

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MİMAR SİNAN CAMİLERİNİN STATİK VE DİNAMİK YÜKLER
ETKİSİNDE DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

İnş. Y. Müh. Burçin Şenol ŞEKER

**OCAK 2011
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MİMAR SİNAN CAMİLERİNİN STATİK VE DİNAMİK YÜKLER
ETKİSİNDE DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

İnş. Y. Müh. Burçin Şenol ŞEKER

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Doktor (İnşaat Mühendisliği)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 17.12.2010
Tezin Savunma Tarihi : 26.01.2011**

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ing. Ahmet DURMUŞ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Alemdar BAYRAKTAR

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hasan SOFUOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Metin HÜSEM

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Trabzon 2011

ÖNSÖZ

“Mimar Sinan Camilerinin Statik ve Dinamik Yükler Etkisinde Davranışlarının İncelenmesi” isimli bu çalışma; Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Son yılların güncel araştırma konuları arasında yer alan bu çalışmayı bana önererek bu konuda çalışmamı sağlayan, çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren değerli hocam ve tezimin ilk danışmanı Prof. Dr. Sayın Adem DOĞANGÜN’e sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Hocam Prof. Dr. Adem DOĞANGÜN’ün Karadeniz Teknik Üniversitesi’nden ayrılıp Uludağ Üniversitesi’ne gitmesinden sonra danışmanlığımı duraksamadan kabul edip, tezimi sonuçlandırabilmem için engin bilgi ve deneyiminden yararlandığım çok değerli hocam Prof. Dr. Ing. Sayın Ahmet DURMUŞ’a minnet ve saygılarımı sunarım.

Değerli vakitlerini harcayıp tez çalışmamı inceleyerek bilgi ve tavsiyelerini benimle paylaşan, başta tez izleme komitesi üyeleri Prof. Dr. Sayın Alemdar BAYRAKTAR ve Prof. Dr. Sayın Hasan SOFUOĞLU olmak üzere çalışmamla ilgilenen Prof. Dr. Sayın Metin HÜSEM’e ayrı ayrı teşekkür ederim.

Tezde yer alan ANSYS kodlarının oluşturulmasında bilgilerini benimle paylaşan değerli arkadaşım Dr. Abdurrahman ŞAHİN’e ve ANSYS modellemelerinde gösterdikleri yardımseverlik ve kolaylıklar için FİGES A.Ş. çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca sağladıkları her türlü destek için Yrd.Doç.Dr. Ömer İskender TULUK’ a ve Araş.Gör. Hasan Tahsin ÖZTÜRK’e teşekkürü bir borç bilirim.

Öğrenim hayatım boyunca bana karşı ilgi ve alakalarını hep en üst seviyelerde tutmuş, her türlü maddi ve manevi desteği esirgemeyen babam Hikmet ŞEKER ve annem Vildan ŞEKER’e sonsuz saygı ve hürmetlerimi sunarım. Bu tez çalışmasında göstermiş olduğu sabır ve anlayışından dolayı eşim Tuba ŞEKER’e müteşekkir olduğumu belirtir, bu çalışmanın ülkemize faydalı olmasını içtenlikle dilerim.

B. Şenol ŞEKER

Trabzon 2011

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	XII
SUMMARY	XIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XXXI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Sinan'ın Yaşam Öyküsü.....	2
1.1.2. Sinan Devri Mimarlığı	2
1.1.3. Türk Osmanlı Cami Mimarlığının Özellikleri	3
1.2. Sinan Yapılarında Kullanılan Malzeme	4
1.2.1. Sinan Strüktüründe Malzeme	4
1.2.1.1. Horasan Harcı.....	4
1.2.1.2. Horasan Kagiri Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	4
1.2.2. Taşın Mekanik Özellikleri.....	4
1.2.3. Taş ve Tuğla Malzeme İçin Elastisite Modülü.....	5
1.3. Sinan Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistem Elemanları.....	5
1.3.1. Kubbe	6
1.3.2. Yarım Kubbe	7
1.3.3. Geçiş Öğeleri.....	7
1.3.3.1. Tonoz Bingi (Tromp)	7
1.3.3.2. Pandantif.....	8
1.3.3.3. Türk üçgeni	9
1.3.4. Askı Kemerleri	9
1.3.5. Kemerler.....	10
1.3.6. Duvarlar.....	10
1.3.7. Ayaklar ve Sütunlar.....	11
1.3.8. Ağırlık Kuleleri	11

1.4.	Sinan Yapıları Yapım Teknikleri	12
1.4.1.	Kubbe ve Tonoazlar	12
1.4.2.	Geçiş öğeleri.....	12
1.4.3.	Kemerler.....	12
1.4.4.	Sütunlar ve ayaklar.....	12
1.4.5.	Duvarlar.....	13
1.4.6.	Yer döşemesi	13
1.5.	Literatür Araştırması	13
1.5.1.	Yığma Türünde Yapılmış Olan Tarihi Yapıların Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar	14
1.5.2.	Yığma Duvarların Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar	17
1.5.3.	Yığma Yapıların Davranışlarını ve Malzeme Özelliklerini Deneysel Olarak Belirlemeye Yönelik Çalışmalar	18
1.6.	Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	16
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEMELER	23
2.1.	Camilerin Analizleri ile İlgili Temel Hususlar.....	23
2.1.1.	Modellemede Kullanılan Sayısal Yöntem.....	23
2.1.2.	Cami Modellerinin Oluşturulması.....	26
2.1.3.	Modellere Malzeme Özelliklerinin Atanması	29
2.1.4.	Tez Kapsamında Dikkate Alınan Camiler	30
2.1.5.	Cami Analizlerinde Kullanılan Yöntemler	31
2.2.	Van Hüsrev Paşa Camisi	34
2.2.1.	Genel Bilgiler	34
2.2.2.	Analizler ve İrdelemeler	36
2.2.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	36
2.2.2.2.	Modal Analiz.....	38
2.2.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	40
2.2.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz.....	43
2.3.	Konya İlgın Lala Mustafa Paşa Camisi.....	45
2.3.1.	Genel Bilgiler	45
2.3.2.	Analizler ve İrdelemeler	47
2.3.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	47
2.3.2.2.	Modal Analiz.....	48

2.3.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	50
2.3.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz.....	52
2.4.	Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi.....	54
2.4.1.	Genel Bilgiler.....	54
2.4.2.	Analizler ve İrdemeler.....	56
2.4.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	56
2.4.2.2.	Modal Analiz.....	58
2.4.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	60
2.5.	Konya Karapınar II. Selim Camisi.....	62
2.5.1.	Genel Bilgiler.....	62
2.5.2.	Analizler ve İrdemeler.....	64
2.5.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	64
2.5.2.2.	Modal Analiz.....	65
2.5.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	67
2.5.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz.....	69
2.6.	Payas Sokullu Sarı Selim Camisi.....	72
2.6.1.	Genel Bilgiler.....	72
2.6.2.	Analizler ve İrdemeler.....	74
2.6.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	74
2.6.2.2.	Modal Analiz.....	76
2.6.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	77
2.7.	Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi.....	79
2.7.1.	Genel Bilgiler.....	79
2.7.2.	Analizler ve İrdemeler.....	81
2.7.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	81
2.7.2.2.	Modal Analiz.....	82
2.7.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	84
2.7.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz.....	86
2.8.	Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi.....	89
2.8.1.	Genel Bilgiler.....	89
2.8.2.	Analizler ve İrdemeler.....	91
2.8.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	91
2.8.2.2.	Modal Analiz.....	93

2.8.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	95
2.9.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi	97
2.9.1.	Genel Bilgiler	97
2.9.2.	Analizler ve İrdemeler.....	99
2.9.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	99
2.9.2.2.	Modal Analiz.....	101
2.9.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	103
2.9.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	105
2.10.	Manisa Muradiye Camisi	108
2.10.1.	Genel Bilgiler	108
2.10.2.	Analizler ve İrdemeler.....	109
2.10.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	109
2.10.2.2.	Modal Analiz.....	111
2.10.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	112
2.11	Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi.....	114
2.11.1	Genel Bilgiler	114
2.11.2	Analizler ve İrdemeler.....	116
2.11.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	116
2.11.2.2.	Modal Analiz.....	118
2.11.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	120
2.12.	İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi	122
2.12.1.	Genel Bilgiler	122
2.12.2.	Analizler ve İrdemeler.....	125
2.12.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	125
2.12.2.2.	Modal Analiz.....	126
2.12.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	128
2.13.	Diyarbakır Behram Paşa Camisi	130
2.13.1	Genel Bilgiler	130
2.13.2	Analizler ve İrdemeler.....	133
2.13.2.1.	Öz Ağırlık Analizi.....	133
2.13.2.2.	Modal Analiz.....	134
2.13.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	136
2.13.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	138

2.14.	Mesih Mehmet Paşa Camisi	140
2.14.1.	Genel Bilgiler	140
2.14.2.	Analizler ve İrdemeler	143
2.14.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	143
2.14.2.2.	Modal Analiz	145
2.14.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	146
2.15.	Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi	148
2.15.1.	Genel Bilgiler	148
2.15.2.	Analizler ve İrdemeler	151
2.15.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	151
2.15.2.2.	Modal Analiz	152
2.15.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	154
2.16.	Piyale Paşa Camisi	156
2.16.1	Genel Bilgiler	156
2.16.2	Analizler ve İrdemeler	159
2.16.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	159
2.16.2.2.	Modal Analiz	161
2.16.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	163
2.17.	Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi	164
2.17.1.	Genel Bilgiler	164
2.17.2.	Analizler ve İrdemeler	167
2.17.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	167
2.17.2.2.	Modal Analiz	168
2.17.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	170
2.17.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	173
2.18.	Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi	175
2.18.1	Genel Bilgiler	175
2.18.2	Analizler ve İrdemeler	178
2.18.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	178
2.18.2.2.	Modal Analiz	180
2.18.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	181
2.19.	Rüstem Paşa Camisi	183
2.19.1.	Genel Bilgiler	183

2.19.2.	Analizler ve İrdemeler	187
2.19.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	187
2.19.2.2.	Modal Analiz	188
2.19.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	191
2.19.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	194
2.20.	Molla Çelebi Camisi	196
2.20.1.	Genel Bilgiler	196
2.20.2.	Analizler ve İrdemeler	199
2.20.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	199
2.20.2.2.	Modal Analiz	200
2.20.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	203
2.20.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	205
2.21.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camisi	207
2.21.1.	Genel Bilgiler	207
2.21.2.	Analizler ve İrdemeler	211
2.21.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	211
2.21.2.2.	Modal Analiz	213
2.21.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	214
2.22.	Şemsi Ahmet Paşa Camisi	216
2.22.1.	Genel Bilgiler	216
2.22.2.	Analizler ve İrdemeler	219
2.22.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	219
2.22.2.2.	Modal Analiz	221
2.22.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	222
2.22.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	224
2.23.	Tophane Kılıç Ali Paşa Camisi	226
2.23.1.	Genel Bilgiler	226
2.23.2.	Analizler ve İrdemeler	229
2.23.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	229
2.23.2.2.	Modal Analiz	231
2.23.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	233
2.24.	Atik Valide Sultan Camisi	235
2.24.1.	Genel Bilgiler	235

2.24.2.	Analizler ve İrdemeler	240
2.24.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	240
2.24.2.2.	Modal Analiz	242
2.24.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	244
2.25.	Nişancı Mehmet Paşa Camisi	246
2.25.1.	Genel Bilgiler	246
2.25.2.	Analizler ve İrdemeler	249
2.25.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	249
2.25.2.2.	Modal Analiz	251
2.25.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	254
2.26.	Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi	256
2.26.1.	Genel Bilgiler	256
2.26.2.	Analizler ve İrdemeler	258
2.26.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	258
2.26.2.2.	Modal Analiz	260
2.26.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	262
2.26.2.4.	Zaman Tanım Alanında Analiz	264
2.27.	Şehzade Camisi	267
2.27.1.	Genel Bilgiler	267
2.27.2.	Analizler ve İrdemeler	271
2.27.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	271
2.27.2.2.	Modal Analiz	273
2.27.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	275
2.28.	Süleymaniye Camisi	277
2.28.1.	Genel Bilgiler	277
2.28.2.	Analizler ve İrdemeler	285
2.28.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	285
2.28.2.2.	Modal Analiz	287
2.28.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz	289
2.29.	Selimiye Camisi	292
2.29.1.	Genel Bilgiler	292
2.29.2.	Analizler ve İrdemeler	295
2.29.2.1.	Öz Ağırlık Analizi	295

2.29.2.2.	Modal Analiz.....	297
2.29.2.3.	Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz.....	298
2.30.	Genel İrdemeler.....	300
2.30.1.	Sekizgen Planlı Camiler.....	301
2.30.1.1.	Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Sadece Masif Duvarlarla Taşınan Sekizgen Planlı Camiler.....	301
2.30.1.1.1.	Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı.....	301
2.30.1.1.2.	Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı.....	304
2.30.1.1.3.	Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı.....	304
2.30.1.1.4.	Kubbe Oturum Alanı / Taşıyıcı Alan Oranı.....	305
2.30.1.2.	Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Masif Duvarlar ve Fil Payelerle Taşınan Sekizgen Planlı Camiler.....	306
2.30.1.2.1.	Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı.....	306
2.30.1.2.2.	Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı.....	308
2.30.1.2.3.	Fil Paye Yüksekliği / Fil Paye Alanı.....	309
2.30.1.2.4.	Kubbe Çapı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı.....	310
2.30.1.2.5.	Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı.....	311
2.30.1.2.6.	Kubbe Yüksekliği / Kubbe Açıklığı Oranı.....	312
2.30.1.2.7.	Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı.....	312
2.30.2.	Altıgen Planlı Camiler.....	313
2.30.2.1.	Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı.....	313
2.30.2.2.	Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı.....	314
2.30.2.3.	Kemer Yüksekliği / Kemer Açıklığı Oranı.....	315
2.30.2.4.	Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı.....	316
2.30.2.5.	Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı.....	317
2.30.2.6.	Kubbe Oturum Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı.....	317
2.30.2.7.	Kubbe Yüksekliği / Kubbe Açıklığı Oranı.....	318
2.30.3.	Kare Planlı Camiler.....	319
2.30.3.1.	Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Yarım Kubbe veya Tonozla Desteklenmeyen Kare Planlı Camiler.....	319
2.30.3.1.1.	Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı.....	319
2.30.3.1.2.	Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı.....	320
2.30.3.1.3.	Kubbe Oturum Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı.....	321
2.30.3.1.4.	Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı.....	322

2.30.3.2.	Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Yarım Kubbe veya Tonoza Desteklenen Kare Planlı Camiler	323
2.30.3.2.1.	Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı.....	323
2.30.3.2.2.	Kemer Yüksekliği / Kemer Açıklığı Oranı	324
2.30.3.2.3.	Fil Paye Yüksekliği / Fil Paye Alanı.....	325
2.30.3.2.4.	Kubbe Oturma Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı	326
2.30.3.2.5.	Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı.....	327
2.30.3.2.6.	Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı.....	328
2.30.3.2.7.	Fil Paye Alanı / Plandaki Taşıyıcı Alan Oranı.....	329
2.31.	Çalışmadan Elde Edilen Bulguların Diğer Çalışma Bulgularıyla Karşılaştırılması	330
3	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	332
4	KAYNAKLAR.....	336
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Uzun zamandır farklı çevresel koşullara ve depremlere maruz kalmış Mimar Sinan yapılarının ayakta kalabilme nedenlerinin araştırılması, statik ve dinamik yükler etkisinde davranışlarının incelenmesi önemlidir. Literatür taramasında Sinan yapılarının, taşıyıcı sistem bakımından irdelendiği kapsamlı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın başlıca amacı, Mimar Sinan camilerinin geometrisine ilişkin parametre değerlerinin belirlenmesi ve bu parametrelerin caminin statik ve dinamik davranışına etkilerinin araştırılmasıdır.

Bu amaçla gerçekleştirilen çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, Sinan Mimarlığı, mevcut literatür özeti, cami yapım teknikleri, kullanılan malzemeler ve bunların özellikleri sunulmaktadır. İkinci bölümde; 28 adet Sinan camisinin üç boyutlu modelleri üzerinde, statik ve dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Yapılan analizlere göre; pencere alanı / tüm duvar alanı, kemer genişliği / kemer açıklığı, kemer yüksekliği / kemer açıklığı, kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı, taşıyıcıların plandaki alanı / tüm alan, kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan, kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı, fil paye alanı / plandaki taşıyıcı alan, fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranı gibi parametrelerin değerleri belirlenmiş ve davranış üzerindeki etkinlikleri incelenmiştir. Üçüncü bölüm sonuç ve önerilere ayrılmıştır. Bu son bölümü kaynak listesi ile adayın özgeçmişini izlemektedir.

Sonuç olarak, Sinan camilerinin dış yükler etkisinde yeterli sağlamlıkta olduğu, kubbelerin deprem esnasında önemli oranda etkin olabileceği, hazırlanmış olan modellerin cami davranışını yeterli düzeyde yansıttığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sinan Camileri, Depreme Göre Hesap, Kritik Bölgeler, Tasarım ilkeleri, Tarihi Yapılar

SUMMARY

Investigation of Behaviour of Architect Sinan's Mosques Under Static and Dynamic Loads

It is important to investigate reasons of the durability of Sinan's structures which have been subjected to different environmental conditions and earthquakes for a long time, also to examine the response of these structures under static and dynamic loads. There is no detailed study on bearing systems of Sinan's structures. Aim of this study is to determine the parameters which define geometry of Sinan's mosques and their effects on static and dynamic behaviour.

The study consists of three parts. In the first part, Architecture of Sinan, literature, summary, techniques of mosque construction, materials and their properties are presented. In the second part, static and dynamic analysis are performed on 28 Sinan's 3D mosque models. According to the analyses, window area / whole wall area, arch thickness / arch opening, arch height / arch opening, hoop window area / whole hoop area, area of bearing parts on plan / whole area, dome area / whole bearing area, dome height / dome opening, elephant column area / bearing area on plan, elephant column height / elephant column area ratio are determined and their effects on system behaviour are examined. The third part is for results and suggestions. Literature list follows this part.

Consequently, Sinan's mosques have adequate resistance under external loads, domes are effective during an earthquake, models reflect the behaviour of mosques sufficiently.

Key Words: Sinan Mosques, Earthquake Analysis, Critical Regions, Design Principles, Historical Structures

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Asıl kubbe detayı..... 6
Şekil 1.2	Küçük kubbe detayı..... 7
Şekil 1.3	Tromp Detayı 8
Şekil 1.4	Pendantif Detayı..... 9
Şekil 1.5	Askı Kemerleri ve Kubbe Yapımı..... 10
Şekil 1.6	Sütun Başlık Detayı..... 11
Şekil 2.1	Kocaeli Depremi (1999) İzmit kaydı kuzey - güney eksenini doğrudusu ivme kaydı..... 34
Şekil 2.2.	Van Hüsrev Paşa camisi..... 35
Şekil 2.3.	Van Hüsrev Paşa camisi plan 35
Şekil 2.4.	Van Hüsrev Paşa camisi kesit 36
Şekil 2.5.	Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme değerleri 37
Şekil 2.6.	Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) değerleri 38
Şekil 2.7.	Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) değerleri 38
Şekil 2.8.	Van Hüsrev Paşa camisi ilk iki mod şekilleri 40
Şekil 2.9.	Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme değerleri..... 41
Şekil 2.10.	Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz kubbe enlemler doğrudusu gerilme değerleri 41
Şekil 2.11.	Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) değerleri 42
Şekil 2.12.	Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) değerleri..... 43
Şekil 2.13.	15 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi 43
Şekil 2.14.	15 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi 44
Şekil 2.15.	15 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi..... 44
Şekil 2.16.	T = 7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı..... 45
Şekil 2.17.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi..... 46
Şekil 2.18.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi plan ve kesitler 46
Şekil 2.19.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı..... 47

Şekil 2.20.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme dağılımı.....	48
Şekil 2.21.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	48
Şekil 2.22.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi ilk iki mod şekli.....	50
Şekil 2.23.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	50
Şekil 2.24.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	51
Şekil 2.25.	Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	51
Şekil 2.26.	48 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	52
Şekil 2.27.	48 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	53
Şekil 2.28.	48 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	53
Şekil 2.29.	T = 2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	54
Şekil 2.30.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi	55
Şekil 2.31.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi plan.....	55
Şekil 2.32.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi kesit.....	56
Şekil 2.33.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	57
Şekil 2.34.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	57
Şekil 2.35.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	58
Şekil 2.36.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi ilk iki mod şekli	60
Şekil 2.37.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	61
Şekil 2.38.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	61
Şekil 2.39.	Tekirdağ Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	62
Şekil 2.40.	Konya Karapınar II. Selim camisi.....	62
Şekil 2.41.	Konya Karapınar II. Selim camisi plan.....	63
Şekil 2.42.	Konya Karapınar II. Selim camisi kesit	63
Şekil 2.43.	Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	64
Şekil 2.44.	Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	65

Şekil 2.45.	Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	65
Şekil 2.46.	Konya Karapınar II. Selim camisinin ilk iki mod şekli.....	67
Şekil 2.47.	Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	67
Şekil 2.48.	Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme)dağılımı	68
Şekil 2.49.	Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	69
Şekil 2.50.	5843 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	70
Şekil 2.51.	5843 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	70
Şekil 2.52.	5843 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	71
Şekil 2.53.	T = 7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	71
Şekil 2.54.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi	72
Şekil 2.55.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi planı	73
Şekil 2.56.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi kesitleri	73
Şekil 2.57.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	74
Şekil 2.58.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	75
Şekil 2.59.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	75
Şekil 2.60.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi ilk iki mod şekli.....	77
Şekil 2.61.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	78
Şekil 2.62.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	79
Şekil 2.63.	Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	79
Şekil 2.64.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi	80
Şekil 2.65.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi plan ve kesitleri.....	81
Şekil 2.66.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	82
Şekil 2.67.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	82
Şekil 2.68.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi ilk iki mod şekli	84

Şekil 2.69.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	85
Şekil 2.70.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	85
Şekil 2.71.	Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	86
Şekil 2.72.	34765 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	87
Şekil 2.73.	34765 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	87
Şekil 2.74.	34765 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	88
Şekil 2.75.	T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	88
Şekil 2.76.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi	89
Şekil 2.77.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi planı	90
Şekil 2.78.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi kesitleri	90
Şekil 2.79.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	91
Şekil 2.80.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	92
Şekil 2.81.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	92
Şekil 2.82.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	93
Şekil 2.83.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod şekilleri	95
Şekil 2.84.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	96
Şekil 2.85.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	96
Şekil 2.86.	Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	97
Şekil 2.87.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi	98
Şekil 2.88.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi kesit görünüşü.....	99
Şekil 2.89.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi planı	99
Şekil 2.90.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	100
Şekil 2.91.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	101
Şekil 2.92.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	101
Şekil 2.93.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekli	103

Şekil 2.94.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	104
Şekil 2.95.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	104
Şekil 2.96.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	105
Şekil 2.97.	Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	105
Şekil 2.98.	634 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	106
Şekil 2.99.	634 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	106
Şekil 2.100.	634 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	107
Şekil 2.101.	T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	107
Şekil 2.102.	Manisa Muradiye camisi	108
Şekil 2.103.	Manisa Muradiye camisi planı	109
Şekil 2.104.	Manisa Muradiye camisi kesitleri	109
Şekil 2.105.	Manisa Muradiye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	110
Şekil 2.106.	Manisa Muradiye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	110
Şekil 2.107.	Manisa Muradiye camisinin mod şekilleri.....	112
Şekil 2.108.	Manisa Muradiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	113
Şekil 2.109.	Manisa Muradiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme dağılımı.....	113
Şekil 2.110.	Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi.....	114
Şekil 2.111.	Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi plan.....	115
Şekil 2.112.	Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi kesit görünüşü	116
Şekil 2.113.	Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	117
Şekil 2.114.	Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	117
Şekil 2.115.	Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	118
Şekil 2.116.	Zal Mahmut Paşa camisinin ilk iki mod şekli	120
Şekil 2.117.	Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	121
Şekil 2.118.	Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	121

