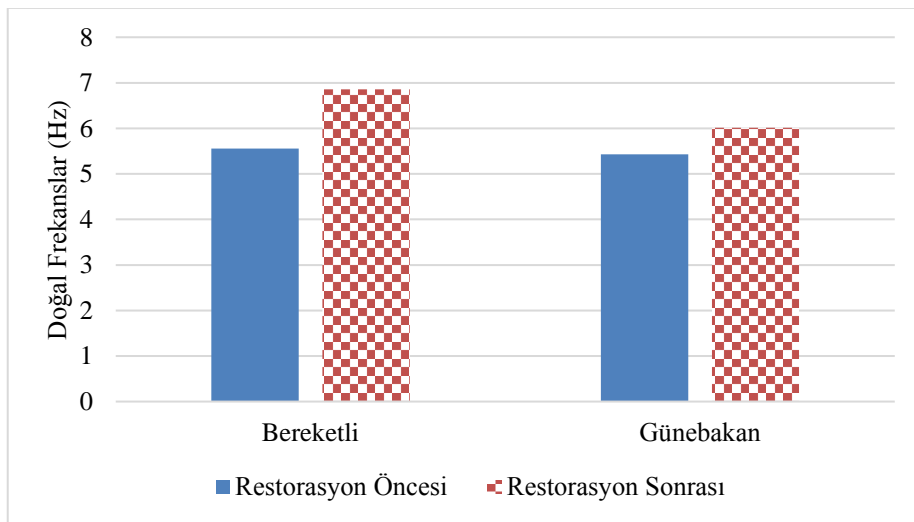
olarak tespit edilmiştir.

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile 1. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.65'te, 2. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.66'da ve 3. doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.67'de sunulmuştur.



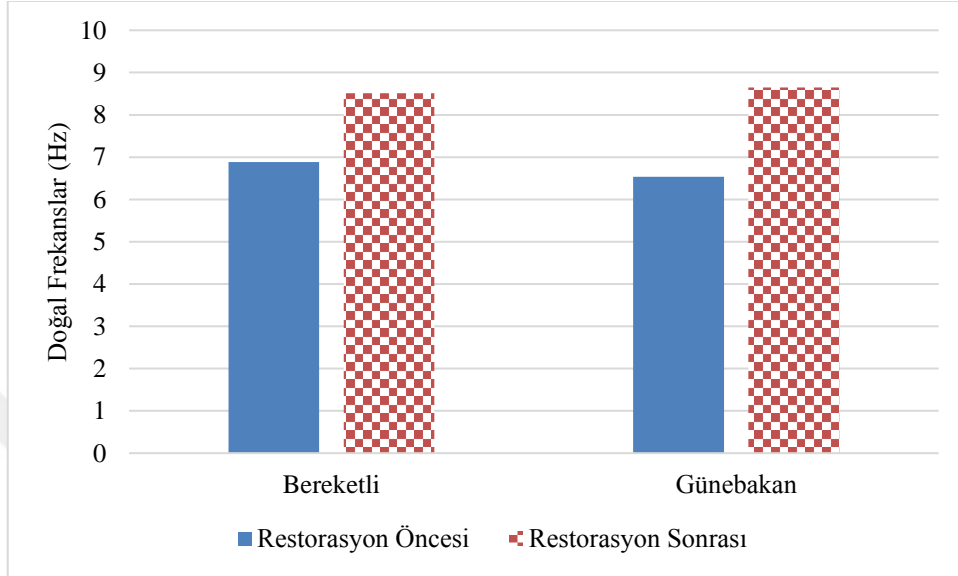
Şekil 3.65. Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 1.moda ait doğal frekans değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. doğal frekansları restorasyon etkisiyle artış göstermekte olup, bu artış Bereketli Camisinde daha yüksek seviyededir (Şekil 3.65).



Şekil 3.66. Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 2.moda ait doğal frekans değişimi

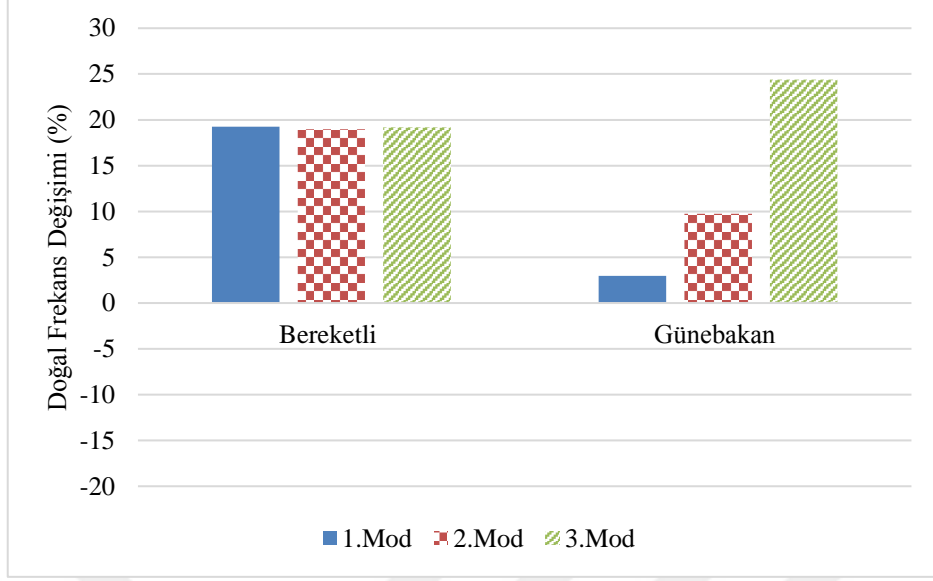
Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. doğal frekansları restorasyon etkisiyle her iki camide de benzer şekilde artış göstermektedir (Şekil 3.66).



Şekil 3.67. Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin restorasyon etkisi ile 3.moda ait doğal frekans değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. doğal frekanslar restorasyon etkisiyle her iki camide de benzer ve diğer iki moddakinden daha belirgin şekilde artış göstermektedir (Şekil 3.67).

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile doğal frekanslarının yüzdesel olarak değişimi grafik olarak Şekil 3.68’de sunulmuştur.



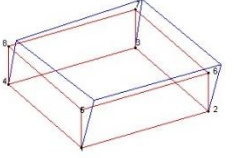

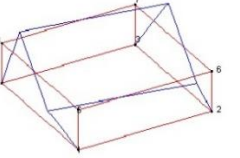
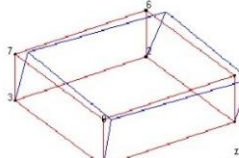
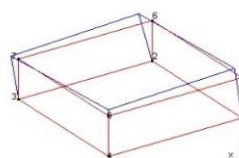
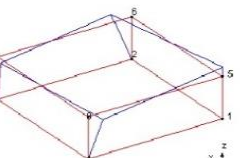
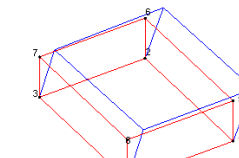
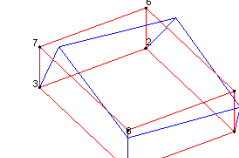
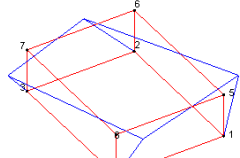
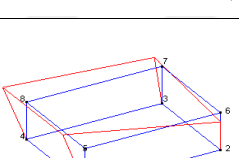
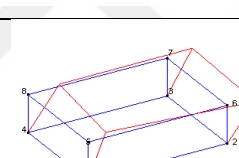
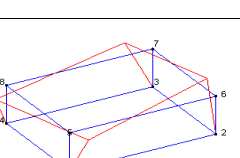
Şekil 3.68. Ahşap taşıyıcı sistemli yığma camilerin doğal frekanslarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile ilk üç doğal frekans değişim yüzdeleri grafiğine (Şekil 3.68) göre, Bereketli Camisinde tüm modlarda benzer şekilde %20'ler seviyesinde artışın olduğu, Günebakan Camisinde ise 1. modda %3'ten başlayıp, 2. modda %10 ve 3. modda da %25'ler seviyesine kadar çıkan artışın olduğu tespit edilmiştir.

Mod Şekilleri Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon öncesi ve sonrası deneysel olarak belirlenen mod şekilleri Tablo 3.49'da sunulmuştur.

Tablo 3.49. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişimi

Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri			
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	
1	Araklı Bereketli	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			
2	Dernekpazarı Günebakan	Restorasyon Öncesi			
		Restorasyon Sonrası			

Tablo 3.49’da sunulan ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon önce ve sonrası durumlarına ait mod şekilleri irdelendiğinde aşağıdaki değerlendirmelere ulaşılmıştır:

- Trabzon Araklı Bereketli Camii restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.
- Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii restorasyon öncesi 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermekte iken, restorasyon sonrası da aynı şekilde 1. mod şekli enine (kısa) doğrultuda hareket, 2. mod şekli boyuna (uzun) doğrultuda hareket, 3. mod şekli burulma davranışı göstermektedir.

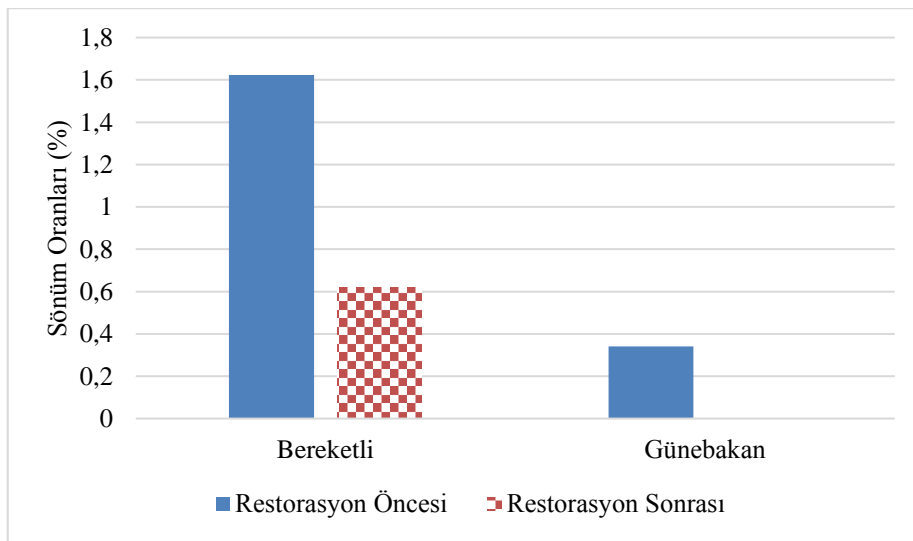
Sönüm Oranları Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restore edilmiş olan örneklerindeki restorasyon öncesi ve sonrasına ait sönüm oranlarının Tablo 3.50’de sunulmuştur.

Tablo 3.50. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi

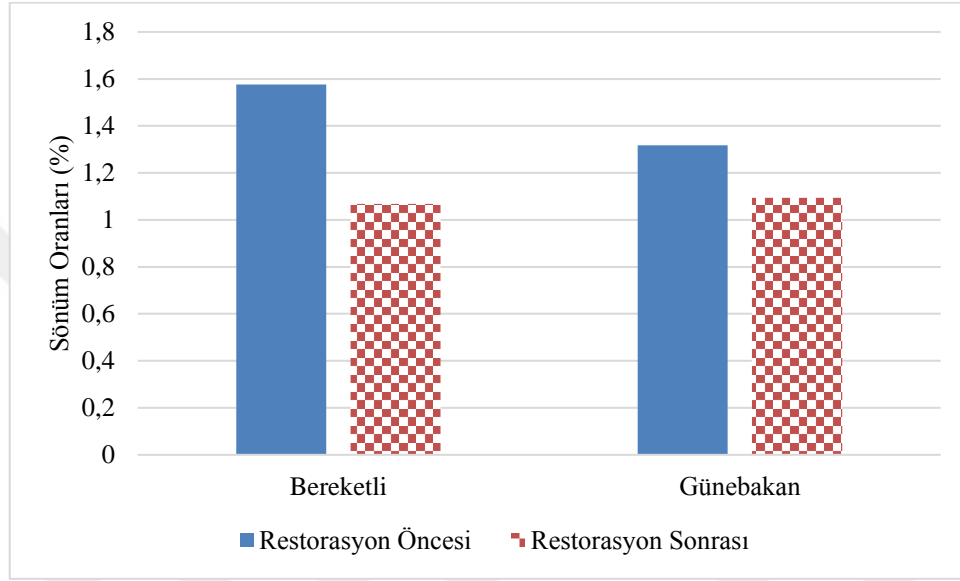
Cami Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Camii	1.624	1.576	1.219	0.620	1.068	2.885
2	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii	0.341	1.318	1.381	-----	1.094	2.240

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.69’da, 2. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.70’de ve 3. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.71’de sunulmuştur.



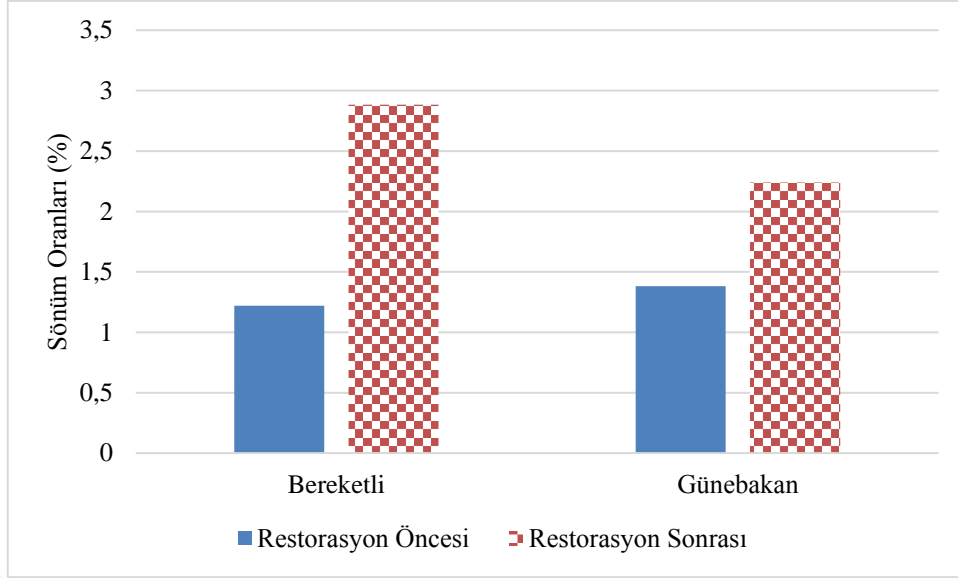
Şekil 3.69. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon etkisi ile 1. moda ait sönüm oranları değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 1. modlarındaki sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi (Şekil 3.69) incelendiğinde, Bereketli Camisinin sönüm oranında önemli derecede azalmanın olduğu belirlenmiştir. Günebakan Camisinde ise 1. modun sönüm oranı deneysel yöntemle tespit edilemediğinden herhangi bir değerlendirme yapılamamıştır.