Şekil 2.119. Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	122
Şekil 2.120. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi	123
Şekil 2.121. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi plan	124
Şekil 2.122. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi kesit.....	124
Şekil 2.123. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	125
Şekil 2.124. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	126
Şekil 2.125. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	126
Şekil 2.126. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri	128
Şekil 2.127. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	129
Şekil 2.128. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	130
Şekil 2.129. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	130
Şekil 2.130. Diyarbakır Behram Paşa camisi	131
Şekil 2.131. Diyarbakır Behram Paşa camisi plan	132
Şekil 2.132. Diyarbakır Behram Paşa camisi kesit ve görünüş.....	132
Şekil 2.133. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	133
Şekil 2.134. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	134
Şekil 2.135. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	134
Şekil 2.136. Diyarbakır Behram Paşa camisinin ilk iki mod şekli.....	136
Şekil 2.137. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	136
Şekil 2.138. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	137
Şekil 2.139. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	137
Şekil 2.140. 255 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	138
Şekil 2.141. 255 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	139
Şekil 2.142. 255 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	139
Şekil 2.143. T=7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	140

Şekil 2.144. Mesih Mehmet Paşa camisi.....	141
Şekil 2.145. Mesih Mehmet Paşa camisi plan.....	142
Şekil 2.146. Mesih Mehmet Paşa camisi görünüşler.....	142
Şekil 2.147. Mesih Mehmet Paşa camisi kesit görünüşü	143
Şekil 2.148. Mesih Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	144
Şekil 2.149. Mesih Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	144
Şekil 2.150. Mesih Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri.....	146
Şekil 2.151. Mesih Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	147
Şekil 2.152. Mesih Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	148
Şekil 2.153. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi	149
Şekil 2.154. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi plan	150
Şekil 2.155. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi kesitler	150
Şekil 2.156. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	151
Şekil 2.157. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	151
Şekil 2.158. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri.....	154
Şekil 2.159. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	155
Şekil 2.160. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	155
Şekil 2.161. Piyale Paşa camisi	156
Şekil 2.162. Piyale Paşa camisi plan ve kesit.....	158
Şekil 2.163. Piyale Paşa camisi aksonometrik görünüş	159
Şekil 2.164. Piyale Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	160
Şekil 2.165. Piyale Paşa Camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	160
Şekil 2.166. Piyale Paşa Camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	161
Şekil 2.167. Piyale Paşa camisinin mod şekilleri	162
Şekil 2.168. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	163
Şekil 2.169. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	164

Şekil 2.170. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	164
Şekil 2.171. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi.....	165
Şekil 2.172. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi plan.....	166
Şekil 2.173. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi kesit.....	166
Şekil 2.174. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	167
Şekil 2.175. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	168
Şekil 2.176. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	168
Şekil 2.177. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisinin mod şekilleri.....	170
Şekil 2.178. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	171
Şekil 2.179. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	171
Şekil 2.180. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	172
Şekil 2.181. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	173
Şekil 2.182. 187 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	173
Şekil 2.183. 187 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	174
Şekil 2.184. T=2.955 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	175
Şekil 2.185. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi.....	176
Şekil 2.186. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi plan.....	177
Şekil 2.187. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi kesit.....	177
Şekil 2.188. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	178
Şekil 2.189. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	179
Şekil 2.190. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	179
Şekil 2.191. Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin mod şekilleri.....	181
Şekil 2.192. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	182
Şekil 2.193. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	182

Şekil 2.194. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	183
Şekil 2.195. Rüstem Paşa camisi	184
Şekil 2.196. Rüstem Paşa camisi plan	186
Şekil 2.197. Rüstem Paşa camisi kesit	186
Şekil 2.198. Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	187
Şekil 2.199. Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	188
Şekil 2.200. Rüstem Paşa camisinin mod şekilleri	190
Şekil 2.201. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	191
Şekil 2.202. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	192
Şekil 2.203. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	193
Şekil 2.204. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	193
Şekil 2.205. 15398 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	194
Şekil 2.206. 15398 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	195
Şekil 2.207. 15398 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi	195
Şekil 2.208. T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	196
Şekil 2.209. Molla Çelebi camisi	197
Şekil 2.210. Molla Çelebi camisi plan ve kesit	198
Şekil 2.211. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	199
Şekil 2.212. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	200
Şekil 2.213. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	200
Şekil 2.214. Molla Çelebi camisinin mod şekilleri	202
Şekil 2.215. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	203
Şekil 2.216. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	204
Şekil 2.217. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	204
Şekil 2.218. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	205
Şekil 2.219. 331 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	205
Şekil 2.220. 331 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	206

Şekil 2.221.	331 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	206
Şekil 2.222.	T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	207
Şekil 2.223.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi	208
Şekil 2.224.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi plan.....	210
Şekil 2.225.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi kesit.....	210
Şekil 2.226.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi aksonometrik görünüş.....	211
Şekil 2.227.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	211
Şekil 2.228.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	212
Şekil 2.229.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	212
Şekil 2.230.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri	214
Şekil 2.231.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	215
Şekil 2.232.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	215
Şekil 2.233.	Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	216
Şekil 2.234.	Şemsi Ahmet Paşa camisi	217
Şekil 2.235.	Şemsi Ahmet Paşa camisi plan.....	218
Şekil 2.236.	Şemsi Ahmet Paşa camisi kesit.....	218
Şekil 2.237.	Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	219
Şekil 2.238.	Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	220
Şekil 2.239.	Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	220
Şekil 2.240.	Şemsi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekli	222
Şekil 2.241.	Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	222
Şekil 2.242.	Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	223
Şekil 2.243.	Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	224
Şekil 2.244.	221 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	224
Şekil 2.245.	221 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	225
Şekil 2.246.	221 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	225

Şekil 2.247. T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	226
Şekil 2.248. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi	227
Şekil 2.249. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi Plan	228
Şekil 2.250. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi kesitler	228
Şekil 2.251. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi kesitler	229
Şekil 2.252. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi aksonometrik görünüşü	229
Şekil 2.253. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	230
Şekil 2.254. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	230
Şekil 2.255. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	231
Şekil 2.256. Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin mod şekilleri	233
Şekil 2.257. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	234
Şekil 2.258. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	234
Şekil 2.259. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	235
Şekil 2.260. Atik Valide Sultan camisi	236
Şekil 2.261. Atik Valide Sultan camisi plan.....	239
Şekil 2.262. Atik Valide Sultan camisi kesiti.....	239
Şekil 2.263. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	240
Şekil 2.264. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	241
Şekil 2.265. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	241
Şekil 2.266. Atik Valide Sultan camisinin mod şekilleri	244
Şekil 2.267. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	244
Şekil 2.268. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	245
Şekil 2.269. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	245
Şekil 2.270. Nişancı Mehmet Paşa camisi.....	246
Şekil 2.271. Nişancı Mehmet Paşa camisi plan.....	248
Şekil 2.272. Nişancı Mehmet Paşa camisi kesit.....	248

Şekil 2.273. Nişancı Mehmet Paşa camisi kesit	249
Şekil 2.274. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	250
Şekil 2.275. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	250
Şekil 2.276. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	251
Şekil 2.277. Nişancı Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri	253
Şekil 2.278. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	254
Şekil 2.279. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	255
Şekil 2.280. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	255
Şekil 2.281. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	256
Şekil 2.282. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi.....	256
Şekil 2.283. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi plan.....	257
Şekil 2.284. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi kesit	258
Şekil 2.285. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	259
Şekil 2.286. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	260
Şekil 2.287. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme dağılımı.....	260
Şekil 2.288. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin mod şekilleri.....	262
Şekil 2.289. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	263
Şekil 2.290. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	263
Şekil 2.291. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	264
Şekil 2.292. 1040 no'lu düğüm noktası düşey gerilme değişimi	265
Şekil 2.293. 1040 no'lu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi	265
Şekil 2.294. 1040 no'lu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi.....	266
Şekil 2.295. T=7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	267
Şekil 2.296. Şehzade camisi	268
Şekil 2.297. Şehzade camisi plan	270

Şekil 2.298. Şehzade camisi 1. tabaka planı.....	270
Şekil 2.299. Şehzade camisi 2. tabaka planı.....	271
Şekil 2.300. Şehzade camisi 3. tabaka planı.....	271
Şekil 2.301. Şehzade camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	272
Şekil 2.302. Şehzade camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	273
Şekil 2.303. Şehzade camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	273
Şekil 2.304. Şehzade camisinin mod şekilleri	275
Şekil 2.305. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	276
Şekil 2.306. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	276
Şekil 2.307. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	277
Şekil 2.308. Süleymaniye camisi.....	278
Şekil 2.309. Süleymaniye camisi plan.....	284
Şekil 2.310. Süleymaniye camisi kesit	284
Şekil 2.311. Süleymaniye camisi kesit	285
Şekil 2.312. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı.....	286
Şekil 2.313. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	286
Şekil 2.314. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	287
Şekil 2.315. Süleymaniye camisinin mod şekilleri	289
Şekil 2.316. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı	290
Şekil 2.317. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı	290
Şekil 2.318. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	291
Şekil 2.319. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı	291
Şekil 2.320. Selimiye camisi	292
Şekil 2.321. Selimiye camisi kesit görünüşü.....	294
Şekil 2.322. Selimiye camisi yan görünüş.....	294
Şekil 2.323. Selimiye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı	295
Şekil 2.324. Selimiye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı	296
Şekil 2.325. Selimiye camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	296

Şekil 2.326. Selimiye camisinin mod şekilleri	298
Şekil 2.327. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı.....	299
Şekil 2.328. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı.....	299
Şekil 2.329. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı.....	300
Şekil 2.330. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - pencere boşluk oranı değişimi	301
Şekil 2.331. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde çekme gerilmesi-pencere boşluk oranı değişimi	302
Şekil 2.332. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi-pencere boşluk oranı değişimi	302
Şekil 2.333. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme / duvar genişliği -pencere boşluk oranı değişimi	303
Şekil 2.334. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi	304
Şekil 2.335. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kasnak boşluk alanı / tüm alan oranı değişimi	305
Şekil 2.336. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kubbe oturum alanı / taşıyıcı alan oranı değişimi	306
Şekil 2.337. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme–pencere boşluk oranı değişimi	307
Şekil 2.338. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme / pencere boşluk oranı – duvar genişliği değişimi	308
Şekil 2.339. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi	309
Şekil 2.340. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme – ayak yüksekliği / ayak alanı oranı değişimi	310

Şekil 2.341. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi – kubbe çapı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi	310
Şekil 2.342. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi–plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi	311
Şekil 2.343. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi – kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı oranı değişimi	312
Şekil 2.344. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kasnak boşluk alanı / toplam kasnak alanı oranı değişimi	313
Şekil 2.345. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – pencere boşluk oranı değişimi	314
Şekil 2.346. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi	315
Şekil 2.347. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı değişimi	316
Şekil 2.348. Altıgen planlı camilerde kasnak kısmı pencere boşluk alanı – kubbe burulma hareketi yüzdesi değişimi	316
Şekil 2.349. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi	317
Şekil 2.350. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi	318
Şekil 2.351. Altıgen planlı camilerde kubbe kütle katılım oranı – kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı oranı değişimi	319
Şekil 2.352. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – pencere boşluk oranı değişimi	320
Şekil 2.353. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi	321
Şekil 2.354. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / taşıyıcı alan oranı değişimi	322
Şekil 2.355. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı oranı değişimi	323
Şekil 2.356. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi	324

- Şekil 2.357. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı ve kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranına bağlı değişimi 325
- Şekil 2.358. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranı değişimi..... 326
- Şekil 2.359. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / taşıyıcı alan oranı değişimi..... 327
- Şekil 2.360. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kasnak kısmı boşluk alanı / tüm kasnak alanı oranı değişimi..... 328
- Şekil 2.361. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi 329
- Şekil 2.362. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – fil paye alanı / plandaki taşıyıcı alan oranı değişimi..... 330

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Tez kapsamında kullanılacak olan üç boyutlu (solid) elemanlar ve bunların şekil fonksiyonları	24
Çizelge 2.2. Tez kapsamında kullanılacak olan iki boyutlu (shell) eleman ve bunun şekil fonksiyonları	26
Çizelge 2.3. Örnek bir cami tipinin adımsal modellemesi	27
Çizelge 2.4. Çalışmada ele alınan camilerde kullanılan katı ve kabuk eleman sayıları.....	28
Çizelge 2.5. Çalışmadaki cami modellerinde kullanılan toplam düğüm noktası sayısı ve katı eleman tipleri	28
Çizelge 2.6. Analizlerde kullanılan elemanların malzeme modeli özellikleri.....	30
Çizelge 2.7. Van Hüsrev Paşa camisi modal analiz değerleri	39
Çizelge 2.8. Konya İlgın Lala Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri	49
Çizelge 2.9. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi modal analiz değerleri.....	59
Çizelge 2.10.Konya Karapınar II. Selim camisi modal analiz değerleri	66
Çizelge 2.11.Payas Sokullu Sarı Selim camisi modal analiz değerleri	76
Çizelge 2.12.Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri.....	83
Çizelge 2.13.Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri	94
Çizelge 2.14.Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi modal analiz değerleri	102
Çizelge 2.15.Manisa Muradiye camisi modal analiz değerleri	111
Çizelge 2.16.Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi modal analiz değerleri	119
Çizelge 2.17.İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri	127
Çizelge 2.18. Diyarbakır Behram Paşa camisi modal analiz değerleri	135
Çizelge 2.19.Mesih Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri	145
Çizelge 2.20.Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri	152
Çizelge 2.21.Piyale Paşa camisi modal analiz değerleri	162
Çizelge 2.22.Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi modal analiz değerleri.....	169
Çizelge 2.23.Üsküdar Mihrimah Sultan camisi modal analiz değerleri.....	180
Çizelge 2.24.İstanbul Rüstem Paşa camisi modal analiz değerleri	189
Çizelge 2.25.Molla Çelebi camisi modal analiz değerleri.....	201
Çizelge 2.26.Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri.....	213
Çizelge 2.27.Şemsi Ahmet Paşa camisi modal analiz değerleri.....	221

Çizelge 2.28.Tophane Kılıç Ali Paşa camisi modal analiz değerleri	232
Çizelge 2.29.Atik Valide Sultan camisi modal analiz değerleri.....	242
Çizelge 2.30.Nişancı Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri.....	251
Çizelge 2.31.Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi modal analiz değerleri.....	261
Çizelge 2.32.Şehzade camisi modal analiz değerleri	274
Çizelge 2.33.Süleymaniye camisi modal analiz değerleri.....	288
Çizelge 2.34.Selimiye camisi modal analiz değerleri	297
Çizelge 2.35.Çalışmamızda elde edilen ve deneysel olarak bulunan 1. mod periyot değerlerinin karşılaştırılması	331

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Mimari eserler bir toplumun geçmişinin topoğrafyasını oluşturur. XVI. yy. Osmanlı İmparatorluğunun sınırları belirlenmek istenirse, Sinan'ın eserlerini yeryüzü haritası üzerinde işaretlemek büyük oranda yeterli olacaktır. Tüm eserleri nitelik ve nicelik açısından incelendiğinde Sinan'ın Türk Mimarisine evrenselliği sağlamış, somut eserler kazandırmış, mükemmel mühendislik ve mimarlık kabiliyetine sahip olduğu görülür. Koca Sinan, kubbe ve minareleri ile ulusal olduğu kadar, evrensel olmayı da başarabilmiş bir dahidir.

Sinan'ın tüm yapıtlarında bilim ve sanatın bütünleştiği, teknik ve estetik dengenin kusursuz olarak bulunduğu gözlenir. Sinan mimarlıkta bilimin olanakları yanında sanatın da boyutlarını bilen bir ustadır. Sinan'da bilim ve sanat, yaratıcılık ve buluş iç içedir. Tüm yapıtları ayrı birer yorumdur. Evrensel değerleri yakalamayı başarmış ender ustalardan biri olan Sinan, dünya mimarlık tarihinde doruk noktalardan biridir (Çamlıbel, 1998).

Sinan'ın yapıları incelendiğinde, mekandan ve zamandan soyutlanmış gibi gelir. Her sanat yapıtının temelinde bir tasarım olgusu vardır. Sinan'da tasarım, madde ile birlikte gelişir. Maddenin olanakları ile derin boyutlar kazanır. Camilerde plan oluşumu basit geometrik biçimler olmasına karşın, üçüncü boyut kubbelerin oluşturduğu kompleks biçimlere dönüşür. Yapı iç mekanda ve kütle oluşumunda evrensel bir dinamizm kazanır. Bu nedenle Sinan, mimarlığın evrensel mesajını çok iyi korumuş ve yansıtmış bir ustadır.

Sinan, yeni sorunlar karşısında yepyeni yöntemler belirler. Yapıtlarında matematik ve geometrik soyutlamalara gidildiğinde, araştırmalarının ürünü olan biçimler karşısında izleyicilerde bir sevinç, bir mutluluk uyanır. Sinan, kendinden evvel gördüğü çeşitli kültürlere ilişkin yapıları izlemiş, hiçbir kopyacılığa taklitçiliğe yönelmeden sentezci bir anlayışla kendi üslubunu üretmiştir. Ayasofyayı görmüş, Bayezid camisini incelemiş, fakat Süleymaniye'de kendi sentez yöntemlerine göre bir yoruma ulaşmıştır. Sinan'ın sanattaki büyüklük ve gücünü daha iyi anlayabilmek için yaptığı bir çeşme, mihrap veya kapı gibi küçük bir mimari elemanı incelemek yeterlidir. Oranlardaki olgunluk ve ritm hemen göze çarpar.

Sinan'ın her yapısında çizgiler, biçimler ve hacimler belli bir güzelliği oluşturmak için yarışır. Sinan'da kubbe, kemer, ayak yalnız yük taşıyıcı bir eleman değildir. Sinan her elemana yapının estetik değerini arttırıcı bir plastik form vermiştir. İnsan bu formlara bakarken onlardaki gerilimi duymaz. Üst düzeyde bir duygu ile işlenmiş bir çizelge karşısındaymış gibi heyecanlanır. Sinan'ın yapılarında yerçekiminden kurtulmuş kubbeler, sihirli ellerle tutulan birer örtü malzemesi olarak dururlar. Bu örtü altındaki mekan ışıltılı parıldar ve insana büyük bir rahatlık verir. Sinan tüm tasarımlarını yapım tekniğine uygun olarak yapmıştır. İnşa edilmiş kısımlarda hiçbir şey tesadüfe bırakılmamıştır. Her şey önceden düşünülmüştür. Her bir eleman organik bir biçimde birbirine bağlanmış olup, eklem yerleri belli değildir. Her eleman diğerinin devamı gibi görünür ve büyük kubbenin altında tek bir kütle oluşturur. Sinan yapıtlarında güzelliği bezemede aramadığından, yapılarında bezeme çok azdır. Güzellik biçim ve çizgilerin oluşturduğu oran ve orantılarda aranmıştır (Çamlıbel, 1998).

1.1.1. Sinan'ın Yaşam Öyküsü

1539 yılında Subaşı ve sonrasında Osmanlı İmparatorluğunun Baş Mimarı olur. Sinan özellikle İstanbul'un imar işleri ile uğraşır. İstanbul'un su, yol ve kanalizasyon sorunlarını çözümler. Yollar, köprüler inşa eder ve kaleler onarır. Çeşmeler, su yolları, su kemerleri, bentler yapar. Okullar, medreseler, matbaalar, darülhadis ve darültıplar, darüşifalar ve aş evleri gibi binlerce yapıyı toplumuna kazandırır. Ömrü boyunca 81 cami, 50 mescit, 55 medrese, 7 darül – kurra (dersane), 26 türbe, 17 imaret, 5 su yolu, 8 köprü, 17 kervansaray, 32 hamam olmak üzere toplam 298 yapı inşa eder. Böylece Sinan'ın dehasının yalnız nitelikte değil, nicelikte de olduğu görülmektedir (Çamlıbel, 1998).

1.1.2. Sinan Devri Mimarlığı

Sinan'ın yapılarında özellikle iki olgu Türk mimarisini belirlemekte önemlidir. Bunlardan biri, kubbenin anıtsal yaratıcılığın temel elemanı olarak ele alınmasıdır. Kubbe Bizans ve Roma'da da kullanılmıştır. Fakat tarihte kubbeyi ve yalnız ona bağlı bir taşıyıcı sistemini Osmanlılar kadar kendine özgü özellikte kullanan başka bir ulus yoktur. Geçmişin en önemli açıklık örtme elemanının anıtsal bir yapı sisteminin ağırlık merkezi

konumuna Sinan'ın eliyle getirilmesi Türklerin dünya mimarisine en büyük katkısıdır. Sinan'ın ikinci özelliği, merkezi mekanlı yapı olgusunu başta gelen ilkelerden bir yapmasıdır. Sinan kendine özgü kurallara körü körüne saplanıp, mimarlıkta katı bir sistem kurmayı hiçbir zaman yeğlememiştir. Sinan, ömrünün sonuna dek sürekli bir biçim arama çabası içinde eski kalıpları zorlayan ve onların dışına taşan yaratıcı bir mimar olmayı becermiştir. Bu yaratıcılığına paralel olarak yüksek örgütlenme yeteneği ile klasik Osmanlı mimarlığını imparatorluğun her tarafına yaymıştır. Ağır ve kitlesel Selçuklu ve erken Osmanlı mimarilerine içte ve dışta bir incelik getirerek kendine özgü bir estetik kazandırmıştır. Üst yapıyı taşımayan duvarlara pek çok pencere açarak kitle etkisini azalttığı gibi iç mekana bol ışık da sağlamıştır (Çamlıbel, 1998).

1.1.3. Türk Osmanlı Cami Mimarlığının Özellikleri

Anadolu'da İslam kültürü etkisinde Selçuklular devrinde başlayan çok direkli cami türünün son gelişim halkası olan Bursa Ulu Cami ve Edirne'deki Eski Cami türünü izleyen Üç Şerefeli Cami ve İstanbul'un fethinden sonra İstanbul'da yapılan Sinan öncesi camileri ile Sinan devri camilerinin ortak özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

a) Duvarlar düz olup, küçük camilerde fonksiyonlarına uygun olarak taşıyıcılık özelliği gösterir. Büyük camilerde yalnız dolgu duvarı görevi görmeleri ve pencerelerle delinmelerine karşın yine de oldukça masif görünümlüdürler.

b) Ayaklar genellikle basit geometrik biçimde olup, belli noktalarda kemer mesnetleri oluşturması durumunda bile karışık biçim almazlar.

c) Kemerler iç mekanda belirgindir.

d) Taşıyıcı elemanlarda dekorasyon etkisi görülmektedir. Kemerler, sütun başlıkları dekoratif olarak biçimlendirilmiştir.

e) Dış kısımdan taşıyıcı sistem tamamıyla görünür. Dış yüzeyde dekorasyon yoktur. Dekorasyon taşıyıcı elemanlarla sağlanmıştır.

f) Osmanlı mimarlığında cami çevresi ile ilişki kurularak yapılmıştır. Çok küçük boyutta olanları dışında cami daima bir külliyenin odağı olmuştur (Çamlıbel, 1998).