Şekil 3.70. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon etkisi ile 2. moda ait sönüm oranları değişimi

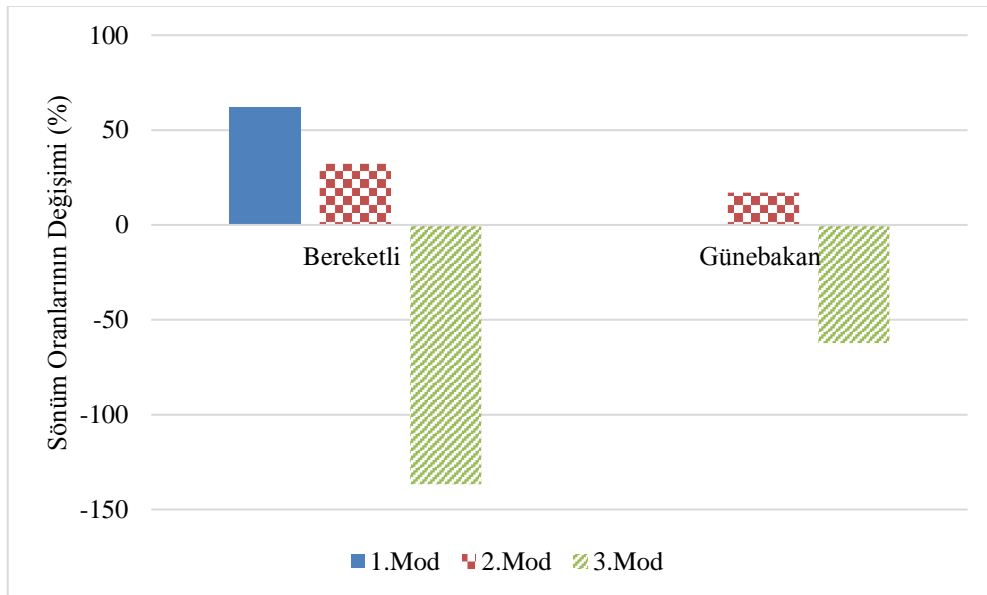
Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 2. modlarındaki sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi incelendiğinde, Bereketli Camisinin sönüm oranında daha fazla olmak üzere her iki caminin değerlerinde de azalma görülmüştür (Şekil 3.70).



Şekil 3.71. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon etkisi ile 3. moda ait sönüm oranları değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin 3. modlarındaki sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi incelendiğinde, Bereketli Camisinin sönüm oranında daha fazla olmak üzere her iki caminin değerlerinde de artış tespit edilmiştir (Şekil 3.71).

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile yüzdesel olarak değişiminin grafiği Şekil 3.72’de sunulmuştur.



Şekil 3.72. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile tüm modlardaki sönüm oranlarının değişim yüzdeleri grafiğine (Şekil 3.72) göre, Bereketli Camisinde ilk iki modda artış ve üçüncü modda %140 değerlerine varan azalmanın olduğu; Günebakan Camisinde ise 1. modun veri eksikliğinden değerlendirilemediği, 2. modda %15 civarında artışın, 3.modda da %60'lar seviyesine azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının değişimlerinin anlamlı bir ilişki ortaya koymadığı değerlendirilmiştir.

Genel Değerlendirme

Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisinin incelendiği iki camide yapılan uygulamaların karşılaştırmalı hali Tablo 3.51'de sunulmuş olup, değerlendirmeler yukarıdaki doğal frekans, mod şekilleri ve sönüm oranları değişimi ile birlikte yorumlanmıştır.

Tablo 3.51. Örnek olarak seçilen ahşap taşıyıcı sistemli camilerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler

	Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Camii	Trabzon Dernekpazarı Günebakan Mahallesi Camii
Beden duvarlarında değişim	+	+
Ahşap çatının değişimi-tahkimatı	+	+
Eklentilerin yıkılması	+	-
Mahfil katın tadilatı	+	+
Ahşap çatı altı taşıyıcıların değişimi-takviyesi	+	+
Drenaj	+	+
Ahşap öğelerde çürüyenlerin değişimi	+	+
Açıklama	Son cemaat kısmındaki orijinal olmayan briket duvar yapıdan arındırılarak boğaz geçme tekniği ile mevcut duvarlar yeniden teşkil edilmiştir. Taşıyıcı özelliğini yitirmiş ahşap öğeler yenilenmiştir.	Yapıdaki taşıyıcı özelliğini yitirmiş ahşap öğeler yenilenmiştir.

Trabzon Araklı Bereketli Köyü Camisinin restorasyonunda en belirgin yapısal uygulamalar çürümüş ahşap öğelerin yerine sağlam ahşapların yerleştirilerek bağlantılarının rijitleştirilmesi ve son cemaatte yapılmış briket duvarların kaldırılarak boğaz geçmeli ahşap sistem ile duvar teşkil edilmesidir. Caminin doğal frekansları restorasyon sonrasında önceki haline göre her üç modda da %20'ler düzeyinde artış göstermiştir. Tamamen ahşap elemanlardan müteşekkil yapının rijitliğini bu denli arttıran özelliğin çürümüş elemanların yenilenmesi ve bağlantıların güçlendirilmesi olmasından yola çıkarak, ahşap yapıda zamanla oluşan bozulmaların yapısal davranışlara önemli etkisi değerlendirilmiştir. Mod şekilleri restorasyon öncesi ve sonrasında aynı ve beklenir şekilde 1. mod enine, 2. mod boyuna ve 3. mod burulma şeklinde oluşmuştur. Sönüm oranlarında ise ilk iki modda artış olarak görülen davranış biçimi üçüncü modda azalma şeklinde görülmüş olup, anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

Trabzon Dernekpazarı Günebakan Mahallesi Camisinde yapısal anlamda çok fazla imalat yapılmamış olup, genel restorasyon uygulamaları ağırlıklı işlemler yürütülmüştür. Söz konusu eserde ahşap öğelerde ve çatıda bozulmuş öğelerin değiştirilmesi en önde gelen yapısal restorasyon uygulamalarıdır. Restorasyon sürecinden sonra eserin doğal frekansları 1. modda %2, 2. modda %10 ve üçüncü modda %25 seviyelerinde artış göstermiştir. Mod şekilleri restorasyon öncesi ve sonrasında aynı şekilde 1. mod enine, 2. mod boyuna ve 3. mod burulma şeklinde oluşmuştur. Sönüm oranlarında ise farklı modlarda artış ve azalma tespit edilmiş olup, anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.

3.3.2. Minarelerde Restorasyon Etkilerinin Değerlendirilmesi

Minarelerde restorasyon etkilerinin incelenmesi ile ilgili kısıtlı sayıda örnekler üzerinden çalışma yürütülebilmektedir. Üç adet yığma taş minare ve bir adet ahşap minarenin restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri alınmış ve değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

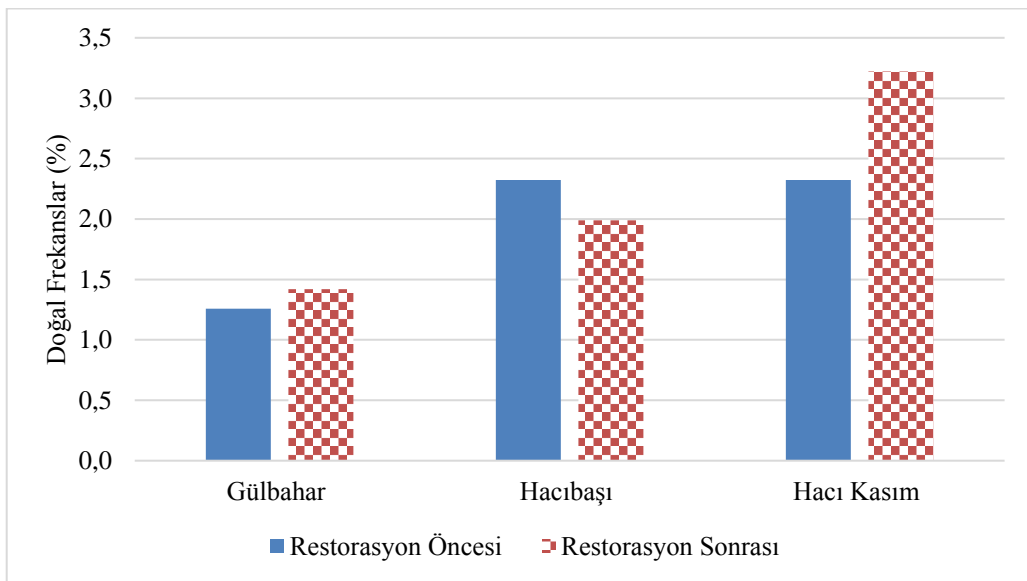
3.3.2.1. Yığma Taş Minarelerde Restorasyon Etkileri

Doğal Frekanslar Bakımından Restorasyon Etkileri

Doğal taştan yapılmış minarelerde restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri alınabilen üç adet minare üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Tablo 3.52’de minarelerin restorasyon öncesi ve sonrasına ait doğal frekansları verilmiştir. Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.73’te, 2. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.74’te ve 3. moddaki doğal frekans değişim grafiği Şekil 3.75’te sunulmuştur.

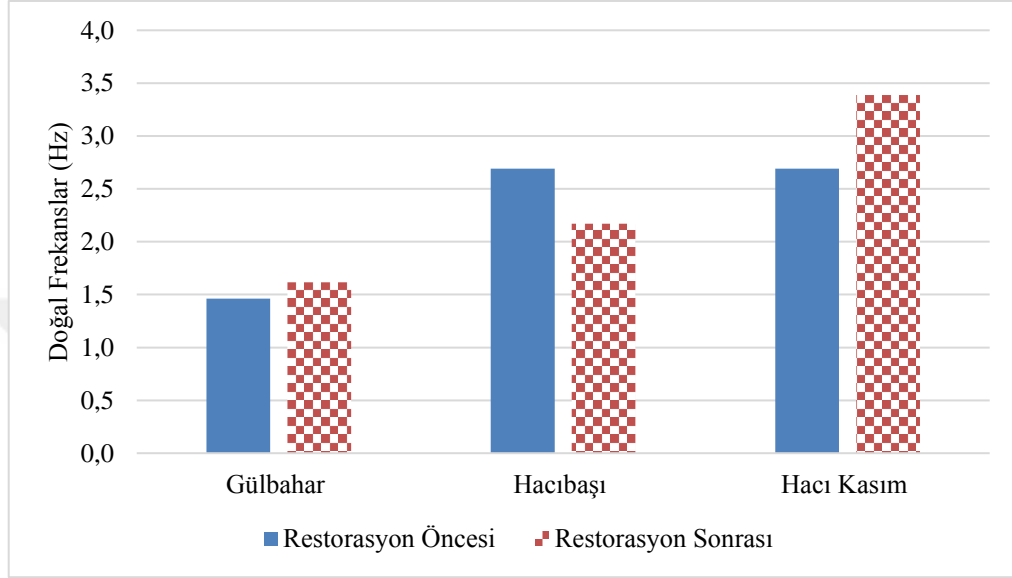
Tablo 3.52. Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile doğal frekanslardaki değişim

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekans (Hz)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii Minaresi	1.258	1.462	3.457	1.419	1.617	3.771
2	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	2.322	2.691	3.776	1.988	2.171	4.355
3	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii Minaresi	2.322	2.691	3.776	3.221	3.388	6.282



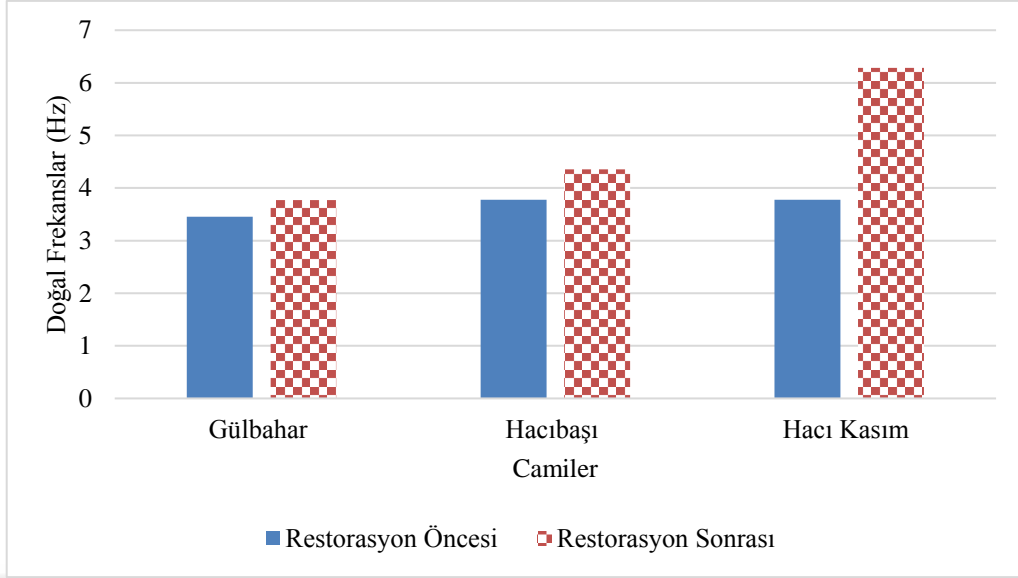
Şekil 3.73. Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 1. doğal frekansların değişimi

Örnek olarak seçilen yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 1. modların doğal frekanslarındaki değişimin incelendiğinde Gülbahar Camisi Minaresinde az, Hacı Kasım Camisi Minaresinde daha yüksek oranda olmak üzere artış, Hacıbaşı Camisi Minaresinde ise azalmanın olduğu Şekil 3.73'ten görülmektedir.



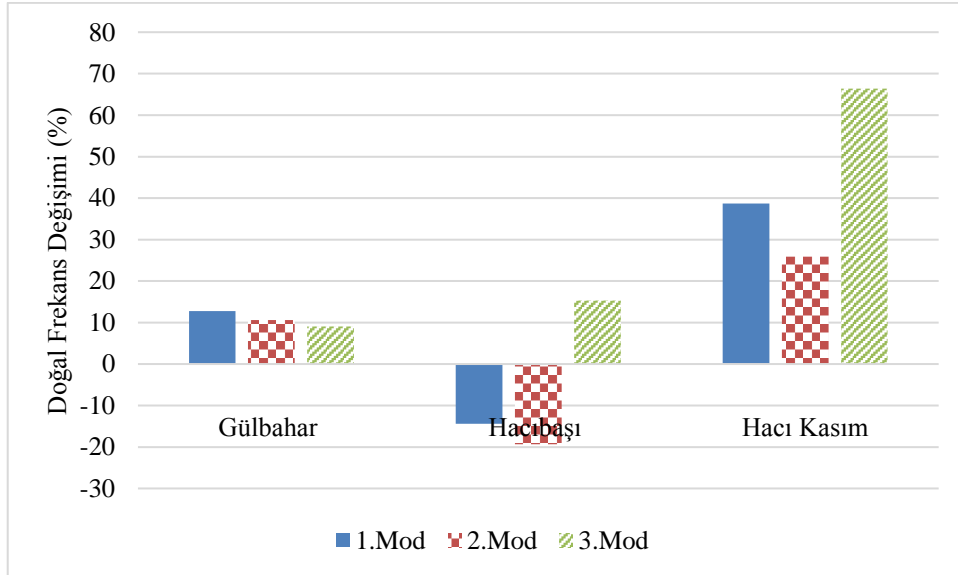
Şekil 3.74. Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 2. doğal frekansların değişimi

Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 2. modların doğal frekanslarındaki değişimin incelendiğinde, 1. moddaki değişimine benzer şekilde Gülbahar Camisi Minaresinde az, Hacı Kasım Camisi Minaresinde daha yüksek oranda olmak üzere artış, Hacıbaşı Camisi Minaresinde ise azalmanın olduğu Şekil 3.74'ten görülmektedir.



Şekil 3.75. Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 3. doğal frekansların değişimi

Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 3. modların doğal frekanslarındaki değişimin incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinde az, Hacı Kasım Camisi Minaresinde daha yüksek oranda olmak üzere artış, Hacıbaşı Camisi Minaresinde ise azalmanın olduğu Şekil 3.75'ten görülmektedir.



Şekil 3.76. Yığma taş minarelerde restorasyon ile doğal frekansların yüzdesel olarak değişimi







Yığıma taş minarelerin restorasyon etkisi ile doğal frekanslarının yüzdesel olarak değişiminin belirtildiği Şekil 3.76 incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinin frekanslarında tüm modlarda yaklaşık %10'lar seviyesinde artışın olduğu; Hacıbaşı Camii Minaresi doğal frekanslarında ilk iki modda %20'lere varan azalmanın, 3. modda %15'ler düzeyinde artışın olduğu; Hacıkasım Camii Minaresinde ise 1. modda %40'lar, 2. modda %25'ler ve 3. modda %65'ler seviyesinde artışın olduğu görülmektedir.

Mod Şekilleri Bakımından Restorasyon Etkileri

Restorasyon etkisi incelenen yığıma taş minarelerden mod şekilleri restorasyon öncesi ve sonrasında alınma imkanı bulunan Rize Gülbahar Camisinin karşılaştırmalı mod şekli tablosu Tablo 3.53'te sunulmuştur.



Tablo 3.53. Yığma taş minarelerin mod şekillerinin restorasyon etkisi ile değişimi

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Mod Şekilleri		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod
Rize Büyük Gülbahar Camii Minaresi	Restorasyon Öncesi			
	Restorasyon Sonrası			

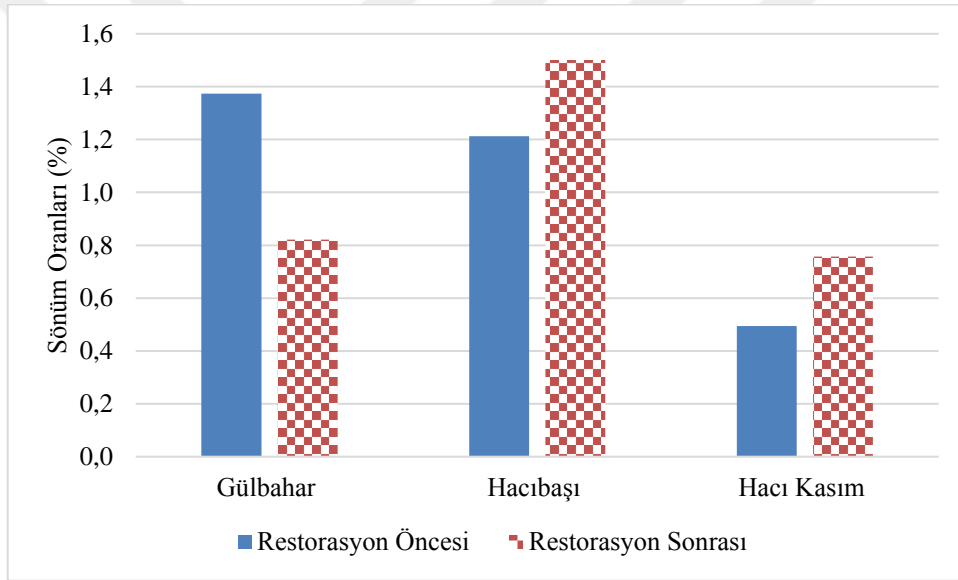
Restorasyon öncesi ve sonrasında 1. ve 2. modların enine, 3. modun burulma şeklinde olduğu ve mod şekillerinde belirgin bir farkın gözlenmediği Tablo 3.53'ten belirlenmiştir.

Sönüm Oranları Bakımından Restorasyon Etkileri

Tablo 3.54'te restorasyon etkisi incelenen yığma taş minarelerin restorasyon öncesi ve sonrasına ait sönüm oranları verilmiştir. Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 1. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.77'de, 2. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.78'de ve 3. moddaki sönüm oranlarının değişim grafiği Şekil 3.79'da sunulmuştur.

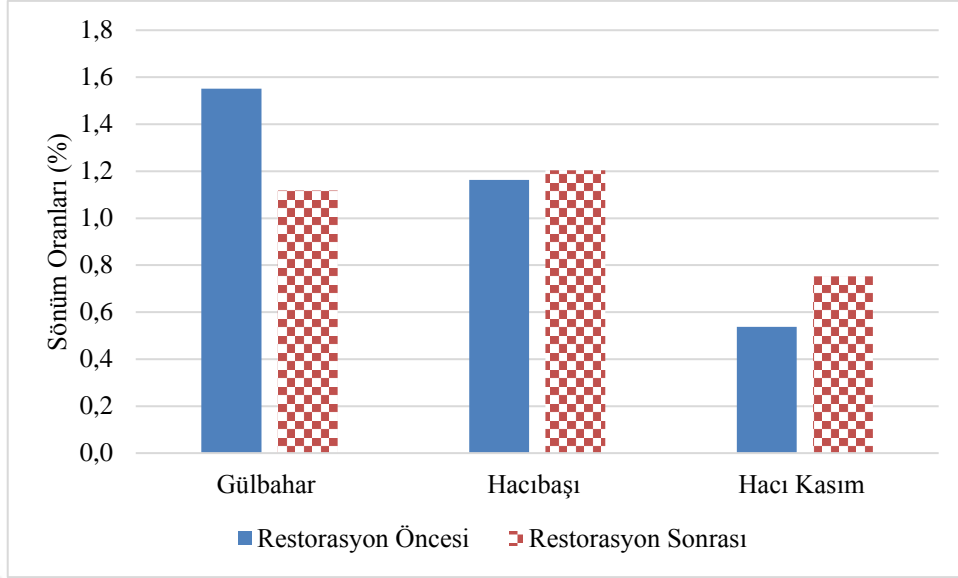
Tablo 3.54. Yığma taş minarelerin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)					
		Restorasyon Öncesi			Restorasyon Sonrası		
		1. Mod	2. Mod	3. Mod	1. Mod	2. Mod	3. Mod
1	Rize Büyük Gülbahar Camii Minaresi	1.374	1.551	3.915	0.821	1.118	1.328
2	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii	1.213	1.163	0.917	1.501	1.204	2.313
3	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii Minaresi	0.494	0.537	1.355	0.757	0.753	0.240



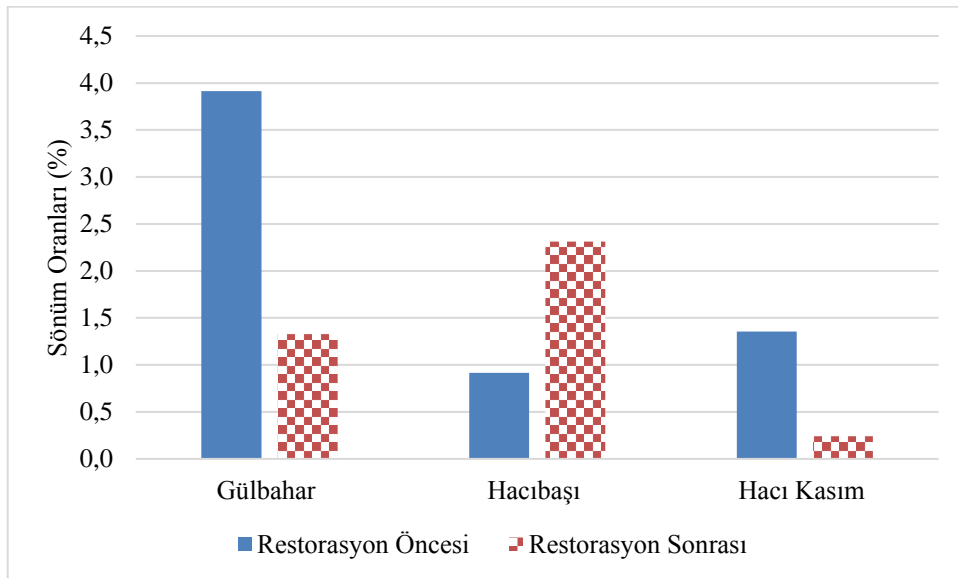
Şekil 3.77. Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 1. moda ait sönüm oranlarının değişimi

Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 1. moda ait sönüm oranlarındaki değişimin sunulduğu Şekil 3.77 incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinde azalma, Hacıbaşı Camisi Minaresinde artış ve Hacı Kasım Camii Minaresinde artış görülmektedir.



Şekil 3.78. Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 2. moda ait sönüm oranlarının değişimi

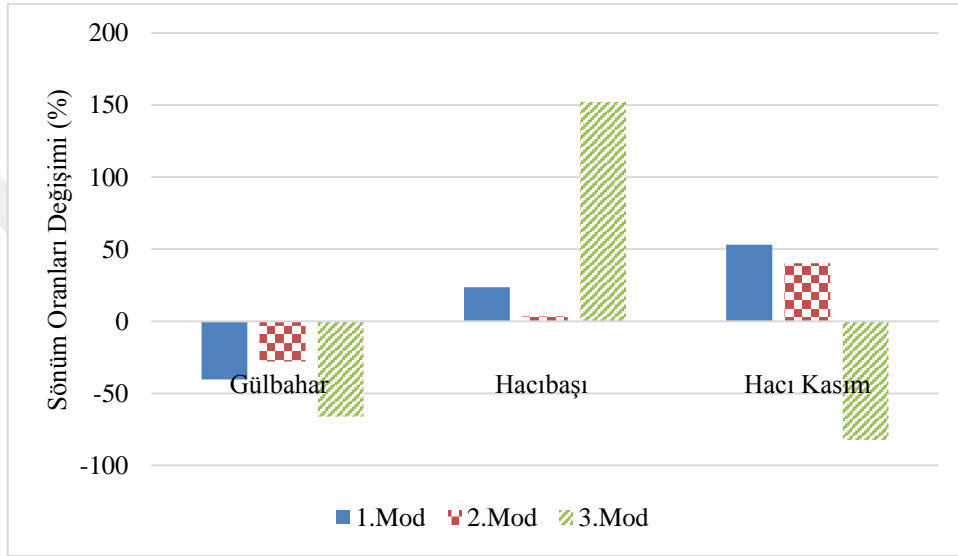
Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 2. moda ait sönüm oranlarındaki değişimin sunulduğu Şekil 3.78 incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinde azalma, Hacıbaşı Camisi Minaresinde çok küçük de olsa artış ve Hacı Kasım Camii Minaresinde artış görülmektedir.



Şekil 3.79. Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile 3. moda ait sönüm oranlarının değişimi

Yığma taş minarelerde restorasyon etkisi ile 3. moda ait sönüm oranlarındaki değişimin sunulduğu Şekil 3.79 incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinde önemli derecede azalma, Hacıbaşı Camisi Minaresinde artış ve Hacı Kasım Camii Minaresinde azalma görülmektedir.

Yığma taş minarelerin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile yüzdesel olarak değişiminin grafiği Şekil 3.80’de sunulmuştur.



Şekil 3.80. Yığma taş minarelerin sönüm oranlarının restorasyon öncesine oranla yüzdesel olarak değişimi

Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile sönüm oranlarının yüzdesel olarak belirtildiği Şekil 3.80 incelendiğinde, Gülbahar Camisi Minaresinin sönüm oranlarında 1. modda %40’lar, 2. modda %25’ler ve 3. modda %60’lar seviyesinde azalmanın olduğu; Hacıbaşı Camii Minaresi sönüm oranlarında 1. modda %20’lere varan artışın, 2. modda %2’ler seviyesinde küçük bir artışın, 3. modda ise %150’ye varan artışın olduğu; Hacı Kasım Camii Minaresinde ise 1. modda %50’lar, 2. modda %40’lar seviyesinde artışın, 3. modda %80’ler seviyesinde azalmanın olduğu görülmektedir. Her ne kadar Gülbahar Camisi Minaresinin sönüm oranları, doğal frekansın artmasına karşın azalma ve Hacıbaşı Camisi Minaresinin sönüm oranları, doğal frekanslarının azalmasına karşın artış eğilimi gösterse de bu ilişkiler Hacı Kasım Camisi Minaresinin doğal frekans değişimi ile sönüm oranı arasında görülemez. Dolayısı ile bu bağlamda net bir yargıya varılması imkânı olmamıştır.

Genel Değerlendirme

Yığma taş minarelerin restorasyon etkisinin incelendiği eserlerde yapılan uygulamaların karşılaştırmalı hali Tablo 3.55'te sunulmuş olup, değerlendirmeler yukarıdaki doğal frekans, mod şekilleri ve sönüm oranları değişimi ile birlikte yorumlanmıştır.

Tablo 3.55. Örnek olarak seçilen yığma taş minarelerde restorasyon sürecinde yapılan önemli yapısal müdahaleler

	Rize Gülbahar Mahallesi Büyük Camii Minaresi	Rize Çayeli Hacıbaşı Camii Minaresi	Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camii Minaresi
Boşalan derzlerin yenilenmesi	+	+	+
Çürümüş taşların değişimi	+	+	+
Sıva sökülmesi	-	+	-
Kısmi söküp yeniden yapım	-	-	+
Ahşap külah değişimi	+	-	+
Yüzey temizliği	+	+	+
Açıklama			Şerefe üstü sökülmüş, kullanılabilir taşlar ıslah edilerek, kullanılmayacak durumda olanlar yenilenecek şekilde tekrar örülmüştür.