1.2. Sinan Yapılarında Kullanılan Malzeme

1.2.1. Kullanılan Malzeme

Sinan yapılarında kullanılan malzeme genel itibariyle taş ve horasan kâgirdir. Bunların dışında duvarlara gereken sağlamlığı verebilmek için taşlar birbirine demir kenetlerle bağlanmıştır. Demir kenedin eğri uçlarının taşın içine sağlam bir şekilde ankre edilebilmesi için de taştaki oyuklar içine kurşun dökülmüştür. Sinan yapılarında kubbe, tonoz ve kemerler horasan kâgirinden, duvar ve ayaklar ise taştan oluşur.

1.2.1.1. Horasan Harcı

Horasan kırılmış, öğütülmüş kiremit ve tuğla benzeri pişmiş kildir. Horasan harcı ise horasan ve kireç ile üretilen harca denir. Horasan deyimi İran'ın doğusundaki Horasan bölgesinden gelmektedir. Horasan harcının, tuğla yapıların, çömlekçiliğin çok ileri olduğu Ortadoğu ve Anadolu uygarlıklarında kullanıldığı görülür. Bizans, Selçuklu ve Osmanlı yapılarında geniş ölçüde horasan harcına rastlanır. 15. yy Osmanlı yapılarında ve daha sonraki devirlerde Sinan yapılarında horasan harcı kullanılmıştır. Horasan harcı üzerinde yapılan deneylerden basınç dayanımının 7.59 MPa seviyesinde olduğu bulunmuştur (Çamlıbel, 1998).

1.2.1.2. Horasan Kagiri Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

Horasan tuğlalar üzerinde yapılan deneylerden basınç dayanımının 5.5 MPa, birim hacim ağırlığının 17600 N/m^3 olduğu bulunmuştur. Çekme dayanımı ise basınç dayanımının yaklaşık % 10 u mertebesinde (0.55 MPa) belirlenmiştir (Bayülke, 1992).

1.2.2. Taşın Mekanik Özellikleri

Sinan strüktüründe kullanılan taş genellikle traverten veya kumtaşından oluşur. Taş malzeme için minimum basınç emniyet gerilmesi 35 MPa , birim hacim ağırlığı 26500 N /

m³dür (Çamlıbel, 1998). Şehzade camisinden alınan örnekler üzerinde yapılan basınç deneylerinden küfeki taş için basınç dayanım değeri 45 MPa olarak belirlenmiştir. Taş malzeme için de çekme dayanımı basınç dayanımının % 10 u mertebesindedir (Arioğlu, 1999). Literatürde sunulan bu değerler dikkate alındığında bu çalışmada taş için izin verilen çekme gerilmesi değeri, 3,5 MPa olarak alınabilir.

1.2.3. Taş ve Tuğla Malzeme İçin Elastisite Modülü

Taş veya tuğladan yapılmış olan, harçlı donatısız kagir elemanlar için elastisite modülü değerleri, aşağıdaki bağıntılarla formülize edilerek verilmiştir (Tomazevic, 1999).

$$f_k = 0.5 f_b^{0.65} f_m^{0.25} (MPa) \quad (1)$$

$$E = 1000 f_k \quad (2)$$

Burada f_b kullanılan taş yada tuğla malzemenin basınç dayanımını, f_m kullanılan bağlayıcı malzemenin basınç dayanımını göstermektedir. Bu çalışmada dikkate alınan elastisite modüllerinin belirlenmesinde denklem 1 ve 2 kullanılarak belirlenen elastisite modülü değerleri kullanılmıştır.

1.3. Sinan Yapılarında Kullanılan Taşıyıcı Sistemler

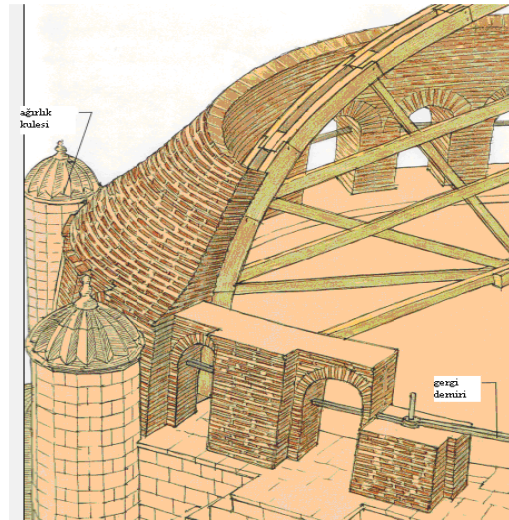
En önemli taşıyıcı sistemlerin, büyük açıklıklı yapılar olan camilerde geliştiği belirtilebilir. Taşıyıcı sistem ve iç mekân tasarımı birbirinden ayrılmaz. Özellikle Sinan camilerinde taşıyıcı sistem çok açık ve rasyoneldir. Dış kabuk ve iç mekan birbirini yansıtır, taşıyıcı elemanlar dış cephede anlamsız biçimlere dönüşmez. Sinan da kendinden önceki yapıım öğelerini kullanmıştır. Ancak bu öğelerden yepyeni tasarımlar geliştirmiştir. Genel olarak tasarlanan mekân örtüleri kubbe ve onunla beraber yarım kubbe, bunlara ilaveten tromplardır. Bazen tonozlarda kullanılmıştır.

1.3.1. Kubbe

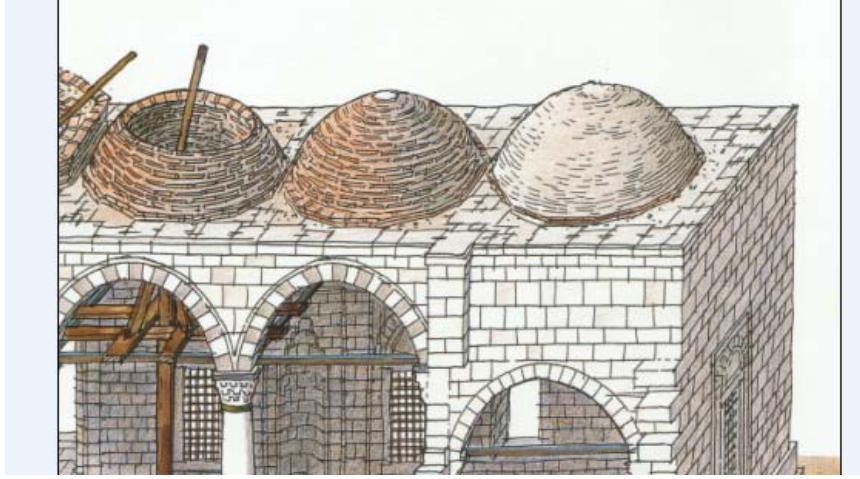
En üstteki ögedir. Kubbe bir küre parçasıdır ve çember bir tabanla biter. Bu çember bazen silindirik bir kasnağa oturur. Kubbe kasnağı, kubbe yatay kuvvetlerini almak üzere, kubbe tepe noktası et kalınlığından daha geniştir. Payanda ve payanda kemerleriyle yatay yükler aşağıya aktarılır. Böylece kubbe alt yapıyla birleşmiş olur. Kasnak kısmı üzerinde çepeçevre pencereler açılmıştır. Kubbenin oturduğu dayanak sayısının artması, geçiş öğeleri, kubbe kasnağı, ayakları, payandaları, payanda kemerleri yatay yükleri alt yapıya aktarmada yardımcı olur. Alt yapıda ise duvar payanda, kemer-ayak-payanda sistemleri, yarım kubbe ve tonozlar yükleri zemine iletirler.

Kubbenin yerden yüksekliğinin ve basıklığının (kubbenin kendi yüksekliği/kubbe çapı) artması yatay yükleri iletmede sorun yaratır. Bunun neticesinde sistem stabilitesinin sağlanması için daha kalın duvar ve daha büyük payanda gerekir.

Kubbe dairesinin merkezinden kubbeye doğru 103 derecelik açının üstünde kalan kubbe parçası eğer yeterli kalınlık sağlanmışsa basınç bölgesi olarak güvenlidir. Ama bu kısmın altındaki kubbe parçası çekme kuvvetler etkisi altındadır ve bu bölgede enlemler doğrultusunda çatlaklar oluşabilir. Bu etkiyi karşılamak üzere kubbe mesnedinin kalınlığı tepe noktasının iki katına çıkarılmış veya bu bölge demir çemberle kuşatılarak dışa doğru açılması önlenmiştir. Sinan'ın bazı camilerinde kasnak kısmında demir çember kullandığı bilinmektedir. Kubbe yapım detayı Şekil 1.1 ve Şekil 1.2 de görülmektedir.



Şekil 1.1. Asıl kubbe detayı (Macaulay, 2003)



Şekil 1.2. Küçük kubbe detayı (Macaulay, 2003)

1.3.2. Yarım Kubbe

Yarım kubbe hem bir örtü elemanı hem de kubbeyi taşıyan kemerin bir tür destekleme elemanıdır. Kubbenin yatay yüklerini dış duvarlara aktarır. Dış duvarların kalınlığı bu yükleri zemine iletecek şekilde boyutlandırılır. Ayaklar artık sadece düşey yükleri karşılayacağından daha ince yapılabilir.

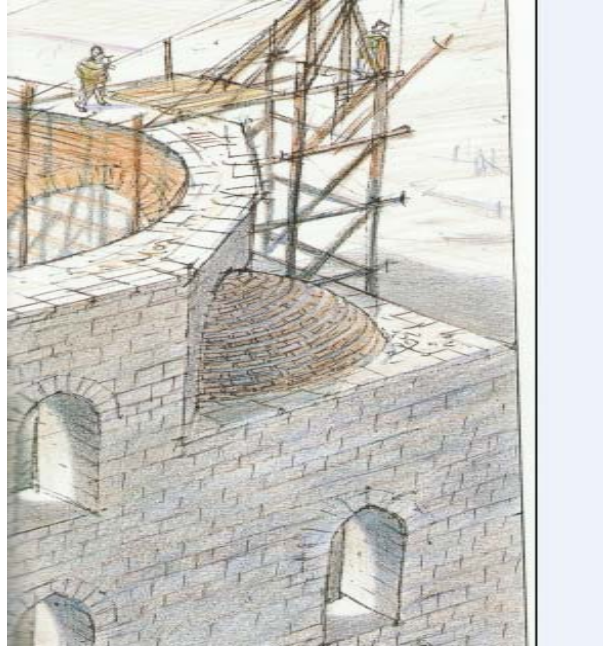
1.3.3. Geçiş Öğeleri

Kubbe çoğunlukla kare, bazen de altıgen veya sekizgen bir prizmayı örter. Çokgen tabana kurulan kubbe, İslam mimarlığında Sinan'ın eliyle geliştirilmiştir (Günay, 2005). Kare ve çokgenden çembere geçiş, ara öğeler yardımıyla olur. Bu geçiş ya tromp yada pandantif aracılığıyla sağlanır. Altıgen duvarlı sistemden çembere küçük pandantiflerle geçilir. Orta kubbe ve iki yandaki ikişer trompla dikdörtgen alan örtülür. Sekizgen duvarlı sistemden çembere geçiş yine küçük pandantifler yardımıyla olur. Kubbe ve çevresindeki tromplar kare bir alanı örter.

1.3.3.1. Tonoz Bingi (Tromp)

Bu geçiş elemanı kare planlı bir tabana oturan kubbenin köşelerindeki mesnetlerini oluşturmak için kare planın köşelerine çapraz olarak atılmış bir baş kemer ve bununla köşe

arasını dolduran konik biçimde bir tonoz parçasından oluşur. Konik biçimdeki tonoz genelde örtü elemanı, kemer ise taşıyıcı elemandır. Bu durumda kubbe mesnet yükleri sekizgen taban tarafından alt yapıya yönlendirilir. Taşıyıcı kemer kubbe mesnet yüklerinin yatay ve düşey bileşenlerini taşır. Kemer boyutları her iki etkiyi alabilecek ölçüde ise, kemer arkalarına yerleştirilecek olan konik tonozlar konstrüktif olarak yerleştirilmiş olur. Kemer boyutu büyükse ve yalnız düşey yüklere göre boyutlandırılmış ise, kemerin yatay yüklere karşı desteklenmesi sorunu ortaya çıkar. Bu durumda konik tonoz, kemeri destekleyen bir eleman niteliğinde olur. Tromp detayı Şekil 1.3 de görülmektedir.

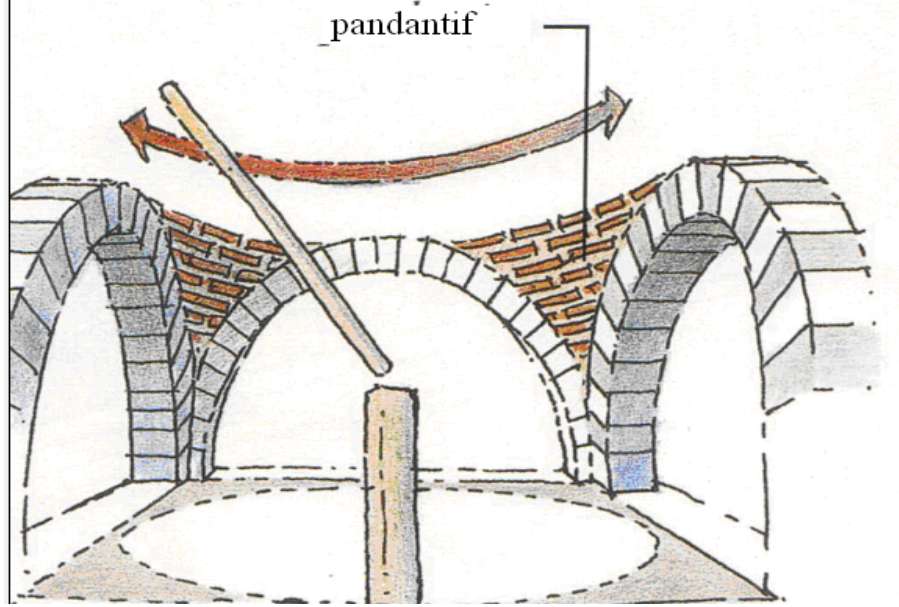


Şekil 1.3. Tromp detayı (Macaulay,2003)

1.3.3.2. Pandantif

Kubbe izdüşüm çerçevesince kareye teğet olan dört nokta dışında kare köşelerine yerleştirilmiş üçgen şeklinde küre parçalarına mesnetlenebilir. Bu tür bir geçit elemanı kubbe mesnetlenmesinde ideal bir çözüm oluşturur ve pandantif adını alır. Pandantifin tasarımı alt yapıya göre değil örtünün biçimine göre yapılır. Kubbe mesnetlerinden gelen yüklerin doğrultusu ile pandantiflerin eğim doğrultusu eşit olarak düzenlenmiş ise, kubbe mesnet yükleri pandantif kesitine dik olarak etkir. Pandantif basınç etkisinde kalır. Pandantife etkiyen yükler, pandantifin bağlı olduğu alt yapı elemanına kesme kuvvetleri

olarak pandantifin yan kenarları boyunca iletilir. Pandantif detayı Şekil 1.4 de görülmektedir.



Şekil 1.4. Pandantif detayı (Macaulay, 2003)

1.3.3.3. Türk Üçgeni

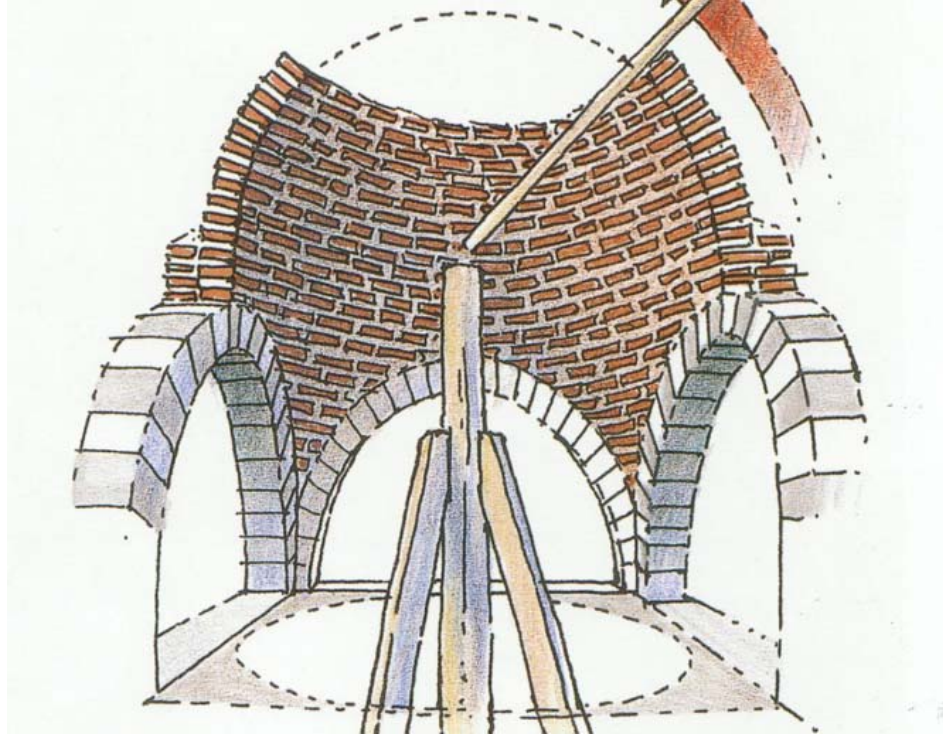
Anadolu Türk Mimarlığında 15. yüzyıldan önce kullanılmış bir geçiş elemanıdır. Poligonal bir kubbe tabanının her bir kenarı bir üçgenin tabanı olacak ve tepesi de karenin köşe noktası düzeyine gelecek şekilde yerleştirilirse bu geçiş elemanı Türk üçgeni adını alır. Bu eleman bir payanda gibi çalışarak kubbe mesnet yüklerini alt yapı elemanına iletir.

1.3.4. Askı Kemerleri

Askı kemerleri üstlerindeki kubbe, pandantif ve duvarlardan aldıkları yükleri düşey taşıyıcılara aktaran kemerlerdir. Bu kemerleri yan ve üstlerindeki duvarlarla beraber olarak düşünmek gerekir. Sinan yapılarında kubbe, kemerlerden oluşan böyle bir prizmaya oturur. Bu kemerlerin sayısı dört, altı ve sekiz olabilir. Büyük kemerlerin içi pencereleli bir duvarla örülerek mekana ışık sağlanır. Kemer açıklıkları arttıkça kemer derinliği artar.

1.3.5. Kemerler

Bazı kemerler demir gergilerle bağlanmışlardır. Bu sayede itme kuvveti kısmen karşılanmış olur ve ayak boyutu küçülebilir. Sinan yapılarında sivri kemerler kullanılmıştır. Bu kemerler çift merkezlidir. Tuğla ile inşa edilen bir kemerin yapım detayı Şekil 1.5 de görülmektedir.



Şekil 1.5 Askı kemerleri ve kubbe yapımı (Macaulay, 2003)

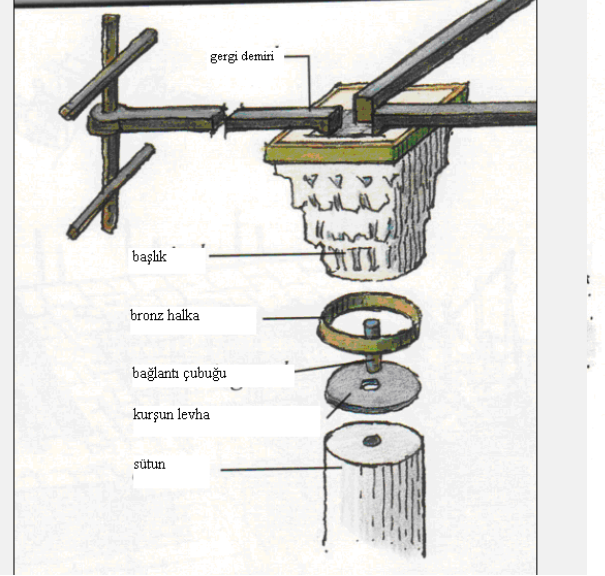
1.3.6. Duvarlar

Sinan'ın ancak küçük açıklıklı camilerinde kubbe taşıyıcısı olarak yalnız duvarların kullanıldığını görüyoruz. Örtü elemanından itibaren yüklerin dağılımı çok açık ve kesin bir şekilde tanımlanmıştır. Kubbe yükü ayaklar arası büyük kemerlere, oradan ayak ve payandalara aktarılır. Duvarlar özellikle kemerlerin oturduğu yerlerde desteklenmişlerdir. Bu destekler bazen içte, bazen dışta yada her iki yönde olabilir. Mihrap çıkıntıları da ayrıca büyük kemerlerin oturduğu ayakları destekleyen duvarlardır.

Kemer içi ve altında kalan duvarlarla payandalar arasında kalan duvarlar, genellikle pek çok pencere ile delinmiştir.

1.3.7. Ayaklar ve Sütunlar

Sinan camilerinde kubbelerin oturduğu askı kemerleri ayaklar tarafından taşınır. Ayaklar büyük askı kemerlerinden gelen itme kuvvetlerini de karşılamak için hem geniş hem de ağır olmak zorundadır. Bu amaçla ayaklar kemer üstünde yükselerek ağırlık kulesi adıyla düşey kuvvetleri aktarırlar. Özellikle çokgen şekilli camilerde duvara çok yakın olan ayaklar ayrıca kemerler yardımıyla dış duvarlara ve ayak payandalarına bağlanmışlardır. Ayak sayısı arttıkça kesitleri incelik. Fil ayağı denilen büyük çokgen kesitli ayaklar köşe girintileriyle bölünerek ince gösterilmeye çalışılmıştır. Sütun başlık kısmı yapım detayı Şekil 1.6 da görülmektedir.



Şekil 1.6 Sütun başlık detayı (Macaulay, 2003)

1.3.8. Ağırlık Kuleleri

Ayaklar ağırlık kulesi olarak biraz daha yükselip örtü üzerine çıkarlar. Üzeri çoğu kez dilimli bir kubbe ile biter. Ayrıca kubbe ve minare gibi yükselen elemanlara görsel olarak yardımcı olurlar.

1.4. Sinan Yapıları Yapım Teknikleri

Bu dönemin yapım tekniği geleneksel kagir yapım tekniğinin devamı şeklindedir.

1.4.1. Kubbe ve Tonozlar

Özel tuğla ile örülmüşlerdir. Açıklığa göre kalınlıkları artar. Ayrıca tepeden eteğe doğru kubbe kalınlığı genişler. Kubbenin alt bölümünde yer alan pencerelerin hizasından geçen demir kuşaklar kubbenin açılmaya çalışan bu bölümünü ayrıca takviye eder. Kubbe üzeri toprakla sıvanır ve kurşun levhalarla kaplanır.

1.4.2. Geçiş Öğeleri

Pendantif ve tromplar, taş veya tuğla kullanılarak yapılmışlardır. Tuğla yüzeyler sıvalı veya çini kaplıdır.

1.4.3. Kemerler

Büyük kemerler kesme taştan, bazen renkli taşların da katılmasıyla almaşık, daha az açıklıklı kemerler taş – tuğla almaşık ya da yalnız tuğla olarak yapılmışlardır. Kemerler sütun başlıkları üzerinden demir gergilerle birbirine ve iki yana bağlanmışlardır. Pencere kemerleri, dışarıdan mermer bir levha, taş duvar bir örgü veya mermerden oyulmuş geometrik bir kafesle; içeriden ise tuğla üzeri sıva ile veya taş – tuğla – sıva ile yapılmış geometrik bir süsleme, çini pano yahut alçı vitray ile doldurulmuştur (Günay, 2005).