Rize Büyük Gülbahar Camisi minaresinde bozulan taşların ve külahın değişimi ile boşalan derzlerin yenilenmesi gibi imalatlar yapılmış olup, yapısal anlamda etkiyen güçlendirmeye yönelik bir uygulama yapılmamıştır. Buna rağmen, doğal fonksiyonlarda %10 mertebesinde bir artışın olduğu gözlenmiş olup, minarelerde boşalan derzlerin yenilenmesi ve taş değişimlerinin bile yapının rijitliği ve frekansları üzerinde artırıcı etki yaptığı değerlendirilmiştir. Sönüm oranlarının tüm modlarda yaklaşık %50 mertebelerinde

azalma gösterdiği görülmüş olup, doğal frekansların tümüyle artması ile ters orantılı tepki vermiştir.

Rize Çayeli Hacıbaşı Camisi Minaresi, dış cephesi restorasyondan önce yaklaşık 5-6cm kalınlığında çimento esaslı ve oldukça mukavemetli sıva tabakası ile kaplanmıştır. Sıva tabakasının alınmasının ardından sıvanın tutunması için taş yüzeylerin bir miktar murçlandığı tespit edilmiş ve bu yüzeylerde de bir miktar yüzey düzeltme işlemi yapılmıştır. Dolayısı ile yaklaşık 7-8cm civarında bir kalınlık minare yüzeyinden alınmıştır. Ayrıca minarede çürüyen taşların değişimi ve boşalan derzlerin onarımı imalatları yapılmıştır. Tüm bu imalatlar neticesinde yapının doğal frekansının ilk iki modunun restorasyondan sonra % 15'ler düzeyinde azalma gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle kesit azalması ile bu etkinin oluşması beklenen ve kabul edilebilir bir etki olarak yorumlanmıştır. 3. mod olan burulma da ise bu etki görülmemiş ve doğal frekans %15 seviyelerinde artış göstermiştir. Eserin sönüm oranları ise çok farklılık gösterir şekilde değişen oranlarda da olsa, artma eğilimi göstermiştir. Bu da azalan doğal frekanslara oranla ters bir seyir hali göstermektedir.

Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Camisi minaresinde çürüyen taşların değişimi ve derz onarımlarının yanında, şerefe seviyesinden yukarısı sökülerek yenilenmiştir. Bu imalatlar neticesinde doğal frekanslarda %25 ila %65 seviyelerinde bir artış meydana gelmiştir. Petek kısmının taşlarının özelliğini kaybetmesi ve yeni taşlar ile yapının kımene de olsa yeniden inşası durumunda, doğal frekansların önemli derecede artış gösterdiği bu örnekten net olarak anlaşılmaktadır.

3.3.2.2. Ahşap Minarelerde Restorasyon Etkileri

Çalışma kapsamında restorasyon öncesi ve sonrası ölçüm imkanı, yalnızca Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Masele Camii Minaresinde bulunmuştur. Bu nedenle yapılan çalışmanın ahşap minarelerde genel restorasyon etkisi olarak düşünülmemesi ve bu cami özelinde değerlendirilmesi uygun olacaktır. Bu gibi çalışmalarda referans oluşturabilmesi ve benzer yapıların da benzer yöntemle incelenmesine vesile olması hedeflenmektedir.

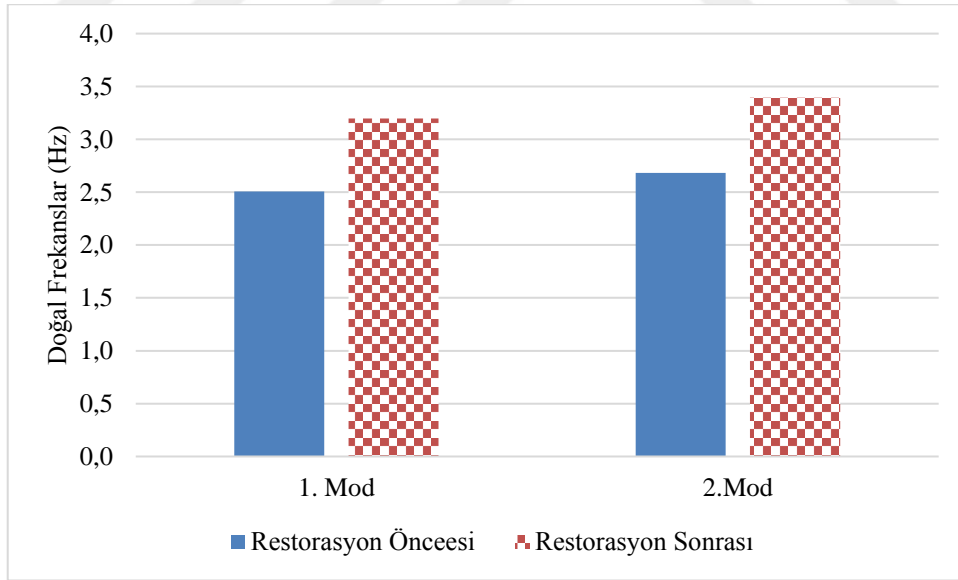
Doğal Frekanslar Bakımından Restorasyon Etkileri

Ahşap minarelerden örnek olarak seçilen Bereketli Camii Minaresinin restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri neticesinde elde edilen doğal frekanslar, Tablo 3.56'da sunulmuştur.

Tablo 3.56. Ahşap minarenin restorasyon önce ve sonrası tespit edilen doğal frekansları

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Doğal Frekans (Hz)			
		Restorasyon Öncesi		Restorasyon Sonrası	
		1.Mod	2.Mod	1.Mod	2.Mod
1	Araklı Bereketli Köyü Camii Minaresi	2.506	2.682	3.196	3.393

Ahşap minarenin restorasyon etkisi ile doğal frekanslarının 1. ve 2. modlardaki değişiminin gösteren grafik Şekil 3.81'de sunulmuştur.



Şekil 3.81. Ahşap minarenin doğal frekansının restorasyon etkisi ile değişimi

Ahşap minarenin doğal frekansının restorasyon etkisi ile değişimini gösteren Şekil 3.81 incelendiğinde, 1. modda ve 2. modda doğal frekans değerlerinde artış net olarak görülmektedir.

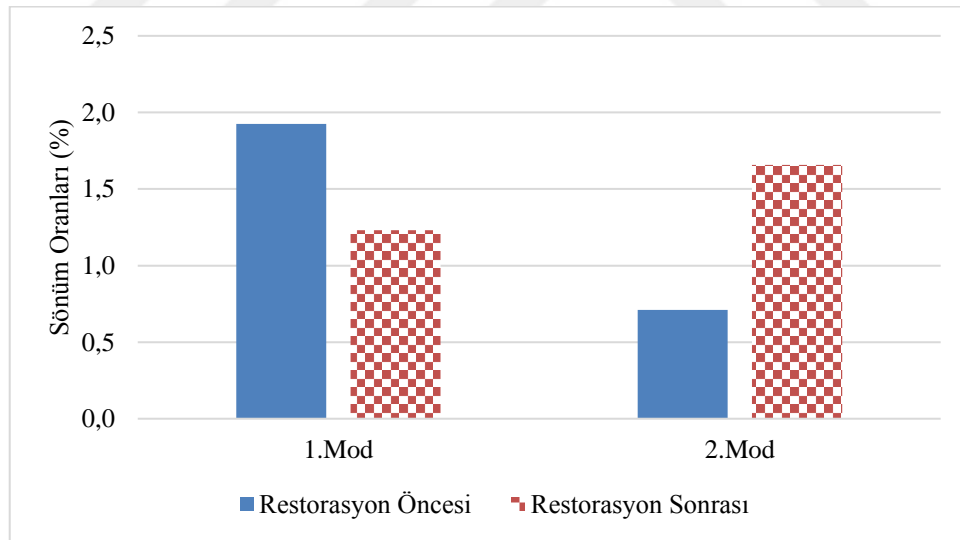
Sönüm Oranları Bakımından Restorasyon Etkileri

Bereketli Camii Minaresinin restorasyon öncesi ve sonrası ölçümleri neticesinde elde edilen sönüm oranları Tablo 3.57’de sunulmuştur.

Tablo 3.57. Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi

Minare Adı		ÇTT İle Belirlenen Sönüm Oranları (%)			
		Restorasyon Öncesi		Restorasyon Sonrası	
		1.Mod	2.Mod	1.Mod	2.Mod
1	Trabzon Araklı Bereketli Köyü Camii Minaresi	1.925	0.711	1.231	1.658

Ahşap minarenin restorasyon etkisi ile sönüm oranlarının 1. ve 2. modlardaki değişiminin gösteren grafik Şekil 3.82’de sunulmuştur



Şekil 3.82. Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimi

Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile değişimini gösteren Şekil 3.82 incelendiğinde, 1. modda azalmanın, 2. modda ise artışın olduğu görülmektedir.

Genel Değerlendirme

Bereketli Köyü Camisi Minaresinde ahşap dış cephe kaplaması, taşıyıcı kargas sistemi ile birlikte ve merdiven basamakları sert ağağtan yenilenmiş ve sereni ile gövdeyi sabitleyici birtakım metal takviyelerle minare gövde ve sereni birbirine bağlanmıştır. Ayrıca ahşap külah tamamen yenilenmiş ve üstü bakır kaplanmıştır. Bu takviyeler neticesinde minarenin doğal frekansının ilk iki modda %25'ler seviyesinde atış gösterdiği grlmştir. Yapı restorasyon öncesindeki dağınık halinden sonra yapılan müdahaleler ile rijit hale getirilmiş ve birlikte hareket eden bir sisteme dnşmştir. Sönüm oranları incelendiğinde, ise 1. modda azalma ve 2. modda artış şeklinde bir değişimin olduğu görülmüş olup bu kapsamda restorasyon işlemleri ile alakalı net bir ilişki kurulamamıştır.



4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, taşınmaz kültür miraslarının coğrafyamızdaki en yaygın örneklerinden, farklı taşıyıcı sistemli 31 adet tarihi cami ve 32 adet minarenin, deneysel dinamik karakteristikleri olarak adlandırılan doğal frekans, mod şekli ve sönüm oranları hasarsız yöntem olan Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle restorasyon öncesi ve restorasyonu tamamlananların restorasyon sonrası için belirlenmiştir. İstatistiki yöntemler kullanılarak, ahşap çatılı yığma taş, kargir kubbeli yığma taş ve ahşap taşıyıcı sistemli tarihi camiler ile yığma taş ve betonarme minareler için deneysel ölçüm verilerine dayalı ilk üç frekansa ait basitleştirilmiş yaklaşık formüller önerilmiştir. Yine bu yapılar için deneysel verilere dayalı mod şekil tipleri ile sönüm oranı aralıkları da önerilmiştir. Ayrıca restorasyon uygulamalarının tarihi cami ve minareler üzerindeki etkileri restorasyon öncesi ve sonrası deneysel ölçüm verilerine göre detaylı olarak incelenmiştir. İnceleme ve yapılan değerlendirmeler neticesinde, tarihi cami ve minarelerin deneysel dinamik karakteristikleri ve restorasyon etkileri ile ilgili elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda listelenmiştir:

- Tarihi cami ve minarelerde yapılan analitik çalışmalarda karşılaşılan genel sorun, analitik modelin karmaşık yapısı ve davranış biçimine sahip olması nedeniyle, gerçek yapıyı temsil etme noktasında yetersiz kalmasıdır. Bu nedenle, kurgulanan analitik modelin deneysel veriler ışığında kalibrasyona ihtiyacı bulunmaktadır. Kalibrasyon işlemi için ise çoğunlukla yapıların dinamik karakteristikleri kullanılmaktadır. Çalışma kapsamında Çevresel Titreşim Testi Yöntemi ile örnek olarak seçilen tarihi cami ve minarelerden tespit edilen deneysel dinamik karakteristikler, uygulamada kullanılan analitik modelin kalibrasyonuna imkân verecektir.
- Deneysel olarak tespit edilen dinamik karakteristiklerin, restorasyon etkisi ile değişim gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle doğal frekansların restorasyon etkisi ile değişimlerinin belirgin şekilde restorasyon uygulamaları ile ilişkili olduğu görülmüştür.
- Ahşap çatılı yığma taş camilerde yapılan deneysel ölçümler neticesinde, 1. doğal frekansların 3.149Hz ile 11.270Hz arasında, 2. doğal frekansların 4.129Hz ile 13.641Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.729Hz ile 18.230Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Ahşap çatılı yığma taş camilerin ilk üç yaklaşık doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.1), (3.2) ve (3.3) formülasyonların analitik modellerin kalibrasyonunda kullanılabileceği değerlendirilmiştir.

- Önerilen formülasyonlara ek olarak ahşap çatılı yığma taş camiler için 1. modda, 3Hz ila 7Hz arasında; 2. modda 4Hz ila 9 Hz arasında ve 3. modda 5Hz ila 12Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, ilk üç doğal frekanslarda, 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.30 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 1.70 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Herhangi bir modun doğal frekansının belirlenmesi durumunda bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların da yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.
- Kargir kubbeli yığma taş camiler üzerinde yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 4.631Hz ile 10.530Hz arasında, 2. doğal frekansların 5.030Hz ile 16.270Hz arasında, 3. doğal frekansların 5.452Hz ile 23.850Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Kargir kubbeli yığma taş camilerin ilk üç yaklaşık doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.4), (3.5) ve (3.6) formülasyonların analitik modellerin kalibrasyonunda kullanılabileceği değerlendirilmiştir.
- Önerilen formülasyonlara ek olarak benzer özellikteki kargir kubbeli yığma taş camiler için 1. ve 2. modda, 5Hz ila 10Hz arasında; 3. modda 6Hz ila 11Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, ilk üç deneysel doğal frekanslarda; 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.15 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 1.50 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camiler üzerinde yapılan deneysel ölçümler neticesinde 1. doğal frekansların 2.251Hz ile 6.361Hz arasında, 2. doğal frekansların 3.030Hz ile 6.859Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.487Hz ile 8.648Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin ilk üç yaklaşık doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.7), (3.8) ve (3.9) formülasyonların analitik modellerin kalibrasyonunda kullanılabileceği değerlendirilmiştir.
- Önerilen formülasyonlara ek olarak benzer özellikteki ahşap taşıyıcı sistemli camiler için 1. modda, 2.5Hz ila 6Hz arasında; 2. modda, 3Hz ila 7Hz arasında; 3. modda 4.5Hz ila 9Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ayrıca ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.25 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun

değerinin yaklaşık 1.60 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

➤ Yığma taş minareler üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda; 1. doğal frekansların 0.738Hz ile 4.631Hz arasında, 2. doğal frekansların 0.740Hz ile 4.695Hz arasında, 3. doğal frekansların 2.308Hz ile 9.419Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

➤ Yığma taş minarelerin ilk üç yaklaşık doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.10), (3.11) ve (3.12) formülasyonlarının kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

➤ Yığma taş minareler için önerilen formülasyonlara ek olarak benzer özellikteki minareler için 1. ve 2. modda, 0.7Hz ila 2.5Hz arasında; 3. modda 3Hz ila 8Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Özellikle yığma minarelerin geometri ve davranışı sebebiyle ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakın olduğu verilerden görülmektedir. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde, 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 3.00 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

➤ Ahşap minarelerde yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde 1. doğal frekansların 0.982Hz ile 3.969Hz arasında, 2. doğal frekansların 1.060Hz ile 4.084Hz arasında, 3. doğal frekansların 4.102Hz ile 4.809Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

➤ Ahşap minarelerin ilk üç yaklaşık deneysel doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.13), (3.14) ve (3.15) formülasyonlarının bir yaklaşım olarak alınabileceği değerlendirilmiştir.

➤ Önerilen formülasyonlara ek olarak benzer özellikteki ahşap minareler için 1. ve 2. modda, 1Hz ila 4Hz arasında; 3. modda 4Hz ila 5Hz arasında doğal frekans kabulünün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Ahşap minarelerde de yığma minarelerdeki gibi geometri ve davranışı sebebiyle ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakın olduğu verilerden anlaşılmaktadır. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 2.50 katı olarak

şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

➤ Betonarme minarelerde yapılan deneysel ölçümler neticesinde elde edilen veriler incelendiğinde, 1. doğal frekansların 0.520Hz ile 1.822Hz arasında, 2. doğal frekansların 0.539Hz ile 1.888Hz arasında, 3. doğal frekansların 2.642Hz ile 5.220Hz arasında değiştiği belirlenmiştir.

➤ Betonarme minarelerin ilk üç yaklaşık doğal frekanslarının cami geometrileri yardımıyla analitik olarak tespiti hususunda önerilen (3.16), (3.17) ve (3.18) formülasyonlarının kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

➤ Önerilen formülasyonlara ek olarak benzer özellikteki betonarme minareler için 1. ve 2. modda, 0.5Hz ila 1.00Hz arasında; 3. modda 2.5Hz ila 5Hz arasında doğal frekans kabulün de kullanılabilir olduğu değerlendirilmiştir. Betonarme minarelerin geometri ve davranışı sebebiyle yığma ve ahşap minarelere benzer şekilde ilk iki modun doğal frekans değerlerinin çok yakın olduğu verilerden görülmektedir. Deneysel olarak tespit edilen ilk üç moddaki deneysel doğal frekansların artış oranları incelendiğinde 2. modun değerinin 1. moddaki değerinin yaklaşık 1.05 katı; 3. modun değerinin ise 1. modun değerinin yaklaşık 4.00 katı olarak şekillendiği görülmüştür. Belirlenecek herhangi bir modun doğal frekans yardımıyla bu oranlar kullanılmak suretiyle de diğer frekansların yaklaşık olarak elde edilebileceği değerlendirilmiştir.

➤ Ahşap çatılı yığma camilerde deneysel mod şekillerinin genellikle 1. modda enine (kısa) doğrultuda, 2. modda boyuna (uzun) doğrultuda ve 3. modda burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir. Minarenin camiiyle olan ilişkisi, eserlere bitişik başka yapılar, değişen zemin ve kesit özellikleri nedeniyle birtakım örneklerde farklılaşmalar görülse de yukarıda belirtilen mod şekilleri beklenen mod şekilleri olarak değerlendirilebilir.

➤ Kargir kubbeli camilerde 1. modun ve 2. modun enine (kısa) doğrultuda ve boyuna (uzun) doğrultuda çeşitlilik gösterdiği ancak deneysel verilerden baskın bir davranışın öne çıkmadığı görülmektedir. 3. modun ise burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

➤ Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde 1. modun ve 2. modun enine (kısa) doğrultuda ve boyuna (uzun) doğrultuda çeşitlilik gösterdiği ancak baskın bir davranışın öne çıkmadığı görülmektedir. 3. modun ise burulma şeklinde olduğu tespit edilmiştir.

- Yığıma taş minarelerde mod şekillerini değerlendirmesini genelleştirmek için yeterince veri olmamasına karşın, eldeki örneklerden minarelerin ilk üç mod şeklinin genellikle eğilme davranışı gösterdiği görülmüştür.
- Ahşap çatılı yığıma taş camilerde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerlerinin modlar arasındaki artış oranlarındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği görülmüştür. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, üç değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %6'nın altında sönüm oranları tespit edilmiştir.
- Kargir kubbeli yığıma taş camilerde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerlerinin modlar arasındaki artış oranlarındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, bir tek değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %4'ün altında sönüm oranları tespit edilmiştir.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camilerde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler gösterdiği, modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerlerinin modlar arasındaki artış oranlarındaki ilişkiden herhangi bir şekilde etkilenmediği görülmüştür. Ahşap taşıyıcı sistemli cami örnekleri üzerinden yapılan incelemede, bir tek değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %3 seviyesinden az olduğu belirlenmiş olup, tüm örnekler ele alındığında %4'ün altında sönüm oranları tespit edilmiştir.
- Yığıma taş minarelerde sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler göstermiştir. Modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamadığı, frekans değerleri arasındaki ilişkiden de herhangi bir şekilde etkilenmediği değerlendirilmiştir. Örnek camiler üzerinden yapılan incelemede, birkaç değer haricinde, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %2 seviyesinden az olduğu görülmekte olup, tüm örnekler ele alındığında %6'nın altında sönüm oranları tespit edilmiştir.
- Ahşap minarelerin sönüm oranlarının çeşitli modlar için farklı değerler ve değişimler gösterdiği görülmüştür. Modlar arasında artan veya azalan sönüm oranları şeklinde bir yargıya varılamamıştır. Örnekler üzerinden yapılan incelemede, iki değer hariç, ilk üç moddaki sönüm oranlarının %2 seviyesi civarında olduğu görülmekte olup, tüm örnekler

ele alındığında %5'in altında sönüm oranları tespit edilmiştir. Ahşap minare örnek sayısının artırılması durumunda elde dilecek verilerin daha sağlıklı değerlendirme imkânı bulunabilir.

➤ Betonarme minarelerin sönüm oranları üzerinde yapılan incelemede bir minare haricinde tüm minarelerde %2'nin altında sönüm oranları olduğu görülmektedir. Tüm modlardaki sönüm oranlarında benzer eğilimlerin olduğu, tarihi yığma cami ve minare örneklerinde olduğu gibi modlarla birlikte keskin değişikliklerin oluşmadığı görülmektedir. Bu itibarla betonarme minareler ile ilgili deneysel sonuçlardan en yüksek sönüm oranlarına 1. modlarda ulaşıldığı diğer modlarda sönümün azalma eğilimi gösterdiği değerlendirilmiştir.

➤ Gerek camiler, gerek yığma ve ahşap minarelerde sönüm oranlarının betonarme minarelerdeki kadar birlikte davranış eğilimi göstermediği belirlenmiştir. Bu özellik, betonarmenin birlikte çalışma ve davranışı ile yığma cami ve minarelerin karmaşık yapı ve davranışı arasındaki etki olarak değerlendirilmiştir.

➤ Ahşap çatılı yığma taş camilerde restorasyon etkisi ile doğal frekanslardaki değişim irdelendiğinde; 1.modlardaki Gülbahar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisinin, doğal frekansının hemen hemen aynı kaldığı, Dürbinar Camisi, Hacıbaşı Camisi ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir. 2.modlarda restorasyon etkileri ile Gülbahar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisi, Dürbinar Camisi ve Hacıbaşı Camisi doğal frekanslarının büyük ölçüde benzeştiği ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir. 3. modlarda restorasyon etkileri ile Gülbahar Camisi, Dürbinar Camisi ve Işıklar Camisinin doğal frekanslarında artış, Orta Mahalle Camisi, ve Hacıbaşı Camisi doğal frekanslarının büyük ölçüde benzeştiği ve Pirinçlik Camisinin doğal frekansının ise azaldığı görülmektedir.

➤ Ahşap çatılı yığma taş camilerde doğal frekansların restorasyon etkilerine göre yüzdesel olarak değişimleri incelendiğinde, örneklerin ilk üç moduna göre %50'yi geçen artış ile %30 seviyelerine varan azalmanın olduğu görülmektedir.

➤ Mod şekilleri bakımından restorasyon etkisinin irdelendiği ahşap çatılı yığma taş camilerde; Rize Gülbahar, Akçaabat Dürbinar, Maçka Işıklar ve Ardeşen Pirinçlik Camileri mod şekillerinde restorasyon etkisi ile değişimin olmadığı, Akçaabat Orta Cami ve Rize Çayeli Hacıbaşı Camilerinde ise 1. ve 2. moddaki enine ve boyuna davranışının değişim gösterdiği belirlenmiştir.

- Ahşap çatılı yığma taş camilerin restorasyonlarının sönüm oranlarına etkisi farklı modlarda %400'e varan artış ile %100'e yaklaşan oranlarda azalma şeklindedir. Ayrıca camilerin çeşitli modlarında artma ve azalma etkisi de dikkat çekmekte olup, anlamlı bir ilişki kurulamamıştır.
- Kargir kubbeli yığma taş camilerde, restorasyon etkileri ile 1.moddaki Hacı Kasım Camisi doğal frekanslarında yaklaşık iki kat oranında bir artış olurken Molla Siyah Camisinde hemen hemen aynı kaldığı görülmektedir. 2.modlarda ise restorasyon etkileri ile 1. moddaki gibi Hacı Kasım Camisi doğal frekanslarında yaklaşık iki kat oranında bir artış olurken Molla Siyah Camisinde hemen hemen aynı kaldığı görülmektedir. 3.modlarda Hacı Kasım Camisinde daha yüksek oranda olmakla birlikte Molla Siyah Camisinde de artışın olduğu görülmektedir. Doğal frekansların yüzdesel olarak değişimleri incelendiğinde ise Hacı Kasım Camisinde restorasyon öncesine göre %50 ye varan artış gözlenirken Molla Siyah Camisinde önemli bir değişimin görülmediği belirlenmiştir.
- Mod şekilleri bakımından restorasyon etkisinin irdelendiği kargir kubbeli yığma taş camilerde; Molla Siyah Camisinde mod şekillerinin restorasyon etkisi ile değişimin olmadığı, Hacı Kasım Camisinde ise 1. ve 2. moddaki enine ve boyuna davranışının değişim gösterdiği belirlenmiştir.
- Kargir kubbeli yığma taş camilerin, sönüm oranları Hacı Kasım Camisinde restorasyon öncesine göre 1. modda %50, 3. modda ise %250 'ye varan artışın, 2. modda ise %25 civarında azalmanın olduğu görülmektedir. Molla Siyah Camisinde ise değişimlerin daha dar bir bantta seyrettiği 1. ve 3. modlarda %25 düzeyinde azalmanın 2. Modda ise %5 seviyelerinde artışın olduğu belirlenmiştir. Belirlenen değişimler ve bu değişimlerdeki farklılıklardan anlamlı bir ilişki çıkarılamamıştır.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin tüm modlarında doğal frekanslar restorasyon etkisi ile artış göstermektedir. Doğal frekansların, Bereketli Masele camisinde tüm modlarda benzer şekilde %20'ler seviyesinde artış gösterdiği, Günebakan Camisinde ise 1. modda %3'ten başlayıp 2. modda %10 ve 3. modda da %25'ler seviyesine kadar çıkan artışın olduğu tespit edilmiştir.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin mod şekillerinin restorasyon etkisiyle değişiklik göstermediği ve 1. modun enine (kısa) doğrultuda, 2. modun boyuna (uzun) doğrultuda ve 3 modun burulma şeklinde davranış gösterdiği tespit edilmiştir.
- Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin restorasyon etkisi ile tüm modlardaki sönüm oranlarının değişimine göre, Bereketli camisinde ilk iki modda artış ve üçüncü modda

%140 değerlerine varan azalmanın olduğu; Günebakan Camisinde ise 1. modun veri eksikliğinden değerlendirilemediği, 2. modda %15 civarında artışın 3.modda da %60'lar seviyesine azalmanın olduğu tespit edilmiştir. Ahşap taşıyıcı sistemli camilerin sönüm oranlarının değişimlerinin anlamlı bir ilişki göstermediği değerlendirilmiştir.

➤ Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile doğal frekanslarının, Gülbahar Camisi Minaresinin frekanslarında tüm modlarda yaklaşık %10'lar seviyesinde artış; Hacıbaşı Camii Minaresi doğal frekanslarında ilk iki modda %20'lere varan azalmanın, 3. modda %15'ler düzeyinde artış; Hacı Kasım Camii Minaresinde ise 1. modda %40'lar, 2. modda %25'ler ve 3. modda %65'ler seviyesinde artışın olduğu görülmüştür.

➤ Yığma taş minarelerde restorasyon öncesi ve sonrasında 1. ve 2. modlar enine, 3. mod burulma şeklinde oluşmuş ve belirgin bir mod şekli görülmemiştir.

➤ Yığma taş minarelerin restorasyon etkisi ile sönüm oranları değişimine göre, Gülbahar Camisi Minaresinin frekanslarında 1. modda %40'lar, 2. modda %25'ler ve 3. modda %60'lar seviyesinde azalmanın olduğu; Hacıbaşı Camii Minaresi doğal frekanslarında 1. modda %20'lere varan artışın, 2. modda %2'ler seviyesinde küçük bir artışın, 3. modda ise %150'ye varan artışın olduğu; Hacı Kasım Camii Minaresinde ise 1. modda %50'lar, 2. modda %40'lar seviyesinde artışın, 3. modda %80'ler seviyesinde azalmanın olduğu görülmektedir. Her ne kadar Gülbahar Camisi Minaresinin sönüm oranları doğal frekansın artmasına karşın azalma ve Hacıbaşı Camisi Minaresinin sönüm oranları doğal frekanslarının azalmasına karşın artış eğilimi gösterse de bu ilişkiler Hacı Kasım Camisi Minaresinin doğal frekans değişimi ile sönüm oranı arasında görülebilmiştir. Dolayısı ile bu bağlamda net bir yargıya varılması imkânı olmamıştır.