1.4.4. Sütunlar ve Ayaklar

Genelde tek parça olup, çoğunluğu antik yapılardan getirilmiş granit, porfir gibi taşlardan; eğer yeni yapıldıysa Marmara mermerinden, granitten veya kırmızı renkli konglomeradandır. Gövdelerin çapa oranı mahfillerde 5-7.5, son cemaat yerinde 6-7.5, avlularda 6-7, dış revaklarda 6-9 kadardır (Günay, 2005). Başlıklar ise baklava dilimi

şeklindedir. Son cemaat yerinin başlıkları genellikle mukarnaslı yapılmıştır. Tipik başlık yüksekliği sütun çapının 1.5- 2 katıdır. Sütunların başlık ve kaidelere bağlandıkları yerlerde bronz bilezikler vardır. Ayaklar yuvarlak veya çokgen kesitlidir. Kesme taştan özenle yapılmışlardır.

1.4.5. Duvarlar

Büyük ve özenli yapılarda duvarın her iki yüzü kesme taş, içi harçlı moloz taş dolgu yapılır. Cephe taşlarının yüksekliği 40 cm kadardır. Büyük camiler dışındaki bazı yapılarda tuğlayla beraber taş da almaşık olarak kullanılmıştır. Bir sıra taş, iki sıra tuğla, bir sıra taş üç sıra tuğla örgüsü en yaygın olanıdır. En çok küfeki taşı, bağlayıcı olarak da horasan kullanılmıştır. Taşlar birbirlerine uzunlukları 25–60 cm olan demir kenetlerle bağlanmıştır. Ahşap hatıllardan başka az sayıda demir hatıl da kullanılmıştır. Temellerde yeşil renkli bir tuf cinsi olan Od taşı çok kullanılmış ve temeller aşağıya doğru genişletilmiştir. Zemin sağlam değilse ahşap kazıklar çakılarak üzeri ahşap bir hatıl sistemi ile birbirine bağlanmış ve horasanlı bir tabakadan sonra temel başlatılmıştır.

1.4.6. Yer Döşemesi

Dış etkilere açık avlu gibi alanlarda mermer kaplama görülür. Yapı içlerinde ise pişmiş topraktan kare veya dikdörtgen şekilli tuğlalar kullanılmıştır.

1.5. Literatür Araştırması

Literatürde genel olarak yığma yapılar konusunda oldukça fazla sayılabilecek çalışma olmasına rağmen, özellikle taş yapılar hakkında yapılmış çalışma yok denecek kadar azdır. Aşağıda daha çok tezin ana konusu olan taş yapılar ve bunlara benzerlik gösteren yığma yapılarla ilgili yapılmış olan çalışmalar hakkında bilgiler sunulmaktadır.

1.5.1. Yığma Türünde Yapılmış Olan Tarihi Yapıların Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar

Beyen (2007), 1999 depreminden sonra Fatih camisinin mevcut güvenliğini incelemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapı üç boyutlu olarak modellenmiş, mevcut deprem kayıtları dikkate alınarak zaman tanım alanında ve mod birleştirme yöntemleriyle yapı analizleri gerçekleştirmiştir.. Sadece ana taşıyıcı kemerlerden birinin tepe noktasında, bundan sonraki depremde hasar oluşabileceği yönünde bir sonuca ulaşılmıştır.

Aras (2007), doktora tezinde Beylerbeyi sarayını 3 boyutlu olarak modellemiş, deneylerden elde ettiği malzeme özelliklerini bu modelde dikkate alarak yapının lineer ve lineer olmayan analizlerini yapmıştır. Çalışma sonucunda yapılacak restorasyon çalışmalarıyla ilgili öneriler verilmiştir.

Berilgen (2007), yaptığı çalışmada Fatih camisi deprem hasarlarına etki eden bölgesel zemin koşullarını değerlendirmiştir. Eski yer kayıtlarında ve oluşan hasarlardan, zemin koşullarının yapının deprem davranış üzerinde oldukça önemli etkileri olduğunu saptamış, gelecek çalışmalar için çeşitli parametreler belirlemiştir.

Özkul ve Kuribayashi (2007), yaptıkları çalışmada Ayasofya Camisini geliştirdiği sonlu eleman formülasyonu ile incelemiş, 40 serbestlik dereceli elemanla tüm yapı analiz edilmiş, daha önce Ayasofya için yapılan çalışmalarla elde edilen değerlerle karşılaştırılmışlardır.

Bayraktar (2006), yaptığı çalışmada tarihi yapıları malzeme, yük aktarma elemanları ve yapım teknikleri açısından irdelemiş, bir adet caminin de yapısal analizini bu çalışmalara eklemiştir. Anlatımlar fotoğraflarla desteklenmiştir.

Angotti ve Aprile (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.

Chiorino Mario vd. (2006), yaptığı çalışmada dünyanın en büyük eliptik kubbesinin lineer ve lineer olmayan analizini yapmış, kubbe yapımından sonra kubbede ve temelde oluşan hasarları belirlemiştir.

Chiara (2006), yaptığı çalışmada Vicoforte eliptik kubbesinin lineer olmayan analizini yapmış, giriş kısmında kullanılan malzeme ve tarihten bahsetmiştir. Zaman içerisinde meydana gelen oturma durumlarını da analizlerde göz önüne almıştır.

Miri (2006), yaptığı çalışmada onarım görmüş kemerli yığma bir köprü yapısının modellemesini köprünün eski ve yeni hali için yapmıştır. Modellemede yapılan kabullerin ve modelin geçerliliği ile ilgili bazı sonuçlara ulaşılmıştır.

Casarin ve Modena (2006), yaptıkları çalışmada İtalyada ki Reggio Emilia kilisesinin yapısal değerlendirmesini ve sismik yönden hassaslığını belirlemeğe çalışmışlardır. Bu amaçla yapı üç boyutlu modellenmiş, lineer ve lineer olmayan analizler yapılmış, limit durum belirlenmeye çalışılmıştır.

Bortolo (2006), çalışmasında Berrgamo'daki bir kilisenin güçlendirme çalışmasıyla ilgili olarak deneysel ve sayısal analizler yapmıştır. Yapısal analizleri yapıldıktan sonra çelik çubuklarla uygulanacak bir güçlendirme tekniği denenmiştir. Tekniğin kolay ve uygulanabilir olduğu yönünde bir sonuca ulaşılmıştır.

Russo (2006), yaptığı çalışmada yığma kubbelerin yapısal değerlendirilmesi ve statik yönden geçmişi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu amaçla Nepal deki bir kiliseyi kullanmıştır. Yapısal analizler yapılmış ve yapıya daha önce yapılan müdahaleler belirlenmiştir.

Betti ve Orlando (2006), yaptığı çalışmada deprem yükleri etkisinde eski bir İtalyan kalesinin modellemesini ve analizini yapmıştır. Analizler neticesinde yapı hasarının nedenleri tespit edilmeye çalışılmıştır.

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.

Croci (2006), yaptığı çalışmada yığma kubbelerin ve tonozların sismik davranışını Ayasofya üzerinde yaptığı modellemelerle belirlemiştir. Depremin etkime yönüne göre yapının sismik davranışının ve göçme mekanizmasının değiştiğini saptamıştır.

Drosopoulos vd. (2006), yaptıkları çalışmada, tasarlanan bir taş köprü modeli üzerinde arayüz elemanları tanımlayarak göçme yükü hesaplamışlardır. Dolgu etkisi de hesaplarda ele alınmış ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Lourenco (2005), yaptığı çalışmada Lisbon daki bir tarihi bina kompleksi üzerinde sismik analiz yapmıştır. 3 boyutlu olarak modellenen yapıların maksimum gerilme ve deformasyon değerleri belirlenmiştir. Yapıdaki malzeme özellikleri belirlenmiş, gerilme yığılmalarının olduğu bölgeler için de doğrusal olmayan analiz yapılmıştır.

Akan ve Özen (2005), yaptıkları çalışmada Bursa Yeşil Türbesini SAP 2000 ortamında 3 boyulu olarak modellemiş ve öz ağırlık ve tepki spektrumu analizlerini yapmışlardır. Zorlanan kısımlar analizler neticesinde tespit edilmiştir.

Lourenco (2004), yaptığı çalışmada bazı tarihi yapıların analizini yaparak, gerilme ve deformasyon değerlerinin yoğunlaştığı yerleri belirlemiştir. Bu çalışmanın restorasyon için alınması gerekli tedbirlere yol göstermesi hedeflenmiştir.

Decanini ve Sortis (2003), yaptıkları çalışmada 2002 Molise depreminden sonra yığma yapılarda oluşan hasarlardan bahsetmiş, bu hasarlarla yapıların fiziksel özellikleri hakkında bağlantı kurmaya çalışmışlardır.

Mele ve Giordiano (2003), yaptığı çalışmada bir dikdörtgen şeklindeki bir kilisenin 3 boyutlu modelini ve deprem etkileri altında analizini yapmış, yapının belli kısımlarında kesitler alarak yapının dinamik özellikleriyle ilgili bazı sonuçlara ulaşmıştır. Yapının küçük bir kısmının lineer olmayan analizi yapılmıştır.

Peker (2003), yaptığı çalışmada performans tabanlı inceleme yöntemini kullanarak Atik Ali Paşa Yalısını incelemiştir. Yapının lineer ötesi davranışıyla ilgili olarak bazı sonuçlar vermiştir.

Oliveira (2003), yaptığı çalışmada mevcut tarihi yapıların deprem dayanımları üzerinde sismik deneyler yaparak ve modeller kurarak analiz yapmış, güçlendirme tekniklerinden örnekler vermiştir.

Durukal vd. (2003), yaptıkları çalışmada İstanbul daki iki eski yapı olan Ayasofya ve Süleymaniye camileri belirli noktalarına sismik alıcılar yerleştirmiş, deprem esnasında buralardan alınan kayıtları çalışmasında değerlendirmişlerdir.

Artar (2002), yüksek lisans tezinde Şehzade Camisini SAP 2000 programıyla 3 boyutlu olarak modellemiş, yapının dinamik ve zati yükler etkisi altındaki davranışını incelemiştir.

Lourenco (2001), çalışmasında, tarihi eserlerin modellenmesinde önemli olan ayrıntıları ve bazı idealleştirme metotlarına yer vermiştir. Bunlara örnek teşkil etmek üzere birkaç eser üzerinde analiz ve modelleme yapmıştır.

Hradil (2001), yaptığı çalışmada bir köprü yapısının analizini yapmış ve elde ettiği verilerin restorasyon çalışmaları için yol gösterici olduğunu belirtmiştir.

Çamlıbel (1998), çalışmasında Sinan cami yapılarından bir kısmını mühendislik özellikleri açısından incelemiş, elemanlara yük aktarımı ve iç gerilme değerleri için denge denklemleri yardımı ile bir takım bağıntılar elde etmiştir. Bu sabit denklemler yardımı ile

bu yapılar analize tabi tutulmuş ve her bir yapı için bir güvenlik sayısı elde edilmeye çalışılmıştır. Bu sayıya göre de yapının dayanımı hakkında yorum yapılmıştır.

Çakmak vd. (1995), yaptığı çalışmada Ayasofya'nın dinamik davranışını ve deprem tepkisini araştırmış, bunun için yapı malzeme özelliklerini ve yapı çevresi zemin koşullarını belirlemiş, kurulan basit matematik model üzerinde dinamik analizler yapmıştır.

1.5.2. Yığma Duvarların Davranışlarını Belirlemeye Yönelik Çalışmalar

Graça de Fátima Moreira de Vasconcelos (2005), tez çalışmasında değişik türdeki yığma yapı taş malzemesi üzerinde deneyler yapmış, malzeme mukavemet özelliklerini elde etmeye çalışmıştır. Buna farklı malzemelerle yapılmış duvar tiplerinin farklı yükler üzerindeki davranışını belirten çalışmasını da eklemiştir.

Lourenco (2002), yaptığı çalışmada duvarların düzlem dışı davranışlarını incelemiştir. Ayrıca anizotropik malzeme durumu bir takım sınırlama kriterleriyle araştırmaya eklenmiştir. Daha sonra birkaç duvar tipi üzerinde elde edilen verilerin geçerliliği denenmiştir.

Hendry ve Khalaf (2001), yaptığı çalışmada yığma duvar tipleri ve yapım teknikleri hakkında bilgi vermiş, değişik yükler etkisindeki duvarların tasarımını yapmıştır. Duvarların yangın dayanımı ve termal yükler etkisi altındaki durumları da bilgi olarak verilmiştir.

Martini (1998), yaptığı çalışmada antik Pompei şehrinin restorasyonundaki arkeolojik problemlere yol gösterici olmak amacıyla, yığma duvarların düzlem içi ve düzlem dışı davranışlarını incelemiştir. Duvarların düzlem dışı davranışları laboratuarda yapılan deneylerle ve bilgisayar ortamındaki modellerle, lineer olmayan analiz metotları da kullanılarak incelenmiştir.

Lourenco (1997), yaptığı çalışmada yığma yapı analizine etki eden önemli iki faktörden boyut etkisini ve parametre duyarlılığını incelemiştir. Bunun için değişik geometrideki duvar tipleri incelenmiş, mikro ve makro modelleme yapılmıştır.

1.5.3. Yığma Yapıların Davranışlarını ve Malzeme Özelliklerini Deneysel Olarak Belirlemeye Yönelik Çalışmalar

Qaisar ve Akhtar (2007), yaptıkları çalışmada donatısız yığma yapıların davranışını incelemiştir. Laboratuvar testlerinin yanı sıra, yaptığı kontrollü patlatmalarla yapıların dinamik etkiler etkilemiş ve sonuçlarını gözlemiştir. Yapıları bilgisayar ortamında da modellemiş ve zorlanan kısımları belirlemiştir.

Aydın vd. (2007), yaptıkları çalışmada tarihi kagir yapıların güçlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan fiber takviyeli polimerler ve plastikler, zemin yalıtımı gibi yeni malzeme ve tekniklerden bahsetmiştir. Yapılan çalışmada bu uygulamaların olumlu ve olumsuz yönleri tartışılarak öneriler geliştirilmiştir.

Romano (2006), yaptığı çalışmada değişik türdeki kemerleri farklı açıklıklar için analiz etmiş, hangi geometrinin daha stabil olduğu ile ilgili bir sonuca ulaşmaya çalışmıştır.

Tomazević vd. (2006), yaptıkları çalışmada boşluklu tuğla birimlerin dayanıklılık testini yapmış, bu birimlerden oluşan duvarların sismik deneylerini çalışmasına eklemiştir. Ürettiği duvar numunelerini donatıyla güçlendirmiş ve bu numuneleri teste tabi tutmuşlardır. Bu tür yığma duvarlara donatıyla güçlendirme yapılmasının deprem davranışına olumlu katkı yaptığını belirlemiştir.

Massart vd. (2005), yaptıkları çalışmada üç boyutlu etkiler üzerindeki yığma yapı malzemelerinin kapasite eğrilerini elde etmeye çalışmışlardır. Bu değerlere ve hangi kabullere göre göçme yüzeylelerinin daha doğru bir şekilde tahmin edilebileceği belirlenmek istenmiştir.

Kanıt ve Işık (2005), yaptıkları çalışmada yığma yapıların genel deprem davranışı hakkında bilgi vermiş, laboratuvar ortamında ürettiği örnek yığma duvar üzerinde deneyler yaparak yük deplasman eğrilerini elde etmiş, duvarın yönetmelikte verilen süneklik şartını sağladığını tespit etmiştir.

Aköz (2005), yaptığı çalışmada yığma yapılarda hasar ve dayanım tespitlerinin nasıl yapıldığıyla ilgili bilgiler vermiştir.

Kanıt ve Işık (2004), yaptıkları çalışmada laboratuvar ortamında kemerler oluşturmuş, kemerlere çeşitli yüklemeler yapmış, bulduğu sonuçları bilgisayar ortamında oluşturulan analizlerle karşılaştırmışlardır.

Gürel vd. (2005), yaptıkları çalışmada dairesel kesite sahip kolonların yatay ötelenme rijitliği ile geometrik boyutları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışmalarına kolonlardaki kusurların etkisini de katmışlardır.

Hendry vd. (2004), eserinde yığma yapıların yapım tekniklerini, bu yapılarda oluşacak gerilme ve deformasyon değerlerini, kapasite sınırlarını belirlemişlerdir. Ayrıca yığma yapı malzeme özelliklerine de değinmiş, yığma yapı tasarım denklemlerini çalışmaya eklemişlerdir.

Işık ve Kanit (2004), yaptıkları çalışmada Horasan harcı kullanarak laboratuvar ortamında bir model kemer oluşturmuş, kemer performansını deneysel ve sayısal olarak belirlemişlerdir.

Arıoğlu (1999), yaptığı çalışmada Şehzade camisinden alınan küfeki taşı örnekleri üzerinde deneysel çalışmalar yapmış, taşın fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemiştir.

Yukarıda sunulan literatür taramasından da görülebileceği gibi taş yığmaya sahip cami türü yapıların taşıyıcı sistemlerinin incelendiği çalışmalar yok denecek kadar azdır. Diğer taraftan yapılan çalışmalar da genelde sadece bir cami için yapılmıştır. Tez kapsamında gerçekleştirilen çalışmada ise Mimar Sinan camilerinden 28 tanesi üzerinde geometrik özelliklere göre belirlenen parametreler dikkate alınarak, statik ve dinamik analizler gerçekleştirilmekte ve analiz sonuçlarına göre Sinan'ın tasarımları yapısal olarak irdelenmektedir. Böylece bu tür camilerde irdelenen parametre değerlerine bağlı olarak en çok zorlanan bölgeler belirlenmekte ve en uygun tasarımın yapılmasına imkan tanıyacak kritik oranlar araştırılmaktadır.

1.6. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tarihte birçok medeniyete ev sahipliği yapmış olan Anadolu coğrafyasında, farklı kültürlerden kalmış çok sayıda tarihi eser mevcuttur. Bu eserlerin zaman içerisinde yenilenme ve güçlendirilme işlemlerine tabi tutulma ihtiyacı doğmaktadır. Gelecek nesillere aktarılma ve daha gösterişli yapılar arzusuyla bu tür eserlerin taşıyıcı kısımlarının yapı malzemesi genel itibarıyla taştır. Bunun yanında dolu tuğla da taşıyıcı kısımlarda kullanılmıştır. Horasan harcı ise bağlayıcı olarak hem taş, hem de tuğla kısımlarda kullanılmıştır. Sayılarının oldukça fazla olmasına rağmen, maalesef bu tür eserler, yeterli mühendislik bilgisi ve gerekli analizler yapılmadan restore edilmektedirler.

Özellikle yığma taş yapılar üzerinde yapılmış çalışma neredeyse yok denecek kadar azdır. Ülkemiz mirasının büyük çoğunluğunu oluşturan cami, hamam, han, medrese, imarethane tipi yapılar genellikle taş yapılardır. Bu eserlerin gelecek nesillere aktarılması, bu eserlerin iyi, uygun ve uzun ömür vaat edecek şekilde restore edilmesine bağlı olacaktır. Türk ve yabancı literatürde camiler için gerçekleştirilmiş dinamik analizleri de içeren ve uygulamaya da ışık tutabilecek kapsamlı bir çalışmanın eksikliği sözkonusudur.

Durum böyle olunca bu çalışmanın amacı, bu konudaki büyük eksikliği gidermek, bu tür yapıların özellikle dinamik yükler altında daha çok hangi kısımlardan zorlandığını belirlemek, hangi tür geometrinin daha emniyetli olduğunu tespit etmek, kemer genişliği, kemer açıklığı, kemer yüksekliği, fil paye yüksekliği, fil paye taban alanı, duvar genişliği, pencere boşluk alanı gibi bazı parametrelerin taşıyıcı sistem güvenliğini ne yönde ve nasıl etkilediğini belirlemektir.

Yapı taşıyıcı sisteminin tasarımında ve boyutlarının belirlenmesinde Sinan'ın kullandığı hesap yöntemlerinin ne olduğu hakkında elimizde yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ancak, yüzyıllardan beri ayakta kalabilen O'nun camileri; elde ettiği güçlü deneyim ve sezgi gücü doğrultusunda akılcı bir yol izlediğine, doğru ve sağlam olanı ideal ölçülerde yakaladığına şahitlik etmektedir.

Günümüz itibariyle gelişen bilgisayar teknolojisi sayesinde modelleme açısından çok kapsamlı taşıyıcı sistemlere sahip camilerin modellenmesi mümkün olabilmektedir. Ancak bu tür yapıların taşıyıcı sistemlerinin geleneksel bina türü yapıların taşıyıcı sistemlerinden çok farklı olmaları nedeniyle ayrıntılar ve detaylar ön plana çıkmakta, dolayısıyla da modellemelerinde özel ihtimam göstermek gerekmektedir. Bu nedenle de bu konudaki çalışmalar genelde tek bir cami dikkate alınarak gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada hemen herkes tarafından bilinen Süleymaniye ve Selimiye camilerini de içeren ülkemizin değişik bölgelerinde inşa edilmiş olan toplam 28 adet Mimar Sinan Camisinin statik ve dinamik analizleri gerçekleştirilmiştir. Mimar Sinan'ın belirli bir zaman periyotunda yapmış olduğu ve bu çalışmada dikkate alınan camiler: Van Hüsrev Paşa Camisi, Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi, Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi, Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi, İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi, Şemsi Ahmet Paşa Camisi, Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi, Diyarbakır Behram Paşa Camisi, Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Mesih Mehmet Paşa Camisi, Rüstem Paşa Camisi, Nişancı Mehmet Paşa Camisi, Piyale Paşa Camisi, Selimiye Camisi, Molla Çelebi Camisi, Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Atik Valide Sultan Camisi, Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa

Camisi, Konya Karapınar II. Selim Camisi, Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi, Payas Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Manisa Muradiye Camisi, Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi, Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi, Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi, Şehzade Camisi, Süleymaniye Camisi ve Tophane Kılıç Ali Paşa Camisidir.

Yukarıda adı geçen camilere ilişkin arşiv bilgileri ve hazırlanmış röleve projeleri için Vakıflar Müdürlüklerinde ve Koruma Kurullarında araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmalardan elde edilen bilgi ve belgelere göre camilere ilişkin boyutlar ve malzeme özellikleri hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Elde edilen geometrik veriler kullanılarak camilerin modelleri oluşturulmuştur. Analizlerini yapabilmek için oluşturulan cami modellerinde, sonlu elemanlar yöntemi esas alınarak hazırlanmış olan ANSYS yazılımından yararlanılmıştır. Düzgün bir geometriye sahip olmadıklarından, modellerin oluşturulmasında ANSYS le uyumlu olan grafik yazılımları da kullanılmıştır. Modellerde taşıyıcı sistemin davranışını etkileyebilecek her detay ve ayrıntı dikkate alınmaya çalışılmıştır.

Dikkate alınan Sinan camilerinin kendi ağırlıkları altında düşey yüklere göre statik analizleri, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında hesap yöntemi ile depreme göre analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda Sinan camilerinde en fazla zorlanan kesitler ve bunlarda oluşan değerlerin büyüklükleri belirlenmiştir.

Burada, zaman tanım alanında hesap yönteminin, çok fazla zaman alması ve aşırı hafıza gerektirmesi gibi nedenlerle, her cami için uygulanmadığını belirtmek uygun olmaktadır.