➤ Ahşap minarelerin restorasyon etkisi ile değişimi yalnız bir minare özelinde incelenebilmiştir. Örnek olarak incelenen Bereketli Camii Minaresinin doğal frekansının restorasyon etkisi ile 1. modda ve 2. modda doğal frekans değerlerinde açık şekilde artışın olduğu görülmüştür.

➤ Ahşap minarenin sönüm oranlarının restorasyon etkisi ile, 1. modda azalma, 2. modda ise artış şeklinde oluşmuştur.

➤ Tarihi camilerde restorasyon süreçlerinde birçok farklı müdahaleler yapılmaktadır. Yapılan araştırmalarda eserlerin dinamik karakteristiklerini etkilediği düşünülen en önemli imalatlar olarak kubbe, mahfil ve son cemaatler gibi betonarme eklentilerin kaldırılması, sıva ve derzlerin yenilenmesi, duvar çatlaklarının dikiş, enjeksiyon ya da söküp yapma gibi tekniklerle onarılması, temel ve taşıyıcı sistem güçlendirmesi, çatı takviyeleri ve çatı

kotundaki hatıl uygulamaları sayılabilir. Bunların yanında doğrudan yapının parçası olmayan ancak yapının davranışında etkili olan bitişik duvarlar ve minarelerin kaldırılması ya da eklenmesinin de dinamik karakteristikleri etkilediği gözlenmiştir.

➤ Tarihi minarelerde yapılan restorasyon çalışmalarında dinamik karakteristikleri etkileyen uygulamalar olarak, kısmi olarak söküm ve yapım, bozulmuş taşların çürütülerek yenilenmesi, güçlendirme, sıva sökümü ve külah değişimi gibi müdahalelerin olduğu değerlendirilmiştir.

Çalışma kapsamında gözlenen ve gelecek araştırmalara ışık tutacağı düşünülen görüş ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

➤ Tarihi cami ve minarelerin korunması ve gelecek nesillere güvenle aktarımının sağlanması adına yapı sağlıklarının izlenmesi önemlidir. Çalışma kapsamında kullanılan ve deneysel dinamik karakteristiklerin tespitini sağlayan Çevresel Titreşim Testi Yöntemi tarihi eserlerde kolaylıkla uygulanabilen hasarsız bir yöntem olması sebebiyle eski eserlerin yapı sağlıklarının izlenmesinde tercih edilebilir bir yöntem olarak önerilmektedir. Çeşitli zaman aralıkları ile ölçümlerin tekrarı ile eserlerdeki değişimler sayısal olarak ortaya konulup, yapının maruz kaldığı tehditler büyümeden tespit edilebilir. Özellikle anıt niteliğindeki eserlerde bu sistemin gerçek ve tam zamanlı olarak veri kaydı alması ve gelişmiş teknoloji yardımıyla ilgililerin anlık uyarılması önerilen bir yöntemdir. Özellikle önemli tarihi eserlerde sürekli yapı sağlığı izleme düzeneklerinin aktif halde kullanılması ve eserlerdeki ani değişimlere hızlıca tedbir alınarak ciddi sorunların önüne geçilmesi sağlanmalıdır. Tarihi eserlerden sorumlu kurum ve kuruluşların yapı sağlığı izlenmesi sistemleri konusunda politika belirlemeleri ve kaynak ayırmaları kültür mirasımızın gelecek nesillere güvenle aktarılması için önemli görülmektedir.

➤ İnsanlığın ortak kültür mirası olan taşınmaz kültür varlıkları üzerinde yürütülecek bilimsel araştırmaların yoğunlaşması, bu yapıların karmaşık yapısının ve davranış tiplerinin belirlenmesi noktasında faydalı olacaktır.

➤ Tarihi cami ve minarelerin deneysel dinamik karakteristiklerinin belirlenmesi adına örnek sayılarının artırılması ile yapılacak istatistiksel çalışmalar, analitik doğal frekansların daha yaklaşık şekilde elde edilmesine yönelik formülasyonların geliştirilmesine imkân sağlayabilecektir.

➤ Tarihi eserlerin restorasyonlarında işlemler yalnızca mimari kaygılarla yürütülmemeli, kültür varlıklarının yapısal analizleri muhakkak uzman kişi ve ekipler

tarafından yapılmalıdır. Tüm müdahale kararları ilgili uzmanların yer aldığı disiplinler arası çalışma ile hayat bulmalı ve bu doğrultuda eserin restorasyonu planlanmalıdır.

➤ Kültür varlıklarının korunması amacıyla yürütülen restorasyon işlemlerinde, yapılan müdahalelerin eserlerde oluşturdukları yapısal etkileri nicel yollarla tespit ve kontrol edilmeli, gelecek onarımlara ışık tutacak şekilde kayıt altına alınmalıdır. Eserlerde yapılan müdahaleler görsel, yazılı ve projeler şeklinde derlenip araştırmacılara, ilgililere ve gelecek yıllarda bu eserlere müdahale planlanması durumunda karar vericilere yol gösterir şekilde arşivlenmelidir.

➤ Tarihi cami ve minarelerin yanında, betonarme minarelerin yapı sağlıklarının izlenmesi de oldukça önemlidir. Şehir içi ve kırsalda birçok örneğinin herhangi bir teknik denetim hizmeti almadan yapılmış olduğu inkâr edilemez bir gerçek olan betonarme minareler, olası deprem, rüzgar vb. gibi etkilerde ciddi risk taşımaktadırlar. Tarihi camilerin yanında, sit alanlarında ve eski yerleşimlerin etrafında da çok sık rastlanabilen betonarme minareler bu kapsamda kültür miraslarını da tehdit etmektedirler. Betonarmenin ömrü de düşünüldüğünde, minareler yakın gelecekte ülkemizde ciddi sorunlar oluşturmaya adaydırlar. Bu sebeple, betonarme minareler için daha kapsamlı deneysel içerikli bilimsel çalışmaların yapılması gerekli ve önemlidir.

➤ Taşınmaz kültür mirası olan tarihi cami ve minarelerin önemli bir kısmı “vakıf” yoluyla vücuda gelmiş eserlerdir. Vakfedenlerin hayır şartlarını yaşatıp sonsuza dek hayrını devam ettirme ilkesi, vakıf kavramının temelini teşkil eder. Özellikle Selçuklu ve Osmanlı mirası olan ve soyu kesilmiş, yöneticisi kalmamış vakıfların günümüzdeki yönetim ve temsilini Vakıflar Genel Müdürlüğü yürütmektedir. Vakıflar Genel Müdürlüğü son yıllarda yurt içi ve yurt dışı birçok vakıf eserin restorasyonlarını bilimsel ilkeler doğrultusunda titizlikle yürütmektedir. Özellikle iki binli yıllardan sonra oluşturulan teknik kadrosu ile Kurum bu alanda önemli birikim sahibi olmuştur. Vakıflar Genel Müdürlüğünün yürüttüğü bu restorasyonlar, aynı zamanda bilimsel anlamda birçok çalışmaya da konu olmaktadır. Bu anlamda Vakıflar Genel Müdürlüğü’nün tarihi cami ve minarelerin korunması ve gelecek nesillere aktarımının sağlanması konusunda başarılı bir organizasyon içinde olduğu değerlendirilmektedir. Restorasyon faaliyetlerinin arşivlenmesi ve uygulamacı ile araştırmacılara yol göstermesi adına çalışmaların bilimsel yayınlara dönüştürülerek kurum nezdinde yaygınlaştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

➤ Tarihi cami ve minarelerin yanlış uygulamalardan ve bilinçsiz müdahalelerden korunması, yapı sağlıkları açısından oldukça önemlidir. Bu sebeple eserlerin aktif

kullanıcıları olan Diyanet İşleri Başkanlığı personeline eski eser cami ve minarelerine yaklaşım, koruma ve müdahale konularında ciddi eğitimlerin verilmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

➤ Kültür mirasımız olan cami ve minareler, kullanım amaçları, kullanıcıları ve buldukları fiziki ve kültürel şartlar bakımından farklılık ve özellik arz etmektedirler. Bu sebeple, tüm eserler için alınacak müdahale kararlarının aynı olmaması gereklidir. Hal böyle iken Kültür Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'nun bazı ilke kararları ve yürürlükteki mevzuat, bu farklı şartların değerlendirilmesine imkân vermemektedir. Bu durumda da kullanıcılar izinsiz olarak eserlere; biçim, yapısal ve estetik zararlar getirebilecek birtakım müdahaleler yapmaktadırlar. Tarihi cami ve minareleri önemseyenler olarak bu tür zararlı müdahalelerin önüne geçmek adına, mimari anlayışla ihtiyaçların projelendirilerek çözümüne imkan sağlanması ve alternatifler üzerinde restorasyon ilkeleri çerçevesinde kararlar alınabilmesi gerektiği düşünülmektedir. Bu kavram, esere her istenilen müdahalenin yapılabilmesinden ziyade uygun görülebilecek çözümlere imkân vermek olarak değerlendirmelidir. Gerek ilke kararlarının gerekse ilgili kanun ve yönetmeliklerin bu bağlamda yeniden düzenlemeye tabi tutularak, sorunların göz ardı edilmeden, ilgili ve bilgili kişilerce çözümüne imkân sağlanması eserin ve kullanıcıların huzuru açısından önemli görülmektedir.

➤ Taşınmaz kültür varlıklarının deneysel verilerinin ortak bir veri bankası şeklinde arşivlenmesi ve araştırmacıların kullanımına sunulması, bu alandaki çalışmaların gelişimine katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Acar, R., 2009. Anıtsal Kule Türü Yapıların Deprem Davranışlarının İncelenmesi ve Alternatif Sistemlerin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Afyoncu, F., 2001. XVII Yüzyılda Hassa Mimarlar Ocağı, Birinci Baskı, Kültür Bakanlığı Yayını, Ankara.
- Ahunbay, Z., 1996. Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, YEM Yayınları, İstanbul.
- Ahunbay, Z., 1997. Anıt Maddesi, Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi, I.Cilt, 100-101, YEM Yayınları, İstanbul.
- Akan, A. E. ve Özen, Ö., 2005. Bursa Yeşil Türbe'nin Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Deprem Analizi, Deprem Sempozyumu, Ekim, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 758-762.
- Akan, A.E., 2010. Tarihi Ahşap Sütunlu Camilerin Sonlu Elemanlar Analizi ile Taşıyıcı Sistem Performansının Belirlenmesi, SDU International Technologic Science, 2, 1, 41-54.
- Aköz, F., 2005. Yığma Kagir Yapılarda Hasar Tespiti, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Ankara.
- Aköz, H., 2008. Deprem Etkisi Altındaki Tarihi Yığma Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Altunışık, A.C., Bayraktar, A., ve Genç, A.F., 2016. A study on seismic behaviour of masonry mosques after restoration, Earthquake and Structures, 10, 6, 1331-1346.
- Angotti, F., Aprile, L., Orlando, M., Ortolani B. ve Vignoli, A., 2006. Nonlinear Analysis and Strengthening Design of an Italian Masonry Monumental Building, Structural Analysis of Historical Constructions, 1143-1150, New Delhi.
- Aras, F., Kretevska, L., Altay,G. ve Tashkov, L., 2011. Experimental and Numerical Modal Analysis of a Historical Masonry Place, Construction and Building Materials, 25,1, 81-91.
- Aras F., 2013. Tarihi Yığma Binalara Uygulanan Yapısal Restorasyonların Bina Dinamik Özelliklerine Etkileri, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eylül, Hatay, Bildiriler Kitabı: 1-12.
- Aoki, T., Yuasa, N., Hamasaki, H., Nakano, Y., Takahashi, N., Tanigawa, Y., Komiyama, T., Ina, T., Sabia, D. ve Demarie, G.V., 2011. Safety Assessment of the Sanctuary of Vicoforte, International Journal of Materials and Structural Integrity, 5, 2-3, 215-240.
- Ataman, M., 2011. Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii Eski Eser Proje Raporları, Trabzon.

- Ataman, M., 2012. Gümüşhane Kelkit Büyük Camii Eski Eser Proje Raporları, Trabzon.
- Ataman, M., 2013-a. Rize Çayeli Hacıbaşı Camii Eski Eser Proje Raporları, Trabzon.
- Ataman, M., 2013-b. Giresun Kapu Camii Eski Eser Proje Raporları, 39, Trabzon.
- Ataman, M. ve Tomar, E., 2013. Giresun İli Merkez Tarihi Kale Camii Teknik Raporu, Trabzon.
- Atamturktur, S., Bornn, L. ve Hemez, F., 2011. Vibratioan Characteristics of Vaulted Masonary Monuments undergoing Differential Support Settlement, Engineering Structures, 33, 2472-2484.
- Atamturktur, S. ve Laman, J. A., 2012. Finite Element Model Correlation and Calibration of Historic Masonry Monuments: Review. Struct. Design Tall Spec. Build., 21, 96–113.
- Atamturktur, S., Li, T., Ramage, M. ve Farajpour I., 2012. Load Carrying Capacity Assessment of a Scaled Masonry Dome: Simulations Validated with Non-Destructive and Destructive Measurements, Construction and Building Materials, 34, 418- 429.
- Baratta, A., 2013. On the Structural Assessment of Masonry Vaults and Domes, International Journal of Mechanics, 7, 3, 201-209.
- Başaran, H., Demir, A., Ercan, E., Nohutçu, H., Hökelekli, E. ve Kozanoğlu, C., 2016. Investigation of seismic safety of a masonry minaret using its dynamic characteristics, Earthquake and Structures, 10, 3, 523-538.
- Bayraktar, A. 2005. Tarihi Yığma Yapıların Depreme Karşı Güçlendirilmesi, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Ankara.
- Bayraktar, A., Sevim, B., Altunışık, A.C. ve Türker, T., 2007. Tarihi Yığma Minarelerin Deprem Güvenliklerinin Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu-1, Eylül, Ankara, Bildiriler Kitabı, 415-428.
- Bayraktar, A., Sevim, B., Altunışık, A. C. ve Türker, T., 2009-a. Analytical and Operational Modal Analyses of Turkish Style Reinforced Concrete Minarets For Structural Identification, Society for Experimental Mechanics, Dynamic Testing of Civil Engineering Structures Series, March-April, 65-75.
- Bayraktar, A., Türker, T., Sevim, B., Altunışık, A.C. ve Yıldırım, F., 2009-b. Modal Parameter Identification of Hagia Sophia Bell Tower via Ambient Vibration Test, Journal of Nondestructive Evaluation, 28, 1, 37-47.
- Bayraktar, A., Altunışık, A. C., Sevim, B., Türker, T. ve Birinci, F., 2010. Tarihi Yapıların Deprem Güvenilirliklerinin Tahribatsız Deneysel Yöntemlerle Belirlenmesi, İMO İstanbul Bülten, 107, 12-22.