Bu çalışmada Mimar Sinan Camilerinin incelenmesi amaçlandığından, bu camiler için gerçekleştirilen analiz sonuçlarından yararlanılarak değişik geometrik ve yapısal parametrelerin elde edilen sonuçlar üzerindeki etkilerini belirleme imkanı olmuştur. Bu çalışma kapsamında sözkonusu parametreler; (1) pencere alanı / tüm duvar alanı oranı, (2) kemer genişliği / kemer açıklığı oranı, (3) kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı, (4) kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı oranı, (5) taşıyıcıların plandaki alanı / tüm alan oranı, (6) kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranı, (7) kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı oranı, (8) fil paye alanı / plandaki taşıyıcı alan oranı, (9) fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranı olarak dikkate alınmıştır.

Karşılaştırmaların daha anlamlı olabilmesi için sözkonusu oranlara göre yapılan karşılaştırmada, camiler Kare, Altıgen ve Sekizgen planlı olarak gruplara ayrılmıştır. Oluşturulan bu gruplar sayesinde davranışların kendi içinde karşılaştırması yapılabildiği

gibi kare planlı camiler ile diğerlerinin davranışlarını plan bakımından da karşılaştırmak mümkün olmuştur.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR , BULGULAR VE İRDELEMELER

2.1. Camilerin Analizleri ile İlgili Temel Hususlar

2.1.1. Modellemede Kullanılan Sayısal Yöntem

Tez kapsamında analizleri gerçekleştirilecek olan camilerin sayısal yöntemlerle modellenmesinde Sonlu Elemanlar Yöntemi kullanılmıştır. Günümüzde bilgisayarların kullanım alanının hızla genişlemesiyle birlikte, karmaşık mühendislik problemlerinin çözümünde bu tezde de kullanılan Sonlu Elemanlar Yöntemi yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Sonlu Elemanlar Yöntemi, sürekli bir sistem problemin karakterine uygun sonlu elemanlara ayrılarak, elde edilen elemanlar üzerinde iç ve dış kuvvetlerin enerjisinin minimize edilmesi ve sonra bu elemanların birleştirilmesi esasına dayanmaktadır. Böylece mesnet şartları, sisteme ait özellikler ve dış yükler kolayca göz önüne alınabilmektedir. Bu sayede de sonlu elemanlar yöntemi, analitik metotlarla çözülemeyen karmaşık problemlere uygulanabilmektedir. Sistemin kritik bölgelerinde eleman boyutları küçültülerek, o bölgenin daha detaylı incelenmesi mümkün olmaktadır.

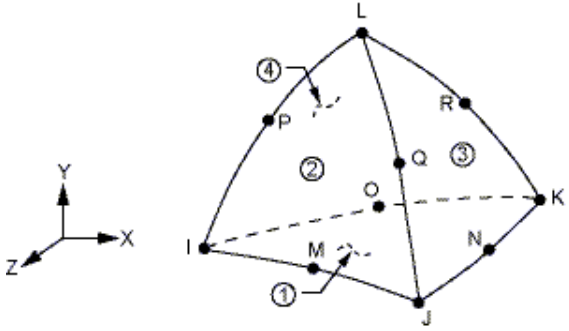
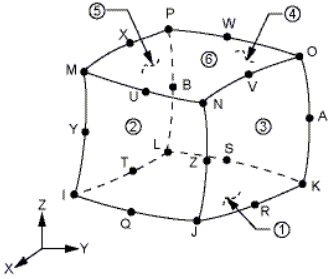
Sistemi oluşturan elemanların her birine sonlu eleman adı verilmektedir. Bu elemanların birleşim noktaları ise düğüm noktaları olarak adlandırılmaktadır. Her elemana ait olan düğüm noktalarında bazı serbestlik dereceleri tanımlanmaktadır. Bu düğüm noktalarında süreklilik şartı sağlandığında yapının matematiksel bir modeli elde edilmekte ve her bir sonlu eleman parçasının davranış denklemlerinin çözülmesi sonucunda tüm taşıyıcı sistemin davranışı belirlenmiş olmaktadır (Ural, 2009).

Sonlu elemanlar yönteminin kullandığı denklemlerin elde edilmesinde, daha az bilinmeyen sayısına sahip denklem takımı üretmesi nedeniyle tercih edilen deplasman yönteminin doğrusal sistemlere uygulanmasında işlem sırası şu şekildedir: Sistem sonlu sayıda eleman ayrılmaktadır. Sistemi oluşturan elemanların her birinin düğüm noktalarından birbirlerine bağlandıkları kabul edilmektedir. Daha sonra sonlu eleman yüzeyinin şekil değiştirmesi, düğüm noktalarının deplasman parametrelerine bağlı olarak ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle eleman yer değiştirmeleri, seçilen şekil fonksiyonu vasıtasıyla düğüm noktası yer değiştirmelerine bağlı olarak ifade edilmektedir. Seçilen

deplasman parametreleri ve şekil fonksiyonu yardımıyla sistemin malzeme özelliklerine göre rijitlik matrisi, sisteme etkiyen yüklerin durumuna göre de yük vektörü hesaplanmaktadır. Eleman rijitlik matrisi ve yük vektöründen yola çıkılarak, sistem rijitlik matrisi ve yük vektörü hesaplanmaktadır (Ural, 2009).

Tez kapsamında analizleri gerçekleştirilecek olan camiler çok karmaşık bir geometriye sahip olduklarından davranışlarının gerçekçi olarak ortaya konabilmesi için üç boyutlu olarak modellenmeleri gerekmektedir. Bu bağlamda kullanılan yapısal çözümleme programının (ANSYS) eleman kütüphanesine de bağlı olarak üç boyutlu (Solid) elemanlar ve kabuk (Shell) elemanlar kullanılmıştır. Kullanılan elemanların özellikleri, Gauss noktaları ve şekil fonksiyonları üç boyutlu (Solid) elemanlar için Çizelge 2.1. de, iki boyutlu kabuk (Shell) elemanlar için ise Çizelge 2.2. de sunulmaktadır.

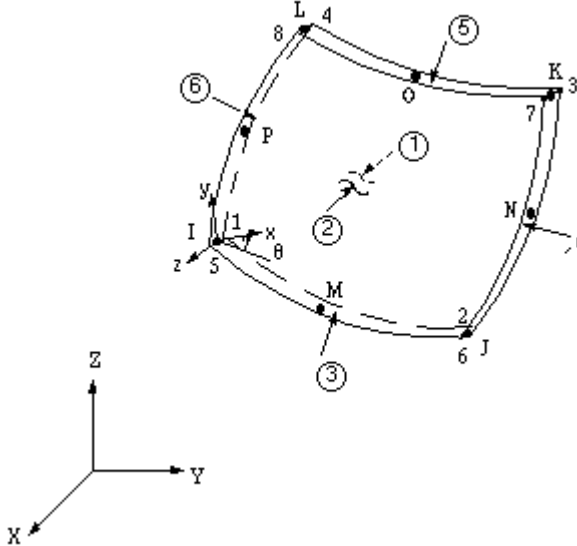
Çizelge 2.1. Tez kapsamında kullanılacak olan üç boyutlu (solid) elemanlar ve bunların şekil fonksiyonları

SOLID 92 (KATI) ELEMAN	SOLID 186 (KATI) ELEMAN
	
10 düğüm noktalıdır. Her bir düğüm noktasında ötelenme olarak 3 serbestlik derecesine sahiptir.	20 düğüm noktalıdır. Her bir düğüm noktasında ötelenme olarak 3 serbestlik derecesine sahiptir.

Çizelge 2.1.'in devamı

$N_I = (2L_1 - 1) L_1$	$N_I = 1 / 8 (1-s) (1-t) (1-r) (-s-t-r-2)$
$N_J = (2L_2 - 1) L_2$	$N_J = 1 / 8 (1+s) (1-t) (1-r) (s-t-r-2)$
$N_K = (2L_3 - 1) L_3$	$N_K = 1 / 8 (1+s) (1+t) (1-r) (s+t-r-2)$
$N_L = (2L_4 - 1) L_4$	$N_L = 1 / 8 (1-s) (1+t) (1-r) (-s+t-r-2)$
$N_M = 4L_1L_2$	$N_M = 1 / 8 (1-s) (1-t) (1+r) (-s-t+r-2)$
$N_N = L_2L_3$	$N_N = 1 / 8 (1+s) (1-t) (1+r) (s-t+r-2)$
$N_I = (2L_1 - 1) L_1$	$N_O = 1 / 8 (1+s) (1+t) (1+r) (s+t+r-2)$
$N_O = L_1L_3$	$N_P = 1 / 8 (1-s) (1+t) (1+r) (-s+t+r-2)$
$N_P = L_1L_4$	$N_Q = 1 / 4 (1-s^2) (1-t) (1-r)$
$N_Q = L_2L_4$	$N_R = 1 / 4 (1-t^2) (1+s) (1-r)$
$N_R = L_3L_4$	$N_S = 1 / 4 (1-s^2) (1+t) (1-r)$
	$N_T = 1 / 4 (1-t^2) (1-s) (1-r)$
	$N_U = 1 / 4 (1-s^2) (1-t) (1+r)$
	$N_V = 1 / 4 (1-t^2) (1+s) (1+r)$
	$N_W = 1 / 4 (1-s^2) (1+t) (1+r)$
	$N_X = 1 / 4 (1-t^2) (1-s) (1+r)$
	$N_Y = 1 / 4 (1-r^2) (1-s) (1-t)$
	$N_Z = 1 / 4 (1-r^2) (1+s) (1-t)$
	$N_A = 1 / 4 (1-r^2) (1+s) (1+t)$
	$N_B = 1 / 4 (1-r^2) (1-s) (1+t)$

Çizelge 2.2. Tez kapsamında kullanılacak olan iki boyutlu (shell) eleman ve bunun şekil fonksiyonları

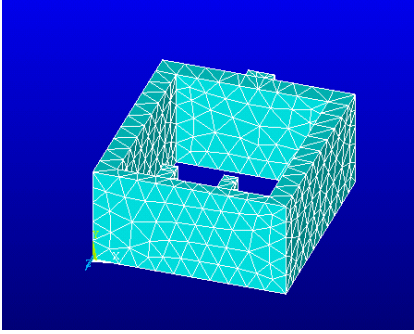
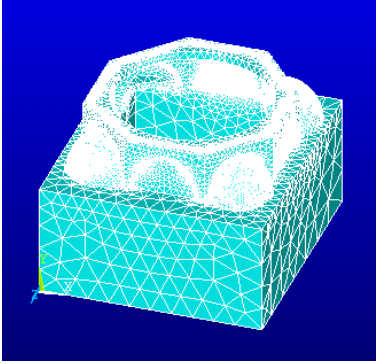
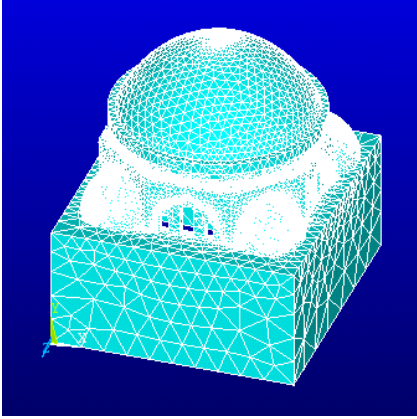
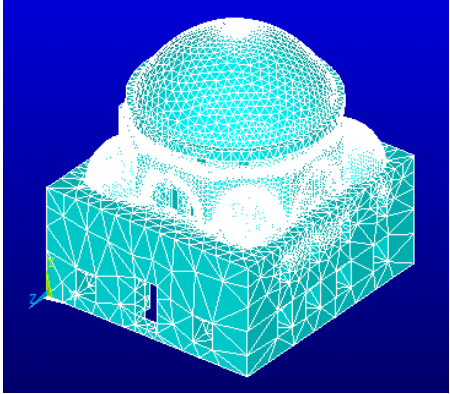
SHELL (KABUK) ELEMAN	
	
<p>8 düğüm noktasıdır. Her bir düğüm noktasında 3 ötelenme ve 3 dönme olmak üzere toplam 6 serbestlik derecesine sahiptir.</p>	
$N_I = 1/4 (1-s) (1-t) (-s-t-1)$ $N_J = 1/4 (1+s) (1-t) (s-t-1)$ $N_K = 1/4 (1+s) (1+t) (s+t-1)$ $N_L = 1/4 (1-s) (1+t) (-s+t-1)$ $N_M = 1/2 (1-s^2) (1-t)$ $N_N = 1/2 (1-t^2) (1+s)$ $N_O = 1/2 (1-s^2) (1+t)$ $N_P = 1/2 (1-t^2) (1-s)$	

2.1.2. Cami Modellerinin Oluşturulması

Mevcut rölöveler üzerinden, çok uğraştırıcı ve sabır gerektiren çalışmalarla, yukarıda adı geçen oldukça karmaşık geometriye sahip eserler üç boyutlu olarak modellenmişlerdir.

Tarihi yapılarda ana taşıyıcı elemanlar aynı zamanda süs unsuru olarak kullanıldığından, düzgün dörtgen, kare yada dairesel kesit yerine çok fazla girintili çıkıntılı geometrik kesitlerinin olması yapıların bilgisayar ortamında üç boyutlu modellenmesinde oldukça zahmet çekilmesine sebep olmuştur. Çizelge 2.3 de modelleme şekli verilmiştir.

Çizelge 2.3. Örnek bir cami tipinin adımsal modellemesi

	
<p>1. adım : Duvarlar, varsa fil payelerle birlikte oluşturulur.</p>	<p>2. adım : Askı kemer sistemi ve varsa yarım kubbe kısımları eklenir.</p>
	
<p>3. adım : Ana kubbe en üst kısma kasnak kısmı ile birlikte yerleştirilir. Kasnak kısmı pencereleri açılır.</p>	<p>4. adım : Dış duvarların pencereleri açılır. Model tamamlanmış olur.</p>

Çizelge 2.4 de çalışmada ele alınan camilerde kullanılan toplam katı ve kabuk eleman sayıları ve çizelge 2.5 de toplam düğüm noktası sayısı ve kullanılan katı eleman tipi verilmektedir. Cami tipine göre değişmekle birlikte, yeterli derecede doğru sonuçlar elde edilmesini sağlamak için, fazla sayıda eleman kullanılmaya çalışılmıştır.

Çizelge 2.4. Çalışmada ele alınan camilerde kullanılan katı ve kabuk eleman sayıları

Camiler	Modelde kullanılan katı eleman sayısı	Modelde kullanılan kabuk eleman sayısı
Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi	57150	227
Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi	276239	354
Diyarbakır Behram Paşa Camisi	65690	187
Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi	190653	2224
Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi	144219	2038
Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi	46354	284
İstanbul Rüstem Paşa Camisi	71505	2405
Konya Karapınar II. Selim Camisi	86780	439
Konya İlgin Lala Mustafa Paşa Camisi	26574	416
Manisa Muradiye Camisi	157613	416
Mesih Mehmet Paşa Camisi	122892	2543
Molla Çelebi Camisi	114016	302
Nişancı Mehmet Paşa Camisi	200970	330
Payas Sokullu Mehmet Paşa Camisi	77510	261
İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi	172235	5563
Piyale Paşa Camisi	262643	1002
Şehzade Camisi	289590	4000
Selimiye Camisi	483014	2271
Şemsi Ahmet Paşa Camisi	47162	174
Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi	75377	436
Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camisi	61354	1793
Süleymaniye Camisi	179133	3041
Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi	66740	305
Tophane Kılıç Ali Paşa Camisi	318556	3286
Üsküdar Atık Valide Sultan Camisi	116336	1931
Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi	291898	3611
Van Hüsrev Paşa Camisi	38738	315
Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi	135460	341

Çizelge 2.5. Çalışmadaki cami modellerinde kullanılan toplam düğüm noktası sayısı ve katı eleman tipleri

Camiler	Modelde kullanılan	
	düğüm noktası sayısı	katı eleman tipi
Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi	97513	Solid 186
Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi	466881	Solid 186
Diyarbakır Behram Paşa Camisi	108023	Solid 186
Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi	339909	Solid 186
Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi	256320	Solid 186

Çizelge 2.5.'in devamı

Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi	81100	Solid 186
İstanbul Rüstem Paşa Camisi	135133	Solid 186
Konya Karapınar II. Selim Camisi	143414	Solid 186
Konya İlgün Lala Mustafa Paşa Camisi	47512	Solid 186
Manisa Muradiye Camisi	272516	Solid 92
Mesih Mehmet Paşa Camisi	207225	Solid 186
Molla Çelebi Camisi	196268	Solid 186
Nişancı Mehmet Paşa Camisi	348714	Solid 186
Payas Sokullu Mehmet Paşa Camisi	128314	Solid 186
İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi	294128	Solid 92
Piyale Paşa Camisi	418394	Solid 186
Şehzade Camisi	488232	Solid 92
Selimiye Camisi	768890	Solid 92
Şemsi Ahmet Paşa Camisi	82372	Solid 186
Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi	127782	Solid 92
Kadırga Sokullu Mehmet Paşa Camisi	112320	Solid 186
Süleymaniye Camisi	313606	Solid 92
Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi	114255	Solid 186
Tophane Kılıç Ali Paşa Camisi	558625	Solid 92
Üsküdar Atik Valide Sultan Camisi	205131	Solid 92
Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi	467205	Solid 92
Van Hüsrev Paşa Camisi	67478	Solid 186
Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi	235532	Solid 186

2.1.3. Modellere Malzeme Özelliklerinin Atanması

Çizelge 2.6. da analizlerde kullanılan elemanların malzeme modeli özellikleri verilmektedir. Bu çizelgede camilerin hangi kısımlarına ne tür malzeme özelliği atandığı gösterilmektedir. Kubbe ve yarım kubbe kısımları kabuk elemanlarla, diğer kısımlar katı elemanlarla geçilmiştir.

Çizelge 2.6. Analizlerde kullanılan elemanların malzeme modeli özellikleri

	Eleman Tipi	Elastisite Modülü (N/m ²)	Birim Hacim Ağırlığı (N/m ³)	Poisson Oranı
Duvarlar	Katı eleman	8,37E+9	26500	0,17
Kemerler	Katı eleman	8,37E+9	26500	0,17
Fil Payeler	Katı eleman	8,37E+9	26500	0,17
Asıl ve yarım kubbeler	Kabuk eleman	2,51E+9	26000	0,17

2.1.4 Tez Kapsamında Dikkate Alınan Camiler

Sinan yapılarının uzun bir zaman periyodunda, birkaçı dışında önemli bir hasara uğramadan günümüze kadar ulaşabilmesi, bizleri tasarımlarını irdelemeye ve önemli noktaları sorgulamaya götürmektedir. Sinan'ın yaşadığı dönemde elde ettiği teknik bilgi birikimi ile ulaştığı nokta, yapıların detaylı analiziyle somut olarak belirlenebilir. Yapılara çevreden gelebilecek yapay titreşim, yer altı su rejimindeki değişiklik, zemin koşullarındaki bozulmalar gibi yapı güvenliğini tehlikeye sokabilecek durumlar, yerinde müdahalelerle önlenir. Etkimesi kaçınılmaz tek etki ise deprem gerçeğidir. Sinan yapılarının deprem kuvvetinden etkilenmeleri sonucu ne derecede zorlanacakları, elemanlardaki gerilme artışlarının bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini geçip geçmeyeceği soruları akla gelmektedir. Bu yüzden Sinan yapılarının bugünkü durumlarını ortaya koyabilmek ve aynı sağlamlıkta gelecek nesillere intikal ettirilebilmesi amacıyla, detaylı bir şekilde depreme göre hesaplarının yapılması gerekmektedir. Ayrıca Sinan yapılarının mühendisçe değerlendirilmeleri sonucu bulunan değerler, Sinan'ın ulaştığı noktadaki üstün mühendisliği simgeleyen somut değerler olacaktır. Bu amaçla tez kapsamında Van Hüsrev Paşa Camisi, Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi, Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi, Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi, İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi, Şemsi Ahmet Paşa Camisi, Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi, Diyarbakır Behram Paşa Camisi, Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Mesih Mehmet Paşa Camisi, Rüstem Paşa Camisi, Nişancı Mehmet Paşa Camisi, Piyale Paşa Camisi, Selimiye Camisi, Molla Çelebi Camisi, Kadirga Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Atik Valide Sultan Camisi, Konya İlgin Lala Mustafa Paşa Camisi, Konya Karapınar II. Selim Camisi, Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi, Payas Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Manisa Muradiye Camisi, Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi, Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi,

Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi, Şehzade Camisi, Süleymaniye Camisi ve Tophane Kılıç Ali Paşa Camisi ele alınmıştır.

2.1.5. Cami Analizlerinde Kullanılan Yöntemler

Statik haldeki gerilme dağılımı ve yapıda meydana gelen şekil değiştirmeler hakkında bilgi sahibi olabilmek için öz ağırlık analizi yapılmıştır. Bu analiz aşamasında yapı, kendi zati yükü altında analiz edilir. Doğrusal elastik malzeme kabulüyle yapılan öz ağırlık analizinde, dış yükler etkisinde yapıda uygulanan bu yükleri dengeleyecek şekilde iç gerilmelerin olduğu varsayılmaktadır. Bu analizde kullanılan doğrusal denklem sistemi denklemini aşağıda verilmektedir.

$$[K]\{u\} = \{R\} \quad (3)$$

Burada $[K]$ genelleştirilmiş rijitlik matrisini, $\{u\}$ deplasman vektörünü, $\{R\}$ uygulanan dış yük vektörünü göstermektedir. Bu denklem vasıtasıyla bulunan deplasman değerleri kullanılarak iç gerilme değerleri elde edilmektedir.

Bilindiği gibi öz ağırlık analizi kapsamında genelde düşey basınç gerilmesi önemli olmakta ve kritik duruma gelebilmektedir. Bu bağlamda sözkonusu yükler altında yapıda oluşan maksimum ve minimum asal gerilme değerleri elde edilmiş ve yapı güvenliği ile ilgili olarak yapılacak değerlendirmelere esas alınmıştır.

Düşey yükler altında genelde düşey basınç normal gerilmeleri etkili olsa da, yapılar zaman zaman yatay yüklerin etkisinde kalmaktadır. Bilindiği gibi bu tür yapıların etkisinde kaldıkları yatay yükler deprem ve rüzgar olmaktadır. Rüzgar etkisi küçük değerleri ile daha fazla süre etkimesine rağmen, ülkemizde deprem kadar yıkıcı olmamaktadır. Rüzgar etkisiyle sadece zaman zaman minarelerde hasar oluşmakta ve bazen de yıkılmaktadır. Oysa yıkıcı bir deprem meydana geldiğinde başta minareler olmak bu yapıların ana taşıyıcıları bile zarar görebilmektedir. Çünkü deprem statik bir etki olmayıp dinamik bir etkidir ve düşey yükler altında tehlikeli olabilecek düşey normal gerilmelerin yanında çok daha tehlikeli olabilen ve kolaylıkla sınır değerleri aşma durumu olan normal çekme gerilmeleri ve kayma gerilmeleri ön plana çıkmaktadır. Çünkü bu gerilmelerin sınır değerleri yığma taş yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılan malzemeler için basınç sınır değerlerine göre oldukça düşüktür.

Deprem hesabından önce yapıların özdeğer analizleri yapılmış ve titreşim periyotları ile mod şekilleri belirlenmiştir. Bu analiz aşamasında yapının rijitlik ve kütle matrisleri göz önüne alınarak serbest titreşim mod şekilleri elde edilmektedir. Hareketin denklemi aşağıda verilmektedir.

$$[M]\left\{\ddot{u}\right\} + [K]\{u\} = \{0\} \quad (4)$$

Burada $[M]$ kütle matrisini, $[K]$ genelleştirilmiş rijitlik matrisini, $\left\{\ddot{u}\right\}$ ivme vektörünü ve $\{u\}$ deplasman vektörünü göstermektedir. Bu denklem sisteminin sıfırdan farklı çözümü ancak katsayılar matrisinin determinantının sıfır olması ile mümkündür. Böylece aşağıdaki denklem elde edilir.

$$[K]\{\phi\} = [M]\{\phi\}[\Omega^2] \quad (5)$$

Burada $[\Omega^2]$ özdeğerleri veren diagonal matrisi, $\{\phi\}$ ise ilgili mod frekanslarına karşı gelen mod şekilleri vektörünü göstermektedir. Yukarıda bahsi geçen mod şekli, sistemin karşı gelen frekansla titreşimi sırasında aldığı konumu vermektedir. Yapı titreşimlerine göre elde edilen bu mod şekilleri, olası bir depremde yapı zorlanma şekli hakkında fikir vermektedir. Her camii için 30 mod dikkate alınmaya çalışılmıştır.

Dikkate alınan tüm Sinan camilerinin depreme göre hesabında Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmış ve yapıda meydana gelen gerilme ve yerdeğiştirme gibi tepkilerin maksimum değerleri belirlenmiştir. Bu elastik dinamik çözümleme yöntemi, sistem davranışının her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine cevabının ayrı ayrı elde edilmesinden sonra birleştirilmesi ile bulunabileceği kabulüne dayanır.

Bu yöntemde önce sistemin sönümsüz serbest titreşimi ele alınır. Serbest titreşim frekansları ve bunlara karşı gelen mod vektörleri bulunduktan sonra, çözüm vektörünün mod vektörlerinin uygun katsayılarla çarpılıp toplanmasından oluştuğu kabul edilir.

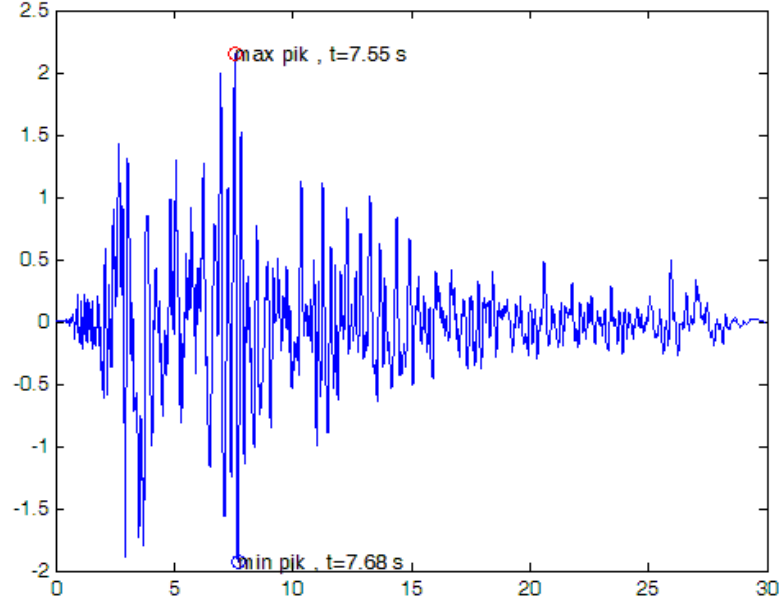
$$u(t) = \{\phi\}Y(t) \quad (6)$$

Burada $\{\phi\}$ modal şekilleri vektörünü göstermektedir. $Y(t)$ zamana bağlı katsayılarına da sistemin normal koordinatları denir. Bu katsayılar mod şekillerinin çözüme olan katkıları göstermektedir. Genellikle bu katkı, karşı gelen titreşim frekansı arttıkça azalır.

Burada tez kapsamında dikkate alınan camilerin farklı yerleşim yerlerinde olmasına rağmen hepsinin birinci deprem bölgesinde olduğu kabul edilerek 0,4g etkin yer ivmesi dikkate alınmıştır. Bunda amaç Sinan Camilerinin geometrik özelliklerine ilişkin parametrik bir çalışma yapılması nedeniyle, bütün camiler aynı deprem ivmesine maruz kalmışlar olarak kabul edilmiştir. Böylece, yapısal analizlerden elde edilen sonuçlara ilişkin yapılan karşılaştırmalar, daha gerçekçi olacaktır.

En çok zaman alıcı çözümlene yöntemi olan zaman tanım alanında hesap yönteminde, gerçek bir deprem hareketinin ivme kayıtları esas alınarak taşıyıcı sistemin depreme göre hesabı yapılır. Dolayısıyla deprem kaydının her bir adımında taşıyıcı sistemde oluşan gerilme ve yerdeğıştirmeler adım adım belirlenir.

Çalışmada deprem kaydı olarak Şekil 2.1 de görülen 1999 Kocaeli depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeni kullanılmıştır. Özellikle bu analizleri normal bilgisayarla yapma imkanı olmadığından yüksek kapasiteli bir bilgisayar temin edilmiştir. Bilgisayarın kapasitesi ölçüsünde, zaman tanım alanında analizler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Bu analizin yapılabildiği camiler Van Hüsrev Paşa, Konya İlgin Lala Mustafa Paşa, Konya Karapınar II. Selim, Gebze Çoban Mustafa Paşa, Ankara Cenabi Ahmet Paşa, Diyarbakır Behram Paşa, Edirnekapı Mihrimah Sultan, Rüstem Paşa, Molla Çelebi, Şemsi Ahmet Paşa ve Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camileridir. Toplam 30 sn olan deprem kaydı, teknik imkanların yetersiz kalmasından dolayı uygulanmamıştır. Bu yüzden 30 sn lik kaydın pik değerlerini içeren 5 ve 10 sn lik kısımlar alınarak analizler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.1 Kocaeli depremi (1999) İzmit kuzey-güney eksenini doğrultusunda ivme kaydı

Tez kapsamında dikkate alınan 28 cami için yapılan çalışmalar ve gerçekleştirilen analizler aşağıda sırasıyla sunulmaktadır. Önce caminin tarihi açısından ve geometrisi açısından tanıtıcı bilgileri sunulmaktadır. Daha sonra gerçekleştirilen kendi ağırlığı altında statik analizler ve ardından dinamik analizler öz olarak sunulmaya çalışılmıştır.

2.2. Van Hüsrev Paşa Camisi

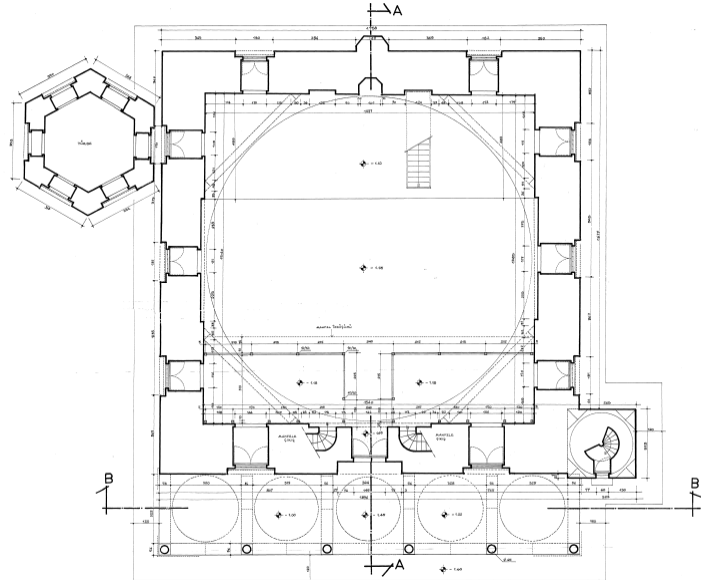
2.2.1. Genel Bilgiler

Eski Van Şehri'nde yer alan külliyeinin, çekirdeğini Hüsrev Paşa Camisi oluşturmaktadır. Mimar Sinan'ın eseri olan Cami, 1567 tarihlidir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.2. de görülmektedir. Yaklaşık kare planlı olan harim mekanının üzeri tromp geçişli bir kubbe ile örtülüdür. Beş gözlü son cemaat yeri yıkılmıştır. Kuzeybatıda minare yer alır. Kapı üzerinde kitabesi bulunmaktadır. İç mekan, beden duvarları ile kubbe kasnağında yer alan çok sayıdaki pencere ile aydınlatılmıştır. 2.00 m yüksekliğe kadar duvarları kaplayan çinilerin Rus işgali sırasında sökülerek Leningrad Müzesi'ne götürüldüğü söylenmektedir. Süslemelerin birçoğu günümüze ulaşamamıştır. Mihrap kısmı kalker taşından yapılmıştır. Dış cephedeki renkli taş işçiliği dikkat çekicidir.

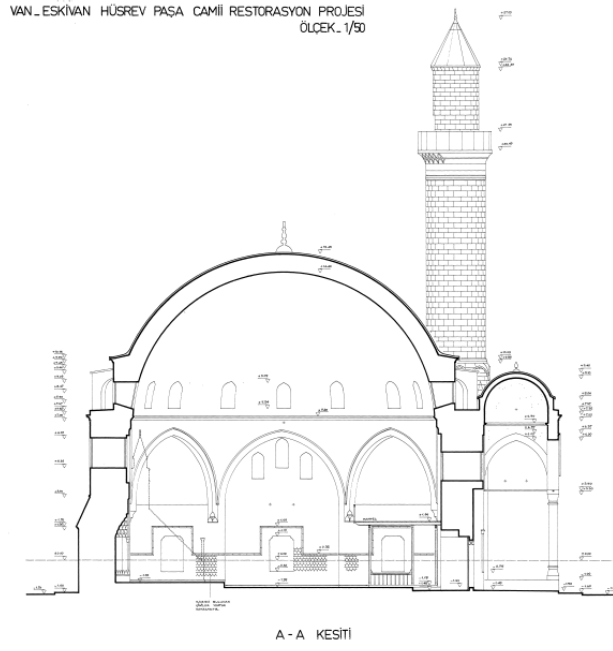


Şekil 2.2. Van Hüsrev Paşa camisi (URL -1, 2010)

Cami dışında külliye, medrese, imaret, sıbyan mektebi, han, hamam, türbe ve misafirhaneden meydana gelmektedir (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.3. ve Şekil 2.4. de görülmektedir.



Şekil 2.3. Van Hüsrev Paşa camisi plan (URL - 2, 2010)

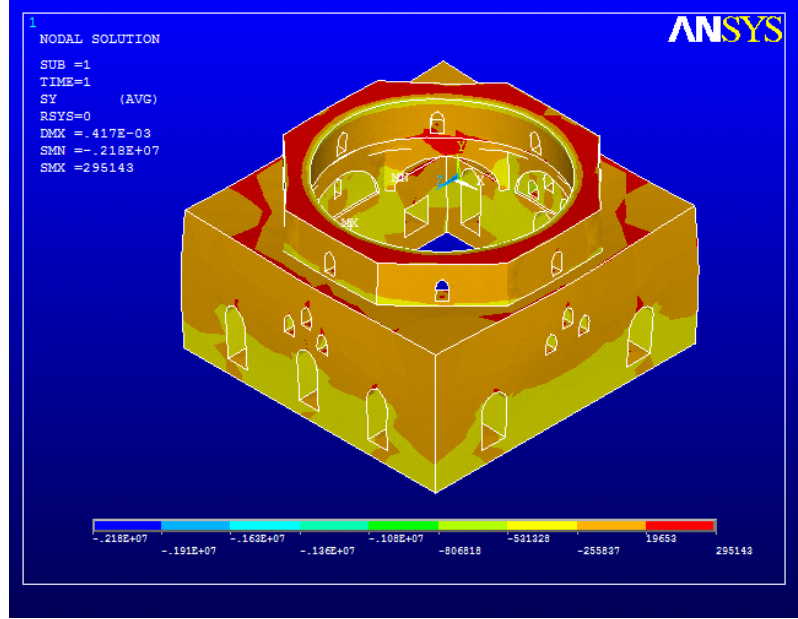


Şekil 2.4. Van Hüsrev Paşa camisi kesit (URL - 2, 2010)

2.2.2. Analizler ve İrdemeler

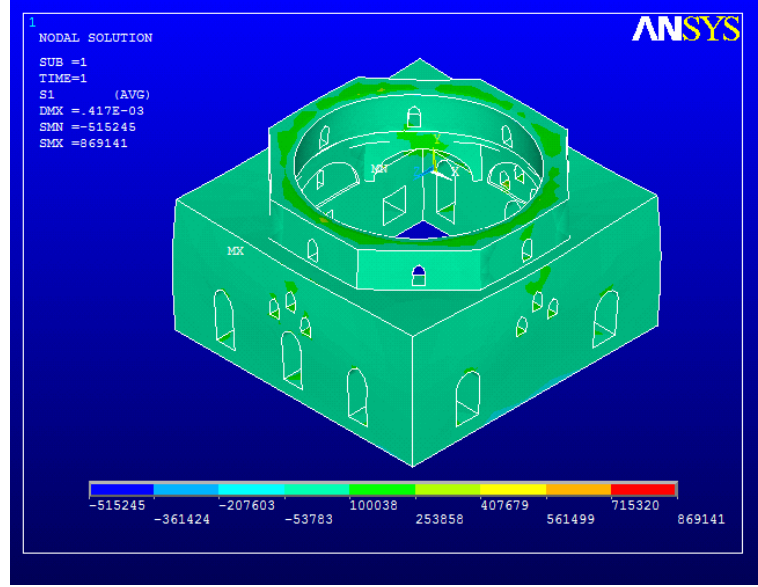
2.2.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Van Hüsrev Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.5 den görüldüğü gibi düşey gerilmelerin cami genelinde düzgün yayılım gösterdiği ve basınç şeklinde oluştuğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen basınç gerilme değerinin altında kalmaktadır.

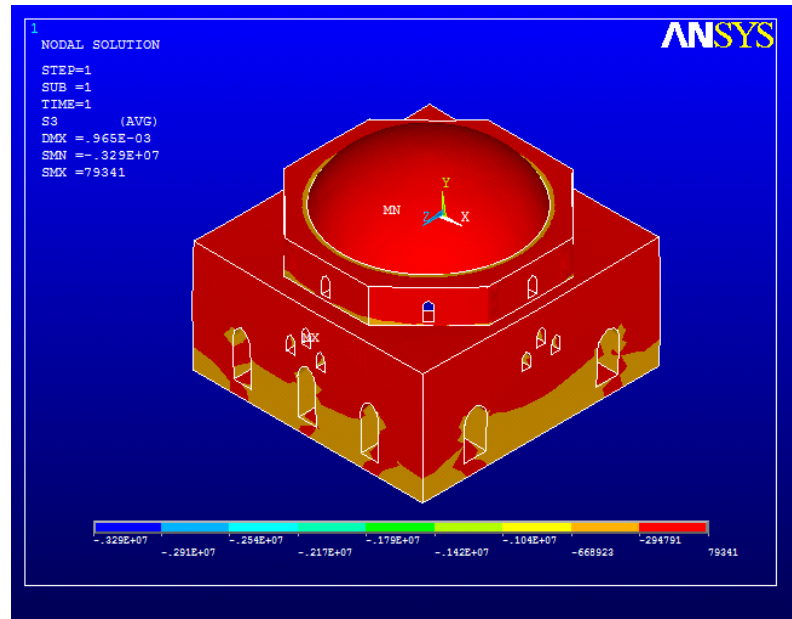


Şekil 2.5. Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.6 ve Şekil 2.7 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, çekme gerilmelerinin cami genelinde yayılı şekilde ortaya çıktığı görülmektedir. Pencere boşlukları etrafında gerilmeler yoğunlaşmıştır. Çekme gerilmeleri değerleri 0.1 MPa - 0.25 MPa arasında kalmıştır. Düşey yükler altında Hüsrev Paşa cami için hesaplanan gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.6. Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.7. Van Hüsrev Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.2.2.2. Modal Analiz

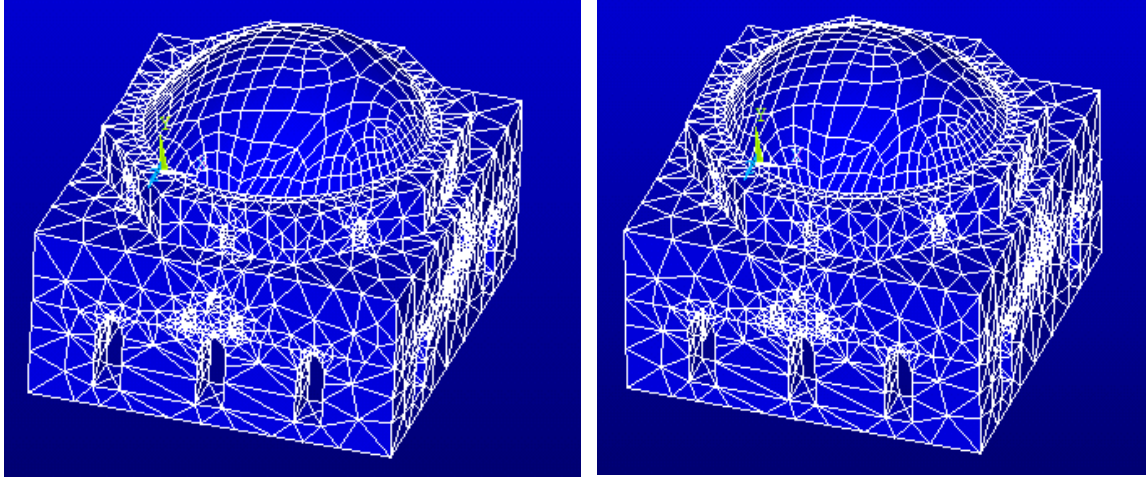
Hüsrev Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar

verilmiştir. Çizelge 2.7 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Hüsrev Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.7. Van Hüsrev Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.090140	0.866090	0.0000677869
2	0.083499	0.866205	0.781892
3	0.081803	0.866361	0.790005
4	0.066487	0.866495	0.790006
5	0.057433	0.931528	0.790006
6	0.056872	0.931537	0.867906
7	0.055362	0.931818	0.870222
8	0.053122	0.931835	0.870230
9	0.050409	0.931900	0.870238
10	0.050175	0.931906	0.870275
11	0.049135	0.958455	0.870282
12	0.048319	0.958456	0.929166
13	0.044490	0.962200	0.929167
14	0.044473	0.962209	0.931532
15	0.044316	0.974327	0.931548
16	0.043834	0.974335	0.970152
17	0.043593	0.974350	0.970309
18	0.040067	0.974350	0.970315
19	0.040003	0.974358	0.970315
20	0.037965	0.974358	0.970319
21	0.037491	0.974370	0.970319
22	0.037349	0.974370	0.970319
23	0.034833	0.974400	0.970365
24	0.034541	0.974405	0.975235
25	0.033875	0.975700	0.975237
26	0.033819	0.975718	0.975634
27	0.033636	0.986806	0.975638
28	0.032723	0.986956	0.999153
29	0.032601	0.989600	0.999237
30	0.032578	1.00000	1.00000

Hüsrev Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.8 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



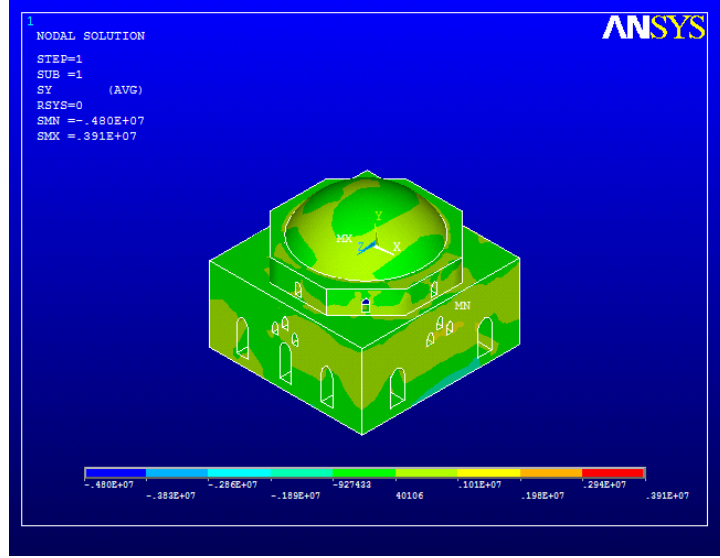
1. mod x eksenli doğrultusunda ötelenme

2. mod y eksenli doğrultusunda ötelenme

Şekil 2.8. Van Hüsrev Paşa camisinin ilk iki mod şekli

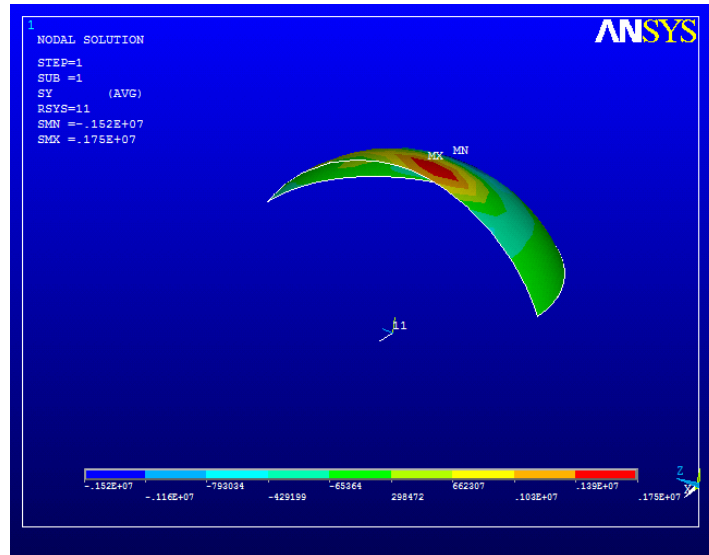
2.2.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Hüsrev Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen ve Şekil 2.9 da görülen düşey gerilme değerleri, $-0.9\text{MPa} - 1\text{MPa}$ arasında değişmektedir. Deprem etkisi söz konusu olduğundan düşey basınç gerilmelerinin yanında çekme gerilmesi oluşma ihtimali de artmaktadır. Üst kısımdaki küçük pencere boşlukları etrafında çekme gerilmelerine dönüşmektedir. Depreme göre yapılan hesapta Hüsrev Paşa camisi ana kitlesi için çekme gerilmesi değerleri, 1MPa civarında olmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



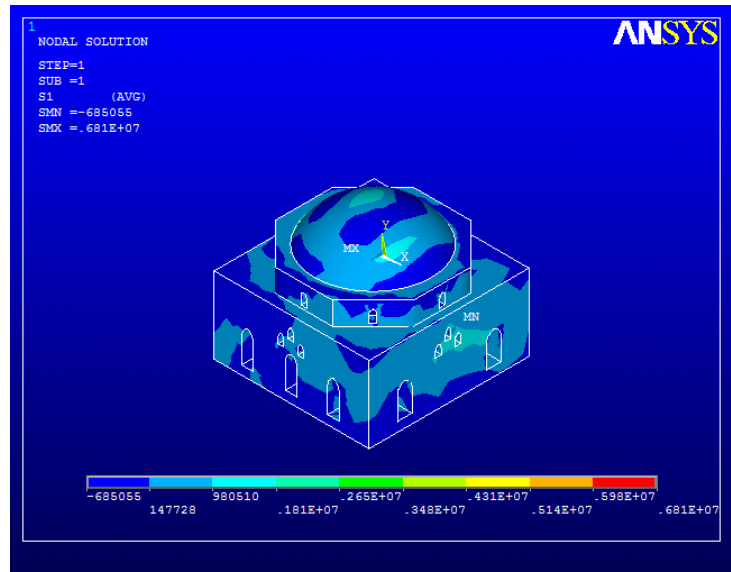
Şekil 2.9. Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şekil 2.10 da cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, maksimum gerilmelerin çekme şeklinde ve kubbe tepe noktası civarında oluştuğu görülmektedir. Çekme gerilmesi maksimum değeri 1.75 MPa olarak ortaya çıkmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