- Bayraktar, A., Türker, T., Altunışık, A. C. ve Sevim, B., 2011. Structural System Identification of Cultural Heritage Structures By Ambient Vibration Testing, WCCE-ECCE-TCCE Joint Conference 2, Seismic Protection of Cultural Heritage, Conference Proceedings, 163-173.
- Bayraktar, A., Çalık, İ. ve Türker, T., 2013. Restorasyon Sonrası Tarihi Sundura Camisi ve Minaresinin Çevresel Titreşim Testi Yöntemiyle Dinamik Özelliklerinin Belirlenmesi, Vakıf Restorasyon Yıllığı, VGM İstanbul I. Bölge Yayını, 6, 53-62.
- Bayülke, N., 1980. Yığma Yapılar, T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.
- Bayülke, N., 2011. Yığma Yapıların Deprem Davranışı ve Güvenliği, 1.Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.
- Bendat, J., S. ve Piersol, A., G., 2004. Random Data: Analysis and Measurement Procedures, 3th Edition, John Wiley and Sons, USA.
- Beyen, K., 2005. Fatih Camii Yapısal Davranışının Dinamik Özelliklerinin Çevrel Ölçüm Verileri Işığında Tanımlanması, Deprem Sempozyumu, Ekim, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 778-787.
- Beyen, K., 2007. 17 Ağustos 1999 Kocaeli Depreminde Hasar Alan Fatih Camiinin Dinamik Karakteristiklerinin Tanımlanması, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul.
- Bilgin, H., 2006. Mimar Sinan Yapılarında Kubbeli Örtü Sistemlerinin Yapısal Analizi, S.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 21, 3-4, 119-127.
- Birinci F., 2010. Taş Kemer Köprülerin Sonlu Eleman Modellerinin Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Block, P., Ciblac, T. ve Ochsendorf, J., 2006. Real-time Limit Analysis of Vaulted Masonary Buildings, Computers and Structures, 84, 29-30, 1841-1852.
- Bonelli, R., 1966. Principles of Architectural and Urban Restoration and Conservation, Encyclopedia of World Art, N.Y. C:XII, 194.
- Bozal, M., 2011.Trabzon Molla Siyah Camii Eski Eser Raporları, Trabzon.
- Bozal, M. ve Yıldırım, S., 2011. Trabzon Akçaabat Dürbinar Camii Eski Eser Raporları, Trabzon.
- Bozal, M., 2014.Trabzon Sürmene Gültepe Mahallesi Camii Eski Eser Raporları, Trabzon.
- Brincker, R., Zhang, L. ve Andersen, P., 2000. Modal Identification from Ambient Responses Using Frequency Domain Decomposition, 18th International Modal Analysis Conference, 4062, 2, 625-630, San Antonio, USA.

- Brincker, R., Ventura, C., E. ve Andersen, P., 2003. Why Output-Only Modal Testing is A Desirable Tool for A Wide Range of Practical Applications, Proceeding of the 21st International Modal Analysis Conference (IMAC XXI), Kissimmee, Florida.
- Can, H. ve Ünay, A. İ., 2012. Tarihi Yapıların Deprem Davranışını Belirlemek İçin Sayısal Analiz Yöntemleri, G.Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 27, 1, 211-217.
- Celep, Z. ve Kumbasar N., 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Yayıncılık, İstanbul.
- Chiorino, M.A., Ceravolo, R., Spadafor, A., Zanotti Fragonara, L. ve Abbiati, G., 2011. Dynamic Characterization Of Complex Masonry Structures: The Sanctuary Of Vicoforte, International Journal of Architectural Heritage, 5, 3, 296-314.
- Clough, R.W., ve Penzien, J., 1993. Dynamics of Structures, 2. Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Creazza G., Matteazzi R., Saetta A., ve Vitaliani R. 2000. Analyses of Masonry Vaulted Structures by Using 3-D Damage Model, In European Congress on Computational Methods in Applied Sciences and Engineering, ECCOMAS 2000, Barcelona.
- Creazza, G., Saetta, A. V., Matterazzi, R. ve Vitaliani, R. V., 2001. Analysis of Masonary Structures Reinforced By FRP, Historical Constructions, 539-545.
- Çakır, F., Şeker, B.S., Durmuş, A., Doğangün A. ve Uysal H., 2014. Seismic Assessment of a Historical Masonry Mosque by Experimental Tests and Finite Element Analyses, KSCE Journal of Civil Engineering, 19, 1, 158-164.
- Çalık, İ., 2009. Pazarkapı Hoca Halil Camii Restorasyonu, Mühendislik Bülteni, İnşaat Mühendisleri Odası Trabzon Şubesi Yayını, Trabzon, 75, 3-5.
- Çalık, İ., Demirtaş, B., Bayraktar, A. ve Türker, T., 2012. Yığma Taş Minarelerin Analitik ve Deneysel Yöntemlerle Güvenliğinin Belirlenmesi; Trabzon Muhittin Camisi Minaresi Örneği, Vakıflar Dergisi, 38, 121-140.
- Çalık, İ., Bayraktar, A. ve Türker, T., 2013. Tarihi Yığma Yapıların Dinamik Karakteristiklerine Restorasyon Etkisinin Çevresel Titreşim Yöntemiyle Belirlenmesi: Rize Merkez Büyük Gülbahar Camisi Örneği, 2. Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Eylül, Hatay, Bildiri Kitabı: 1-15.
- Çalık, İ., Bayraktar, A. ve Türker, T., 2014-a. Structural Dynamic Identification of a Damaged and Restored Masonry Vault Using Ambient Vibrations, Measurement, 55, 1, 462-472.
- Çalık İ., Bayraktar A. ve Türker T., 2014-b. Yığma ve Betonarme Kubbeli Tarihi Camilerin Deneysel Dinamik Davranışlarının Karşılaştırılması, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 10, 6-20.

- Çalık, İ., Bayraktar, A. ve Türker, T., 2015-a. Yığma Taş Duvarlı Camiler İçin İlk Üç Doğal Frekans Aralığının Deneysel Olarak Belirlenmesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Mayıs, İstanbul, Bildiriler Kitabı II: 1357-1368.
- Çalık, İ., Bayraktar, A., Türker, T. ve Çakır, E.G., 2015-b. Doğu Karadeniz Bölgesi Tarihi Yığma Camilerinin Restorasyonlarının Yapısal Değerlendirilmeleri, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 5.Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Ekim, Erzurum, Bildiriler Kitabı I: 185-200.
- Çalık, İ., Bayraktar, A., Türker, T. ve Tuluk, Ö. İ., 2015-c. Ahşap Cami ve Minarelerin Dinamik Karakteristiklerine Restorasyon Etkisinin Deneysel ve Analitik Olarak İncelenmesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası 5.Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Ekim, Erzurum, Bildiriler Kitabı I, 313-328.
- Çalık, İ., Bayraktar, A., Türker, T. ve Ayan, A. O., 2016-a. Restoration Effects on the Experimental Dynamic Behaviour of Historical Molla Siyah Mosque, 3. International Balkans Conference on Challenges of Civil Engineering, May, Tiran, Conference Proceedings: 362-372.
- Çalık, İ., Bayraktar, A. ve Türker, T., 2016-b. Tarihi Ahşap Çatılı Yığma Taş Camilerin Deneysel Dinamik Karakteristikleri, Vakıflar Dergisi, 45, 189-207.
- Çalık, İ., Bayraktar A. ve Türker T., 2016-c. Betonarme Kubbelerin Yığma Taş Duvarlı Camilerin Dinamik Davranışına Etkisinin Çevresel Titreşim Yöntemiyle İncelenmesi, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31, 3, 621-630.
- Çalık, İ., ve Fatsa M., 2016. Giresun İl Merkezinde Restore Edilen Vakıf Camileri, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 12, 70-89.
- Çavuş, M., 2013. Tarihi Niksar Kulak Kümbetinin Deprem Altındaki Sismik Davranışının Değerlendirilmesi, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7, 80-90.
- Çırak, İ.F., 2011. Yığma Yapılarda Oluşan Hasarlar, Nedenleri ve Öneriler, SDU International Technologic Science, 3, 2, 55-60.
- Dabanlı, Ö., 2008. Tarihi Yığma Yapıların Deprem Performansının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- D'Ayala, D.E. ve Tomasoni, E., 2008. The Structural Behaviour of Masonary Vaults: Limit State Analysis With Finite Friction, Structural Analysis of Historic Construction, 47-61.
- Demir, A., Nohutcu, H., Ercan, E., Hokelekli, E. ve Altintas, 2016. G., Effect of Model Calibration on Seismic Behaviour of a Historical Mosque, Structural Engineering and Mechanics, 60, 5, 749-760.

- Doğangün, A., Ural A. ve Meraki, Ş., 2011. Seismic Performance of the Main Entrance of Basılıca (Kızılavlu) at Bergama (İzmir), WCCE-ECCE-TCCE Joint Conference 2, Seismic Protection of Cultural Heritage, October-November, Antalya, Conference Proceedings, 333-344.
- Durukal, E., Cimilli, S., Erdik, M., 2003. Dynamic Response of Two Historical Monuments in İstanbul Deduced from the Recordings of Kocaeli and Duzce Earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America; 93, 2, 694-712, America.
- Ekizoğlu, G., 2016. Trabzon Ayasofya Camii Eski Eser Raporları, İzmir.
- Erder, C., 1971. Tarihi Çevre Kaygısı, Yayın No:18, ODTÜ Yayını, Ankara.
- Erder, C., 1975. Tarihi Çevre Bilinci, Yayın No:24, ODTÜ Yayını, Ankara.
- Eroğlu, E., 2007. Hacı Kasım Camii Sanat Tarihi Raporu, Trabzon.
- Erşen, N., 2000. Ahşap Yapılar Problem ve Çözümleri, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Ertek, E. ve Fahjan, Y.M., 2007. Osmanlı Minarelerinin Yapısal Sistemleri; Sınıflandırma, Modelleme ve Analizi, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, İstanbul, Bildiriler Kitabı: 413-424.
- Ertek, E., 2009. Osmanlı Minarelerinin Yapısal Modellenmesi ve Deprem Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.
- Ewins, D., J., 1995. Modal Testing: Theory and Practice, John Wiley & Sons, New York.
- Faccio, P., Podestà, S. ve Saetta, A., 2009. Campanile della Chiesa di Sant'Antonin, Esempio 5. In Linee guida per la valutazione e riduzione del Rischio Sismico del Patrimonio Culturale Allineate alle Nuove, Venezia, Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Fahjan, Y.M. ve Keypour, H., 2006. Effects of Dome System on the Seismic Behaviour of Ottomans Historical Structures, Structural Analysis of Historical Constructions, 972-8692-27-7.
- Fatsa, M., 2008. Giresun Yöresinde Osmanlı Vakıf Eserleri, 53, Giresun.
- Fırat, F.K. ve Eren, A., 2015. Tarihi Yığma Yapılardaki Hasarlı Kemerler Üzerinde FRP Etkisinin İncelenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. 30, 4, 659-670.
- Fidanboylu, K., Efendioğlu, H.S., Toker, O. ve Eşen, M.E., 2009. Betonarme ve Tarihi Yapılardaki Yıpranmaların Fiber Optik Sensörlerle Tespiti, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'09), May, Karabük, Conference Proceedings: 176-181.

- Gazzola, P., 1972. Training Architect-Restorers. Museums and Monuments, v. XIV, UNESCO, Paris.
- Gedik, Y.H. ve Celep, Z., 2008. Earthquake Analysis and Strenghtening of the Historical Mehmet Aga Mosque in İstanbul, The 14th World Conference on Earthquake Engineering, October, Beijing, Conference Proceedings: 1-8.
- Genç, A.F., 2015. Tarihi Köprülerin Yapısal Davranışına Restorasyon Çalışmalarının Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Gentile, C. ve Saisi, A., 2007. Ambient Vibration Testing of Historic Masonry Towers for Structural Identification and Damage Assessment, Construction and Building Materials, 21, 1311-1321.
- Güler K., Sağlamer, A., Celep Z., ve Pakdamar F., 2004. Structural and Earthquake Response Analysis of the Little Hagia Sofhia Mosque, 13th World Conference on Earthquake Engineering, August, Vancouver B.C., Conference Proceedings: 1-15.
- Gündüzöz, S., K., 2011. Minberden Öğütler I, Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 174-175, Ankara.
- Haciefendioğlu, K.ve Maraş, E.E., 2016. Photogrammetry in Documentation and Ambient Vibration Test of Historical Masonry Minarets, Experimental Techniques, 40, 6, 1527-1537.
- Hejazi, M., Moayedian, S.M. ve Daei, M., 2016. Structural Analysis of Persian Historical Brick Masonry Minarets, Journal of Performance of Constructed Facilities, 30, 2.
- Heylen, W., Lammens, S. ve Sas, P., 2007. Modal Analysis Theory and Testing, Leuven Katholieke Universtiy, Department of Mechanical Engineering, Leuven, Belgium.
- İltar, G., 2014-a. Giresun Kapu Camii Sanat Tarihi Raporu, 52, Trabzon.
- İltar, G., 2014-b. Trabzon Dernekpazarı Günebakan Camii Sanat Tarihi Raporu, Trabzon.
- Jacobsen, N., J., Andersen, P. ve Brincker, R., 2006. Using Enhanced Frequency Domain Decomposition as a Robust Technique to Harmonic Excitation in Operational Modal Analysis, Proceedings of ISMA2006: International Conference on Noise And Vibration Engineering, September, Leuven, Belgium.
- Jokilehto, J., 1998. Context: New Buildings in the Historical Setting, Section 2: Organization, Charters and World Movement-an Overview, Edit by Warren J., Worthington, J.,Taylor.,S., 1st Edition, Oxford.
- Kahya, N.C., 2007. Doğu Karadeniz Bölgesi Kentsel Sitlerinde Koruma Sürecinin Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Kant, R. ve Işık, N.S., 2004. Horosan Harcı Kullanılarak Yapılan Model Kemerin Performansının Deneysel ve Sayısal Olarak Belirlenmesi, Politeknik Dergisi; 7, 2, 179-183.
- Kant, R. ve Işık, N.S., 2007. Tuğla Kemerlerin Deneysel Davranışı ve Bilgisayar Modeli Analizleri, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der. 22, 1, 13-20.
- Karaman, F., Karagöz, İ., Paçacı, İ., Canbulat, M., Gelişgen, A. ve Ural, İ., 2006. Dini Kavramlar Sözlüğü, Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları, 81-82, Ankara.
- Karpuz, H., 2012. Çaykara Taşören (Zeleka) Köyü Camisi Raporları, Trabzon.
- Kazaz, E., 2016. Trabzon Kırsal Cami Mimarisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kocatürk, T. ve Erdoğan, Y.S., 2016. Earthquake behavior of M1 minaret of historical Sultan Ahmed Mosque (Blue Mosque), Structural Engineering and Mechanics, 59, 3, 539-558.
- Korkmaz, K.A., Zabin, P., Çarhoğlu, A.I. ve Nuhoğlu, A., 2014. Rize Merkez Kurşunlu Camisi'nin Deprem Davranışının İncelenmesi, SAÜ Fen Bilimleri Dergisi, 18, 3, 149-156.
- Kuban, D., 1970. Modern Restorasyon İlkeleri Üzerine Yorumlar, Vakıflar Dergisi, VIII, 342-343.
- Küçükaya, A.G., 2004. Taşların Bozulma Nedenleri Koruma Yöntemleri, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Lancioni, G., Lenci, S., Piattoni, Q. ve Quagriliani, E., 2013. Dynamics and Failure Mechanisms of Ancient Masonry Churches Subjected to Seismic Actions by Using the NSCD Method: The Case of the Medieval Church of S. Maria in Portuno, Engineering Structures, 56, 1527-1546.
- Livaoğlu, R., Baştürk, M.H., Doğangün, A. ve Serhatoğlu, C., 2016. Effect of geometric properties on dynamic behavior of historic masonry minaret, KSCE Journal of Civil Engineering, 20, 6, 2392-2402.
- Lourenço P.B., 2002. Computations On Historic Masonry Structures, Prog. Struct. Engng Mater. 4, 301-319.
- Lourenço, P.B., Krakowiak, F.M., Fernandes, F.M. ve Ramos, L.F., 2007. Failure Analysis of Monastery of Jero'nimos, Lisbon: How to Learn from Sophisticated Numerical Models, Engineering Failure Analysis, 14, 280-300.
- Lourenço, P. B. ve Ramos, L., F., 2011. Dynamic Identification and Monitoring of Cultural Heritage Buildings, WCCE-ECCE-TCCE Joint Conference 2, Seismic Protection of Cultural Heritage, Keynote Papers, 55-78.