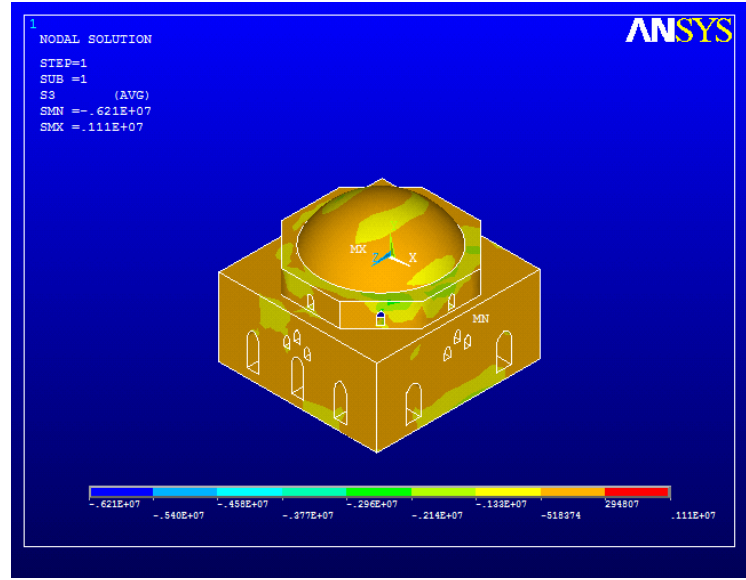


Şekil 2.10. Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Hüsrev Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.11 ve Şekil 2.12 de görülmektedir. 1. asal gerilme dağılımına bakıldığında, cami genelinde düşük değerlerde basınç gerilmelerinin olduğu, üst kısımdaki küçük pencereler etrafında 1.81 MPa- 2.65 MPa değerleri arasında değişen çekme gerilmelerinin olduğu görülmektedir. 3. asal gerilme değerleri, cami genelinde basınçtır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



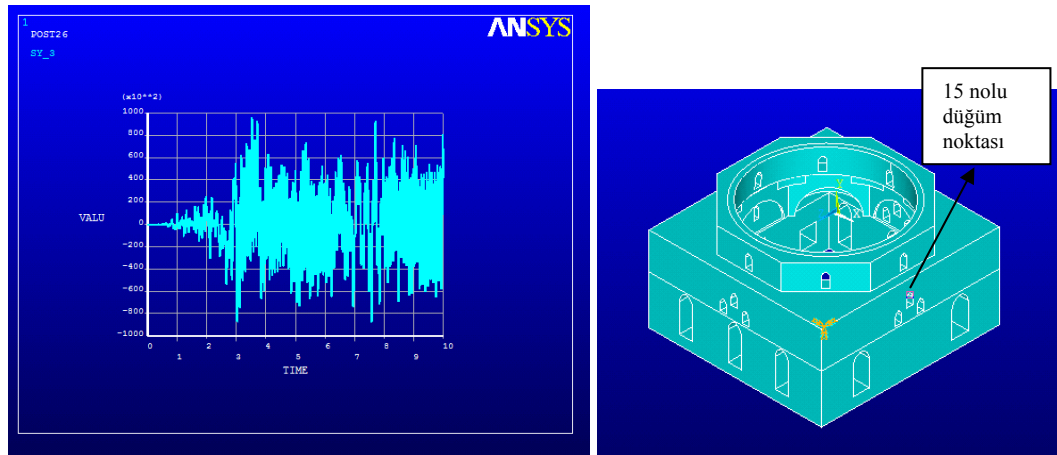
Şekil 2.11. Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.12. Van Hüsrev Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

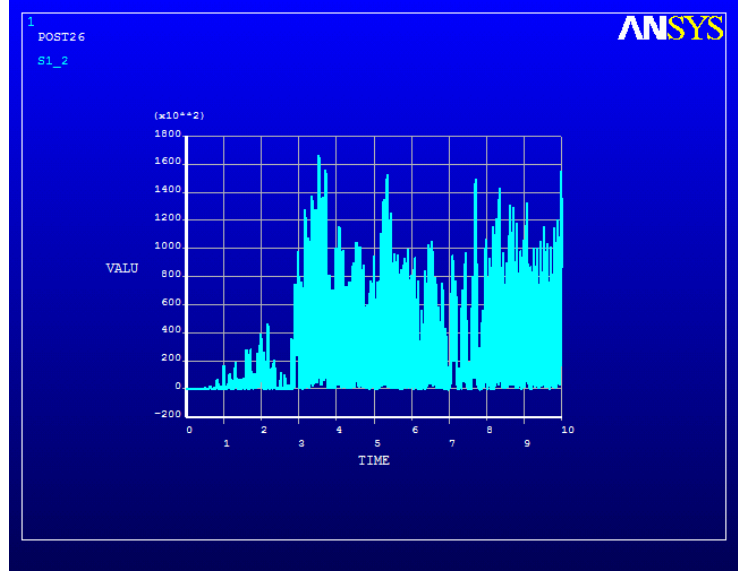
2.2.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Hüsrev Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 10 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Cami yan duvar üst penceresi kenarında bulunan 15 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.13 de sunulmaktadır.

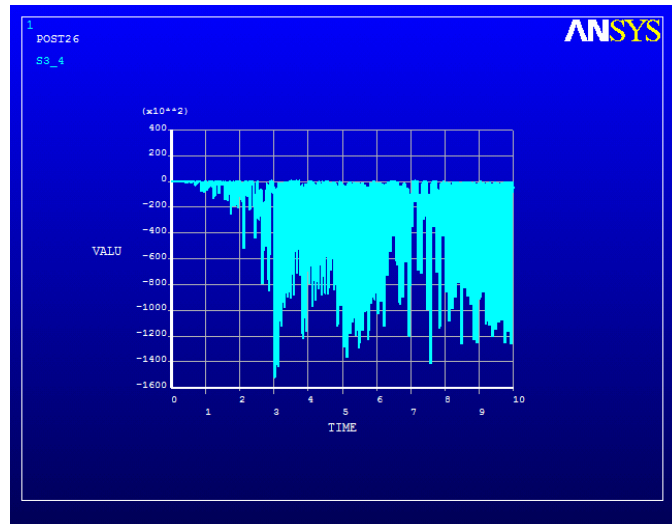


Şekil 2.13. 15 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.14 ve 2.15 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme 0 – 0.166 MPa arasında, düşey gerilme – 0.0873–0.0961 MPa arasında, 3. asal gerilme -0.0151 – 0 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

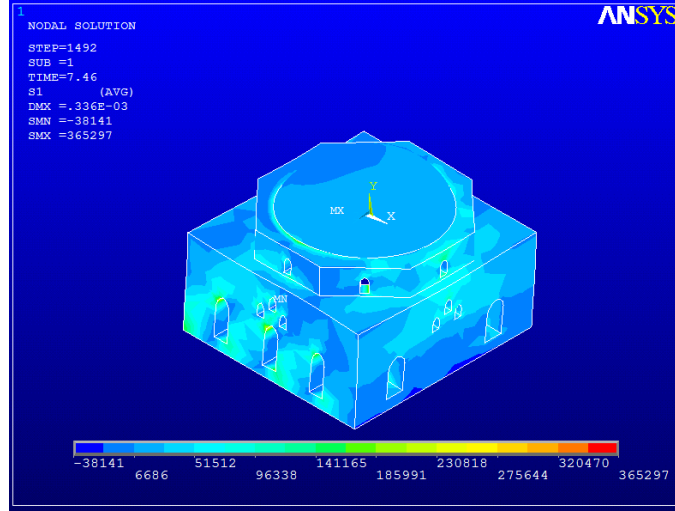


Şekil 2.14. 15 nolu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.15. 15 nolu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Hüsrev Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 7.55 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.16 da sunulmaktadır.



Şekil 2.16. $T=7.55$ s' deki 1. asal gerilme (çekme)dağılımı

Maksimum değerler 0.23 – 0.275 MPa arasında ve çekme olarak alt kısım pencere üstlerinde oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.3. Konya İlgın Lala Mustafa Paşa Camisi

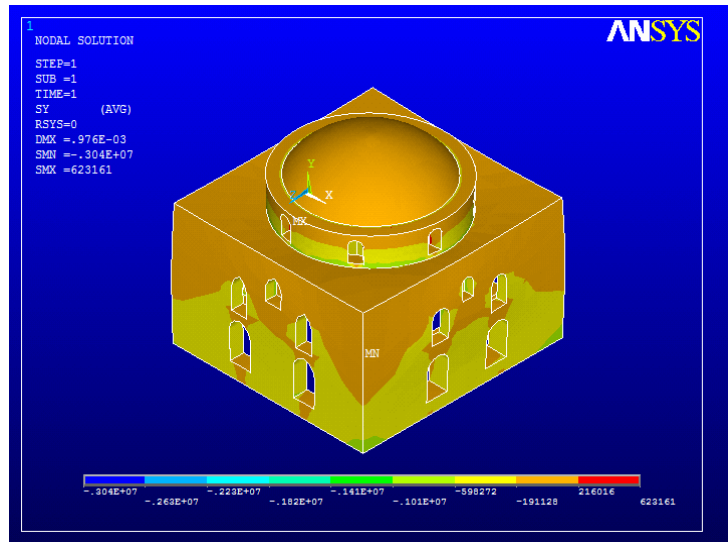
2.3.1. Genel Bilgiler

Lala Mustafa Paşa Külliyesi'nde cami üç bölümlü son cemaat mahalli, tek minareli, tek kubbeli kare planı uygulanmış; minber, mihrap, kürsü, mahvil ve iç süslemeler açısından orijinal mimari özelliklere sahiptir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.17 de görülmektedir.

2.3.2 Analizler ve İrdelemeler

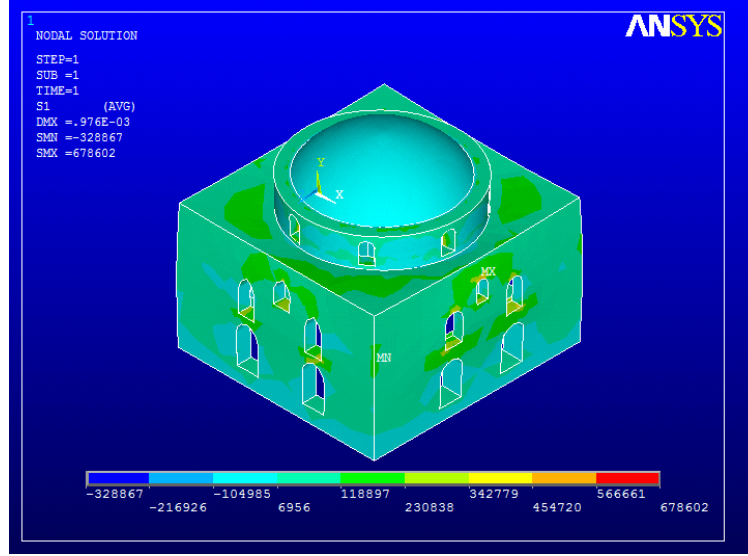
2.3.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.19 dan görüldüğü gibi düşey gerilmeler duvar köşelerinde ve pencere kenarlarında -1.4MPa - -1.01MPa arası değerler almaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

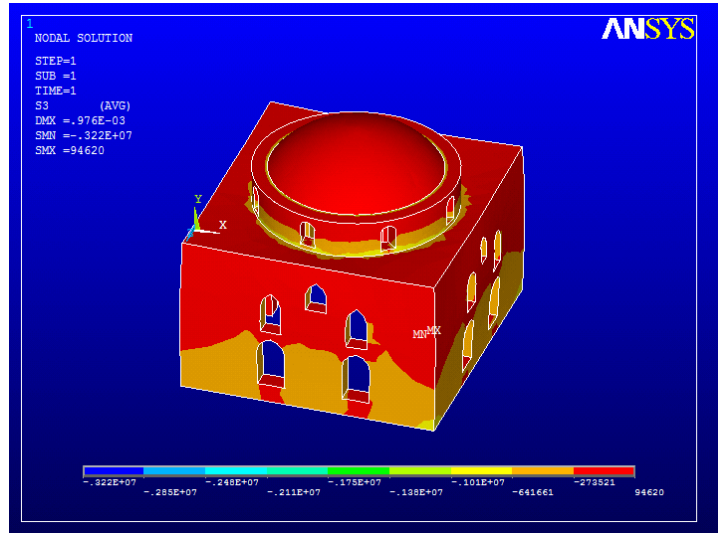


Şekil 2.19. Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.20 ve Şekil 2.21 de verilmektedir. 1. asal gerilme değerleri cami üst kısmındaki pencerelerin etrafında yoğunlaşmaktadır. $0.56-0.67$ MPa değerleri arasında maksimum değerlerini almaktadır. Düşey yükler altında Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi için hesaplanan gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.20. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.21. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

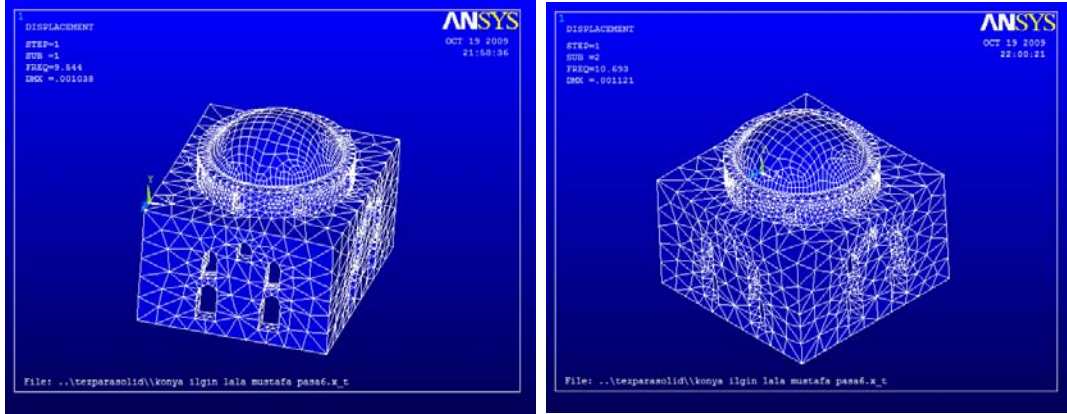
2.3.2.2. Modal Analiz

Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz ününe alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.8 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.8. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenine doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenine doğrultusu)
1	0.10478	0.902170	0.0000688463
2	0.093522	0.902260	0.888230
3	0.073344	0.902575	0.888901
4	0.072645	0.904891	0.889138
5	0.061883	0.904909	0.904818
6	0.050902	0.907509	0.904825
7	0.047790	0.914651	0.922447
8	0.047733	0.924234	0.934479
9	0.043179	0.925064	0.935476
10	0.042581	0.933055	0.935790
11	0.040819	0.933066	0.939079
12	0.039740	0.933071	0.939290
13	0.039583	0.933071	0.939333
14	0.039211	0.933088	0.939556
15	0.038324	0.933550	0.939579
16	0.037422	0.934523	0.943704
17	0.036843	0.943855	0.945109
18	0.035090	0.943892	0.968162
19	0.033974	0.964351	0.968360
20	0.033412	0.966824	0.968498
21	0.033362	0.966850	0.973266
22	0.032984	0.969018	0.973302
23	0.031433	0.969035	0.973302
24	0.031222	0.969245	0.973426
25	0.030144	0.972229	0.973426
26	0.029594	0.972389	0.978390
27	0.028958	0.972761	0.979290
28	0.028770	0.999885	0.979350
29	0.028520	0.999900	0.999356
30	0.027824	1.000000	1.000000

Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.22 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenine doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



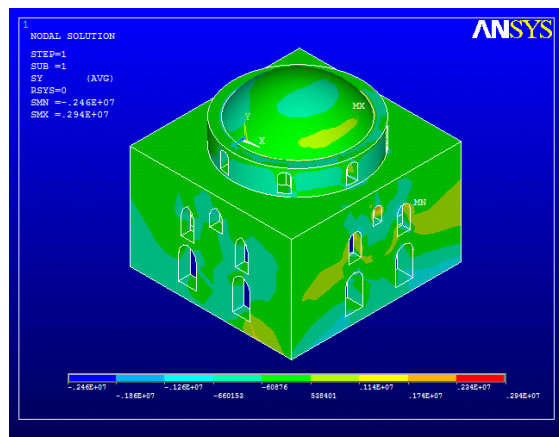
1. mod şekli x eksenine doğrultusunda ötelenme

2. mod şekli y eksenine doğrultusunda ötelenme

Şekil 2.22. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisinin ilk iki mod şekli

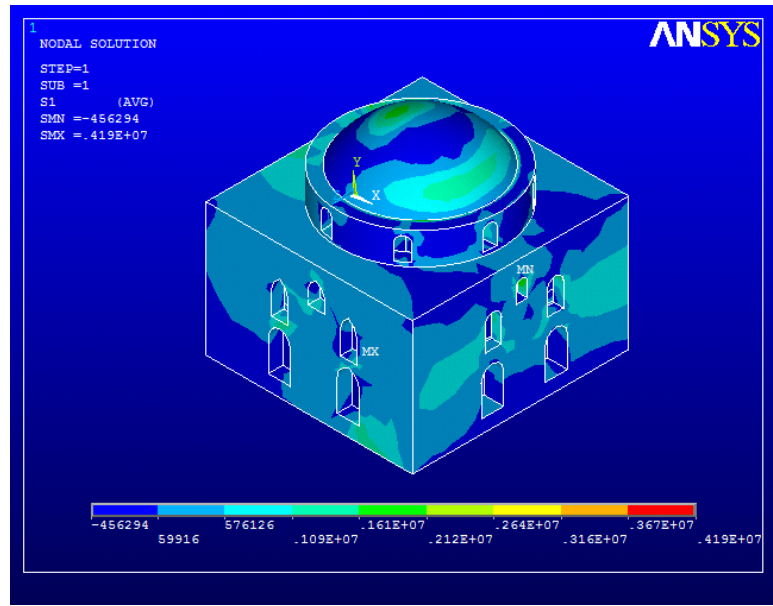
2.3.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen ve Şekil 2.23 de görülen düşey gerilme değerleri, pencere boşlukları etrafında çekme gerilmesi olarak oluşmakta ve değerleri 1.74-2.34 MPa arasında değişmektedir. Deprem etkisi söz konusu olduğundan düşey basınç gerilmelerinin yanında çekme gerilmesi oluşma ihtimali de artmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

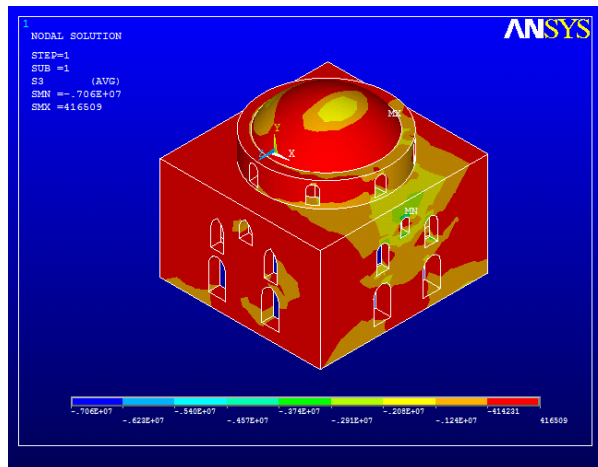


Şekil 2.23. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.24 ve Şekil 2.25 de görülmektedir. 1. asal gerilme dağılımı gözönüne alındığında, gerilme yığılımlarının üst pencere kenarları etrafında olduğu görülmektedir. Bu çekme gerilmesi değerleri 1.09 - 1.61MPa arasında değişmektedir. 3. asal gerilmeler sistem içerisinde üst pencere kenarlarında artış göstermekte, fakat hep basınç gerilmesi olarak kalmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



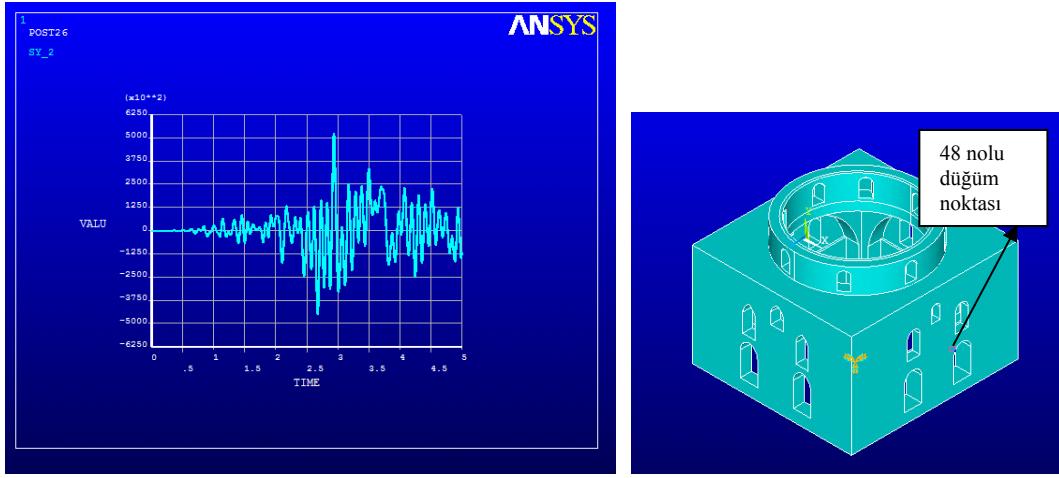
Şekil 2.24. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.25. Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

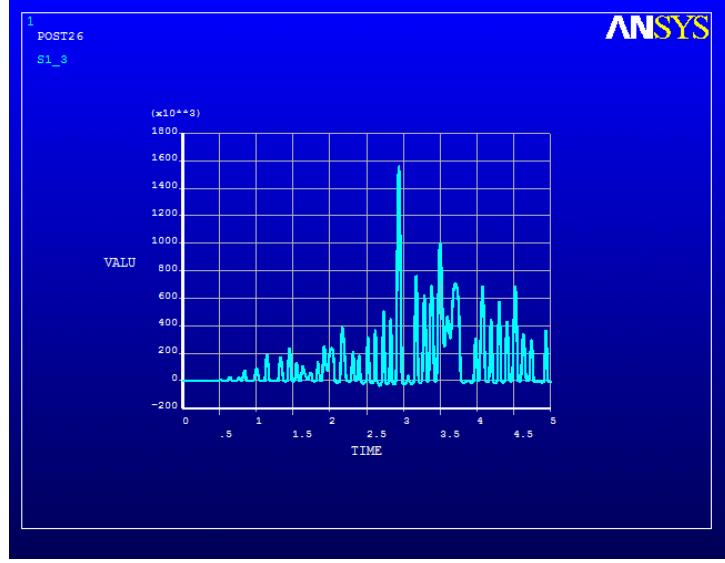
2.3.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Konya İlgin Lala Mustafa Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 10 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Cami yan duvarı alt pencere sol üst kenarındaki 48 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.26 da sunulmaktadır.