- Madran, E., 2002. Tanzimattan Cumhuriyete Kùltür Varlıklarının Korunmasına İlişkin Tutumlar ve Düzenlemeler: 1800-1950, ODTÜ Yayını, Ankara.
- Madran, E. ve Özgönül, N., 2005. Kùltürel ve Doğal Değerlerin Korunması, 39-52, TMMOB Mimarlar Odası Yayınları, Ankara.
- Massart, T.J., Peerlings, R.H.J., Geers, M.G.D. ve Gottcheiner, S., 2005. Mesoscopic Modeling of Failure in Brick Masonry Accounting for Three-Dimensional Effects. Engineering Fracture Mechanics, 72, 8, 1238-1253.
- 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.
- Milani, G. ve Tralli, A., 2012. A Simple Meso-Macro Model Based on SQP for the Non-Linear Analysis of Masonry Double Curvature Structures, International Journal of Solids and Structures, 49, 808–834.
- Mortezaei, A., Kheyroddin, A. ve Ronagh, H.R., 2012. Finite Element Analysis And Seismic Rehabilitation Of A 1000 Year-Old Heritage Listed Tall Masonry Mosque, The Structural Design of a Tall and Special Buildings, 21, 5, 334-353.
- Moeeni, M. ve Sahab , M. G., 2013. Studying Effect of Expansive Material in Retrofitting of Masonry Domes in Historical Buildings, World Applied Sciences Journal, 26, 4, 548-552.
- Mustafaraj, E. ve Yardım, Y., 2013. Strengthening and Restoration of Historical Structures Mirahor İlyas Beg Mosque in Korça, Journal of Literature and Art Studies, 3,12, 809-818.
- Necevska G. ve Apostolska R., 2008. Consolidation, Rebuilding and Strengthening of St.Clement's Church, St. Panteleymon, Plaoshnik, Ohrid, Engineering Structures, 30, 2185–2193.
- NSCE, 2002. Norma de Construcción Sismorresistente, Spanish Standart, Spain.
- OMA, 2006. Operational Modal Analysis, Release 4.0, Structural Vibration Solution A/S, Denmark.
- Overschee, P., V. ve Moor, B., D., 1996. Subspace Identification for Linear Systems: Theory, Implementation and Applications, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Özen, H., Tuluk, Ö. İ., Engin H. E., Düzenli H.İ., Sümerkan, M.R., Tutkun, M., Demirkaya, F. Ü. ve Keleş, S., 2010, Trabzon Kent İçi Kùltür Varlıkları Envanteri, Trabzon: T. C. Trabzon Valiliği İl Kùltür ve Turizm Müdürlüğü Yayınları.
- Öztürk, N., 1995. Türk Yenileşme Tarihi Çerçevesinde Vakıf Müessesesi, Birinci Baskı, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, Ankara.

- Palmisano, F., 2013. Interpretation of the Behaviour of Masonry Arches and Domes by Simple Models, Structural Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture XIII, WIT Transactions on the Built Environment, 131, 233-289.
- Peeters, B., 2000. System Identification and Damage Detection in Civil Engineering, Doktora Tezi, K.U, Leuven, Belgium.
- Peeters, B. ve Roeck, G. D., 2000. Reference Based Stochastic Subspace Identification in Civil Engineering, Inverse Problems in Civil Engineering, 8, 47-74.
- Petyt, M., 1990. Introduction to Finite Element Vibration Analysis, Cambridge University Pres, Cambridge.
- Portioli, F., Mammana, O., Landolfo, R., Mazzolani, F.M., Krstevska, L., Tashkov, L. ve Gramatikov, K., 2011. Seismic retrofitting of Mustafa Pasha Mosque in Skopje: Finite Element Analysis, Journal of Earthquake Engineering, 15, 4, 620-639.
- PULSE, 2006. Analyzers and Solutions, Release 11.2. Bruel and Kjaer, Sound and Vibration Measurement A/S, Denmark.
- Rainieri, C., and Fabbrocin, G., 2011. Predictive correlations for the estimation of the elastic period of masonry towers. In Proceedings of Experimental Vibration Analysis for Civil Engineering Structures (EVACES), Varenna, 513-520,
- Ramos, J., L., F., S., 2007. Damage Identification on Masonry Structures Based On Vibration Signatures, Doktora Tezi, University of Minho, Portugal.
- Restorasyon Projesi, 2002. Gümüşhane Süleymaniye Mahallesi Ulu Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2006. Trabzon Ortahisar Tavanlı Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2007. Trabzon Ortahisar Hoca Halil Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2007. Gümüşhane Emirler Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2008. Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Muhittin Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2008. Trabzon Sürmene Kuşluca Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2008. Trabzon Ortahisar Küçük Fatih Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.

- Restorasyon Projesi, 2011. Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2011. Rize Büyük Gülbahar Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2011. Trabzon Çaykara Taşören Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2011. Trabzon Akçaabat Dürbinar Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2011. Rize Ardeşen Pirinçlik Köyü Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2011. Artvin Hopa Sundura Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2012. Gümüşhane Kelkit Büyük Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Trabzon Ortahisar Erdoğan Tahtalı Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Giresun Çınarlar Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Trabzon Akçaabat Orta Mahalle Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Giresun Kapu Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Giresun Kale Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon,
- Restorasyon Projesi, 2013. Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Masele Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2013. Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Köyü Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2014. Rize Çayeli Hacıbaşı Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2014. Trabzon Dernekpazarı Günebakan Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.

- Restorasyon Projesi, 2014. Giresun Şebinkarahisar Behramşah Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2014. Trabzon Ortahisar Büyük Fatih Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2016. Trabzon Ortahisar Ayasofya Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Restorasyon Projesi, 2016. Trabzon Sürmene Gültepe Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Reyhan, K., Ipekoglu, B. ve Boke, H., 2013. Construction Techniques of Domes in Some Ottoman Baths, Journal of Cultural Heritage, 14, 35–40.
- Rovero, L. ve Tonietti, U., 2012. Structural Behavior of Earthen Corbelled Domes in the Aleppo's Region, Materials and Structures, 45, 1-2, 171-184.
- Rölöve, 1994. Artvin Borçka Düzköy Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2005. Trabzon Çaykara Taşkiran Mahallesi Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2007. Gümüşhane Merkez Emirler Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2008. Trabzon Ortahisar Hacı Kasım Muhittin Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2011. Giresun Şebinkarahisar Fatih Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2011. Rize Ardeşen Piriçlik Köyü Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2011. Trabzon Ortahisar Molla Siyah Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Rölöve, 2013. Trabzon Araklı Bereketli Mahallesi Masele Camii, Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğü, Trabzon.
- Sav, M., 2012. Tarihinde İkinci Kez Taşınan Ahşap Cami: Rize Kalkandere Hüseyin Hoca Sahil Camii, Vakıf Restorasyon Yıllığı, 4, 161-169.
- Shakya, M., Varum, H., Vicente, R. ve Costa A.,B. Ş., 2016. Empirical Formulation for Estimating the Fundamental Frequency of Slender Masonry Structures, International Journal of Architectural Heritage, 10, 1, 55-66.

- Soyluk, A. ve Tuna, M. E., 2011. Sismik Taban İzolasyonu Uygulaması İçin Tarihi Şehzade Mehmet Camisinin Dinamik Analizi, Gazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Der. 26, 3, 667-675.
- Şeker, B. Ş., 2011. Mimar Sinan Camilerinin Statik ve Dinamik Yükler Etkisinde Davranışlarının İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Şeker, B. Ş., Doğangün, A. ve Çakır, F., 2013. Merzifonlu Kara Mustafa Paşa Cami Taşıyıcı Sistemi Üzerine İrdeleme, SDU International Journal of Technological Science, 5, 1, 112-120.
- Timur, T., 2001. Edirnekapi Mihrimah Sultan Camii Taşıyıcı Sistem Davranışının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ İnş. Müh. Bölümü, İstanbul.
- Tuluk. Ö.İ., Doğangün, A., Livaoğlu, R. ve Acar, A., 2006. Mimari ve Taşıyıcı Sistem Özelliği Bağlamında Türk Minare Geleneği, Yapı Dünyası Dergisi, 122, 41-49.
- Tung, A.M., 2001. Preserving The Worlds Great Cities, 1st Edition, New York.
- Turek, M., Ventura, C. E. ve Placencia, P., 2002. Dynamic Characteristic of a 17th Centuray Church in Quito, IMAC-XX Conference&Expositioan on Structural Dynamics, 4753, 2, 1259-1264.
- Türker, T., 2011. Çevresel Titreşim Verileri Kullanılarak Hasar Durumlarının Tespiti ve Değerlendirilmesi , Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Uçak, Ş., 2012. Tarihi Yığıma Kubbelerin Dinamik Davranışlarının Operasyonel Modal Analiz Yöntemiyle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ural, A. ve Fırat, F. K., 2015. Evaluation of Masonry Minarets Collapsed by a Strong Wind Under Uncertainty, Natural Hazards, 76, 2, 999-1018.
- Usta, G. K., Usta, A. ve Tuğluk, Ö. İ., 2001. Anadolu Türk Mimarlığı İçin Görsel Sözlük, Sonhaber Matbaacılık, Trabzon.
- Uluengin, M. B., 2005. Mimari Metaller Özellikleri, Bozulma Nedenleri, Koruma ve Restorasyon Teknikleri, 14-23, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Votsis, R.A., Kyriakides, N., Chrysostomou, C. Z., Tentele E. ve Demetriou, T., 2012. Ambient Vibration Testing of Two Masonry Monuments in Cyprus, Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 43, 58-68.
- Yavuz, M., 2009. Çaykara ve Dernekpazarı’nda Geleneksel Köy Camileri, 24-53, Ankara.
- Yüksel, M., 2000. Trabzon’da Türk İslam Eserleri ve Kitabeler, Trabzon Belediyesi Kültür Yayınları, Cilt-I, Trabzon.

Yu, D., J. ve Ren, W., X, 2005. EMD-Based Stochastic Subspace Identification of Structures from Operational Vibration Measurements, Engineering Structures, 27,1741-1751.

Zabin P., Çarhoğlu, A. I., ve Korkmaz K. A., 2013. Ermenek Tol Medresesinin Deprem Etkisi Altındaki Davranışının İncelemesi , SDU International Technologic Science, Constructional Technologies, 5, 3, 1-7.

Zhang, L., Brincker, R. ve Andersen, P., 2002. An Overview of Operational Modal Analysis: Major Development and Issues, B&K Technical Paper, 152-161.

Zakar, L. ve Eyüpgiller, K. K., 2015. Mimari Restorasyon Koruma Teknik ve Yöntemleri, Ömür Matbaacılık A.Ş., İstanbul.

URL-1, <https://www.google.com/earth/> 03 Temmuz 2016.



ÖZGEÇMİŞ

20.07.1979 tarihinde Trabzon'da doğdu. İlköğretimini Trabzon Cudibey İlkokulu, ortaöğretimini ise Trabzon Kanuni Anadolu Lisesi orta kısmında tamamladı. Lise eğitimini Trabzon Yomra Fen Lisesinde 1997 yılında bitirerek aynı yıl Gazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği bölümünü kazandı. 2002 yılında İnşaat Mühendisi unvanıyla mezun oldu. Aynı yıl başladığı Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Hidrolik (Kıyı Mühendisliği) Yüksek Lisans eğitimini 2005 yılında tamamlayarak "Yüksek Mühendis" unvanını aldı. Lisans mezuniyetinin ardından yüksek lisans eğitiminin yanında çeşitli dönemlerde Yapı Denetim sektöründe ve Bakü-Ceyhan-Tiflis Petrol Boru hattı şantiyelerinde kalite kontrol mühendisi olarak çalıştıktan sonra 2004 yılında Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğünde "Mühendis" kadrosuyla memuriyete başladı. 2006-2007 yılları arasında 309. Dönem Yedek Subay olarak askerlik hizmetini tamamladıktan sonra Trabzon Vakıflar Bölge Müdürlüğündeki görevine devam etti. 2008 yılında Sanat Eserleri ve Yapı İşleri Şube Müdür V. olarak atandı ve bu görevini aralıksız 2016 Nisan ayına kadar sürdürdü. 2014-2016 yılları arasında eş zamanlı olarak Yatırım Emlak Şube Müdür V. görevini de yürüttü. 2016 yılı Nisan ayından itibaren Bölge Müdür V. olarak aynı yerde hizmet etmeye devam etmektedir. Çalışma hayatında onlarca eski eser restorasyonunun proje, ihale, kontrol ve karar mekanizmalarında etkin görev aldı. Restorasyon ve inşaat faaliyetlerinin yanında gayrimenkul değerlendirme alanında da hizmet verdi. 2016 yılından itibaren TMMOB Trabzon Şubesi 13. Dönem Yönetim Kurulu üyeliği görevini de yürütmektedir. İngilizce bilen İsmet ÇALIK, evli ve iki çocuk babasıdır.