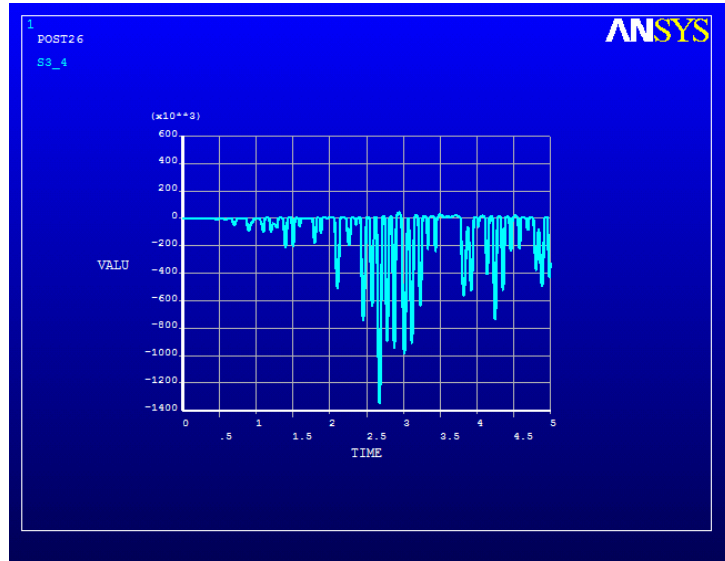


Şekil 2.26. 48 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimini veren grafikler Şekil 2.27 ve Şekil 2.28 de sunulmaktadır. Şekillerden görüldüğü gibi düşey gerilme $-0.30-0.30$ MPa arasında, 1. asal gerilme $0-0.14$ arasında, 3. asal gerilme $0 - -0.12$ arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

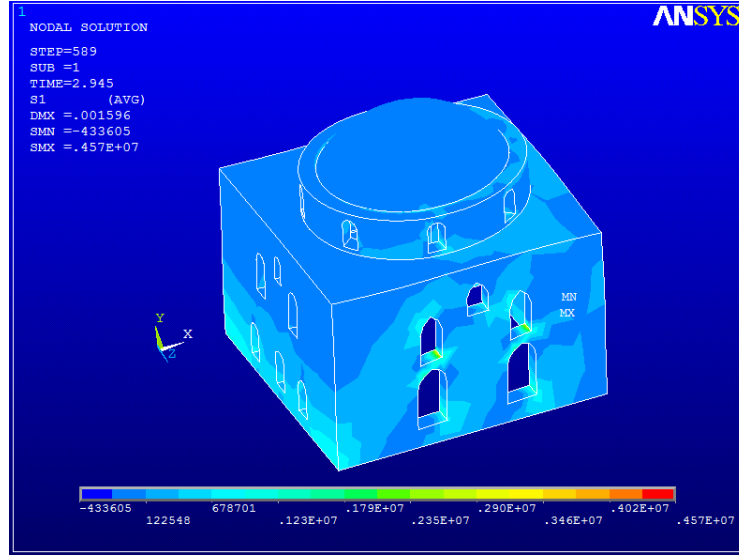


Şekil 2.27. 48 nolu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.28. 48 nolu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Konya Ilgın Lala Mustafa Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.29 da sunulmaktadır. Gerilmelerin üst pencere alt kısımlarında yoğunlaştığı ve değerlerin dar bir bölgede 2.90–3.46 MPa arasında kaldığı gözlenmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.29. $T=2.945$ s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

2.4. Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi

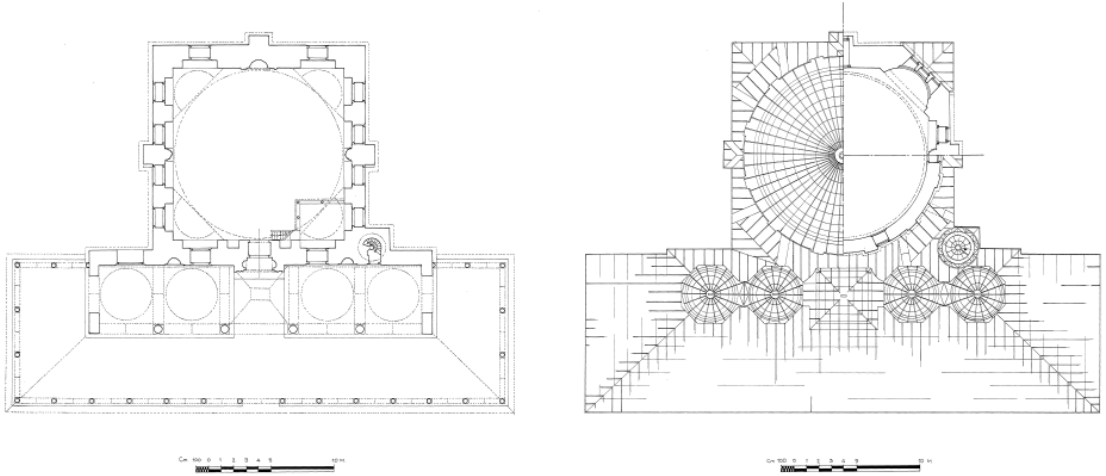
2.4.1. Genel Bilgiler

Cami geniş bir avlu içerisindedir. Düzgün kesme küfeki taşından kare planlı olarak yapılmıştır. Önünde çifte revaklı bir son cemaat yeri bulunmaktadır. Camisinin fotoğrafı Şekil 2.30 da görülmektedir. Kuzey yönündeki dış son cemaat yeri ahşap çatılıdır. Bu çatı 22 sütun üzerine oturtulmuştur. İç son cemaat yeri ise ortada haç tonozlu ve bunun iki yanında da ikişer kubbe ile örtülmüştür. Bu örtü sistemi ile ibadet mekânını örten kubbe üstten kurşun ile kaplanmıştır.

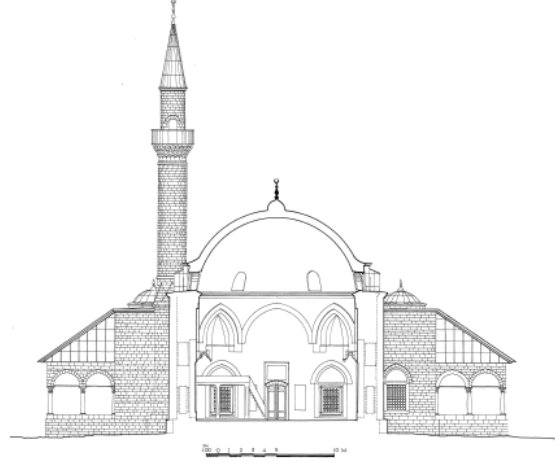


Şekil 2.30. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi (URL-1, 2010)

Son cemaat yerinden camiye giriş kapısı stalaktitli olup, çevresi dikdörtgen bir bordür içerisine alınmıştır. Portalin iç yanlarına da stalaktitli birer mihrapçık yerleştirilmiştir. Giriş kapısının üzerinde stalaktitler arasında yapım kitabesi bulunmaktadır (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.31 ve Şekil 2.32 de görülmektedir.



Şekil 2.31. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

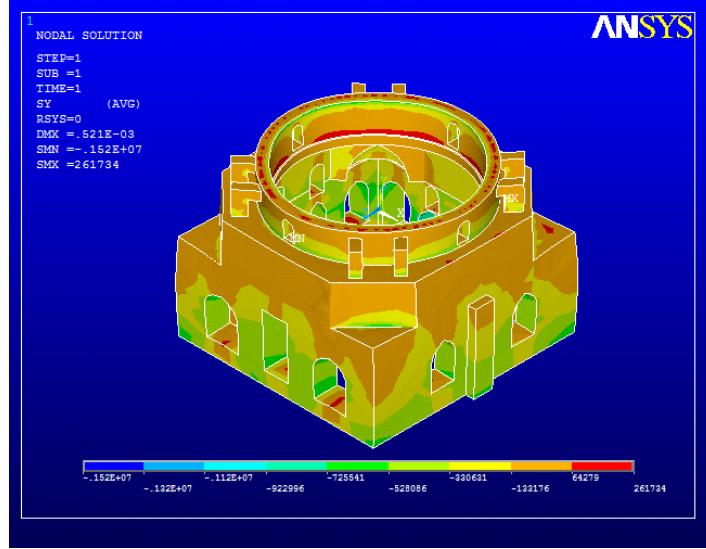


Şekil 2.32. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.4.2 Analizler ve İrdemeler

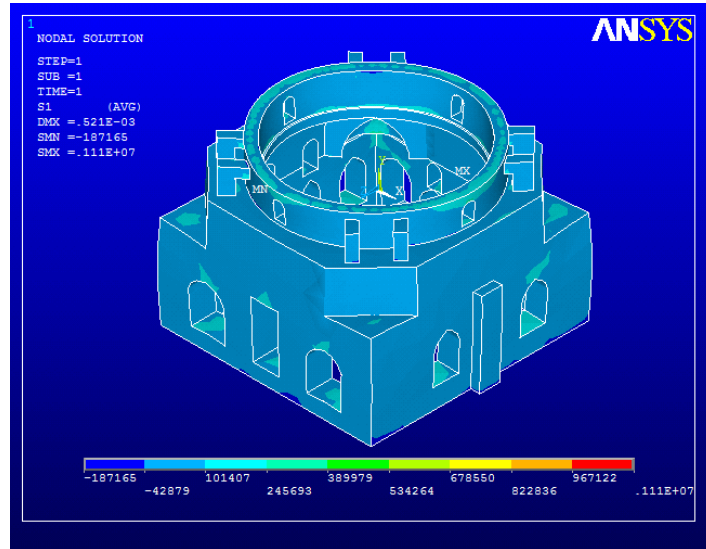
2.4.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Tekirdağ Rüstem Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.33 den görüldüğü gibi cami genelinde düşey gerilme için basıncın hakim olduğu gözlenmektedir. Alt pencere boşluklarında, kubbe mesnet noktalarında ve kubbe kasnağında bir miktar çekme gerilmesi oluşmakta, fakat gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.33. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

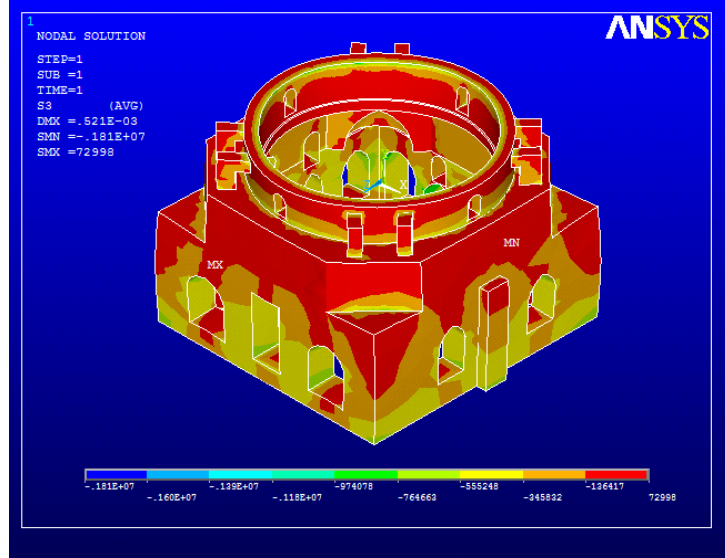
Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.34 ve Şekil 2.35 de verilmektedir.



Şekil 2.34. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilme değerlerinin pencere boşlukları alt ve üst kısımlarında yoğunlaştığı, buralarda 0.25 - 0.39 MPa değerleri arasında kaldığı görülmektedir. 3. asal gerilmeler ise hemen hemen

tamamen basınçtır. Düşey yükler altında Tekirdağ Rüstem Paşa camisi için hesaplanan gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.35. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

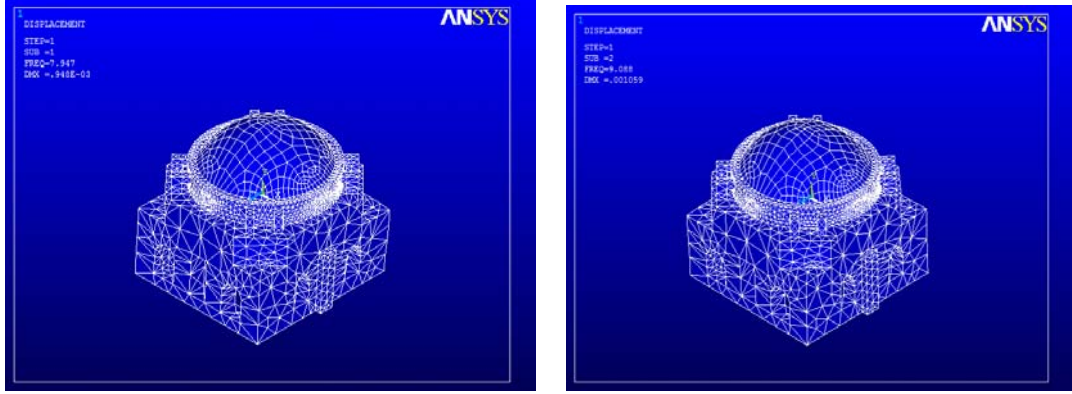
2.4.2.2. Modal Analiz

Tekirdağ Rüstem Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.9 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Tekirdağ Rüstem Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.9. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.12584	0.884104	0.00650105
2	0.11004	0.895663	0.843371
3	0.087035	0.895664	0.843708
4	0.084313	0.946056	0.847246
5	0.069595	0.947220	0.890920
6	0.055019	0.968298	0.892694
7	0.054925	0.970504	0.910866
8	0.052732	0.971699	0.910872
9	0.050210	0.971846	0.928597
10	0.049780	0.971847	0.928600
11	0.049376	0.971849	0.948169
12	0.048426	0.971873	0.948192
13	0.044769	0.971918	0.948204
14	0.043914	0.971934	0.948205
15	0.043766	0.971937	0.948472
16	0.040630	0.976159	0.954356
17	0.040373	0.981984	0.962427
18	0.040047	0.982048	0.972081
19	0.037647	0.982055	0.972310
20	0.037605	0.982055	0.972544
21	0.037435	0.982056	0.972563
22	0.036711	0.983377	0.972622
23	0.035980	0.983854	0.972865
24	0.034518	0.984714	0.973733
25	0.034445	0.985131	0.985959
26	0.034244	0.986769	0.986171
27	0.034040	0.998743	0.989820
28	0.033296	0.999797	0.997173
29	0.032333	0.999810	0.997303
30	0.031643	1.000000	1.000000

Tekirdağ Rüstem Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.36 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



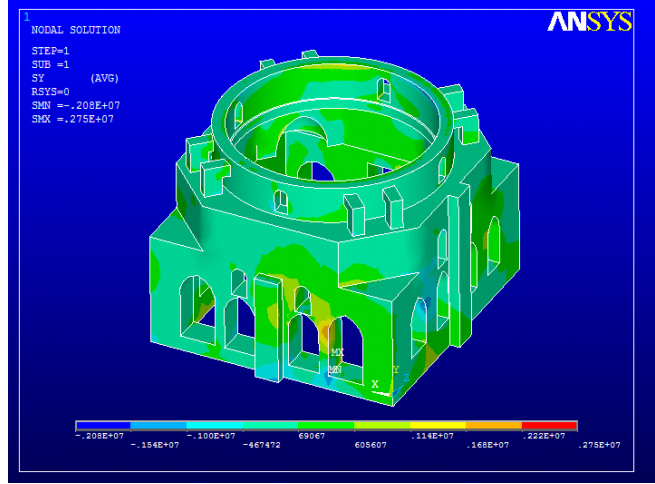
1. Mod şekli (x eksenine doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (y eksenine doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.36. Tekirdağ Rüstem Paşa camisinin ilk iki mod şekli

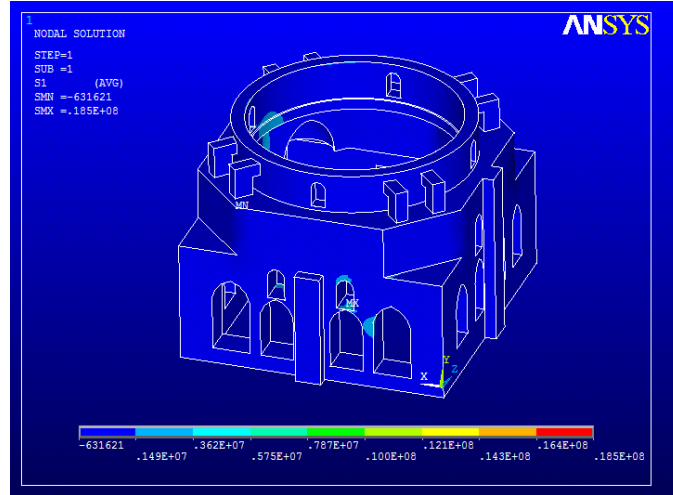
2.4.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Hüsrev Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.37 de görülen düşey gerilme değerlerinin cami alt kısmındaki iki pencere etrafında yoğunlaştığı ve çekme gerilmesi olarak 1.68 - 2.22 MPa değerleri arasında ortaya çıktığı gözlenmektedir. Depreme göre yapılan hesapta gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

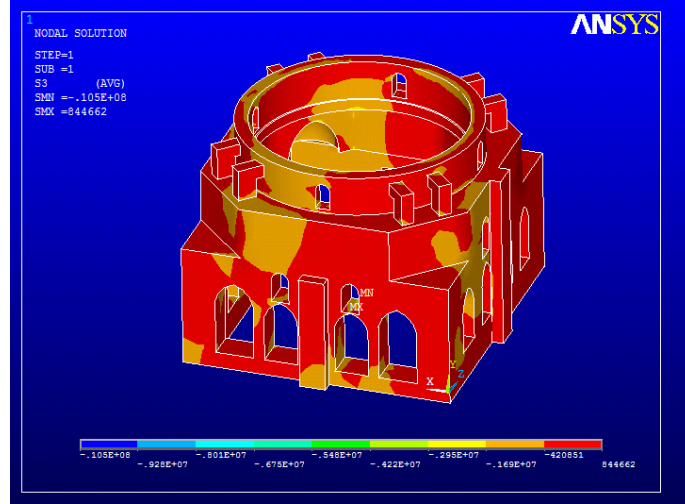
Tekirdağ Rüstem Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.38 ve Şekil 2.39 de görülmektedir. 1. asal gerilmelerin alt kısım iki adet pencere boşluğu etrafında çekme gerilmesi şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Çekme gerilmeleri 1.49 – 3.62 MPa değerleri arasındadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınçtır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.37. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.38. Tekirdağ Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.39. Tekirdağ Rüstem Paşa Camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.5. Konya Karapınar 2. Selim Camisi

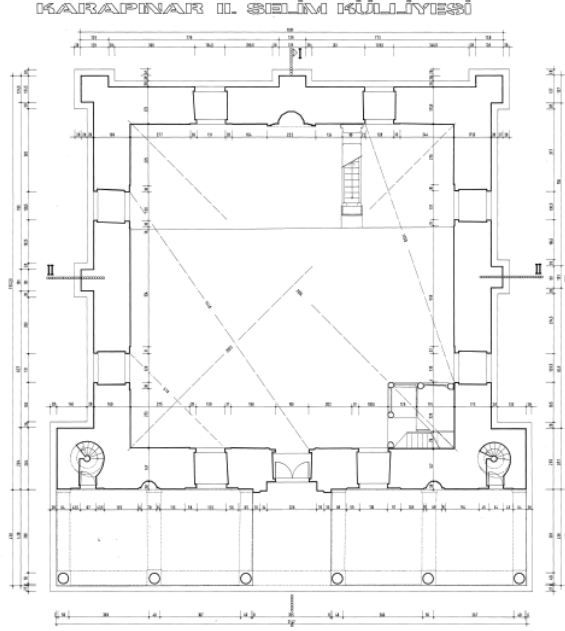
2.5.1. Genel Bilgiler

Caminin fotoğrafı Şekil 2.40 da görülmektedir.

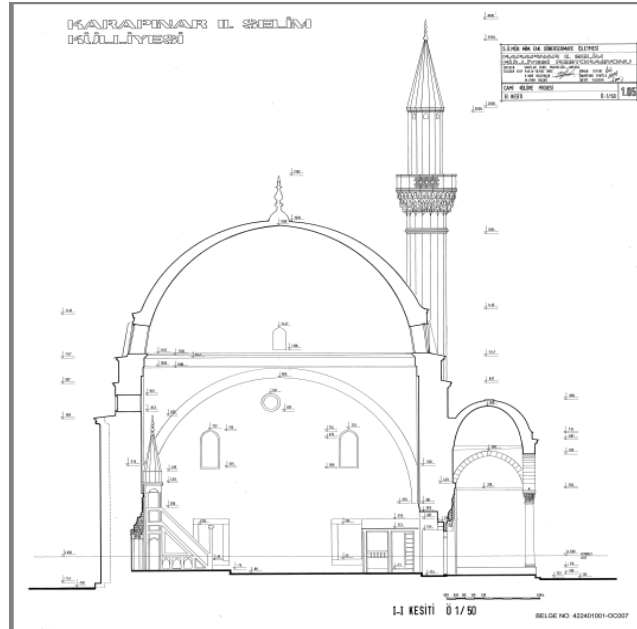


Şekil 2.40. Konya Karapınar 2. Selim camisi (URL -1, 2010)

Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.41 ve Şekil 2.42 de görülmektedir.



Şekil 2.41. Konya Karapınar II. Selim camisi plan (URL-2, 2010)

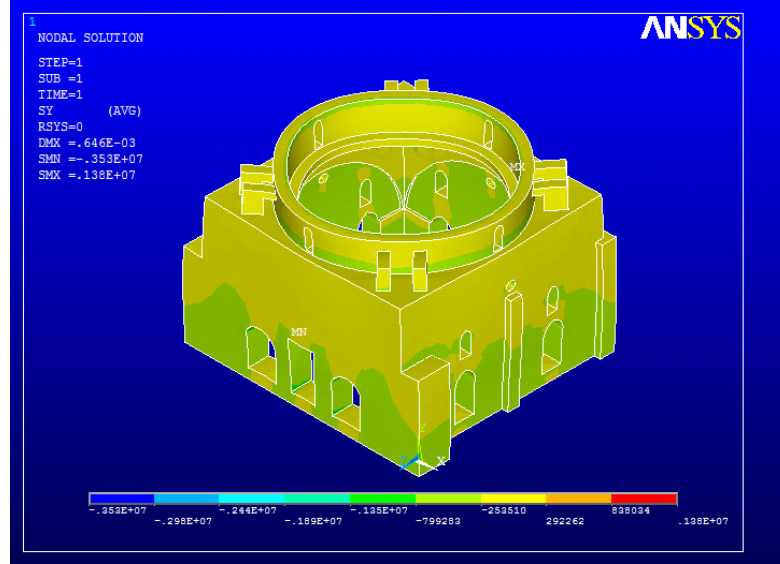


Şekil 2.42. Konya Karapınar II. Selim camisi kesit (URL-2, 2010)

2.5.2 Analizler ve İrdelemeler

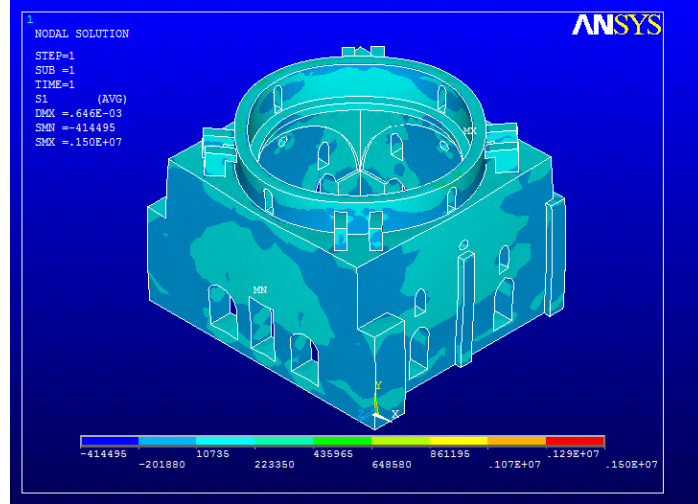
2.5.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Konya Karapınar II. Selim Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.43 den görüldüğü gibi gerilmelerin basınç olarak cami geneline yayıldığı, ana taşıyıcı duvar tabanına doğru arttığı görülmektedir. Gerilmeler 1.35 - 0.80 MPa aralığındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

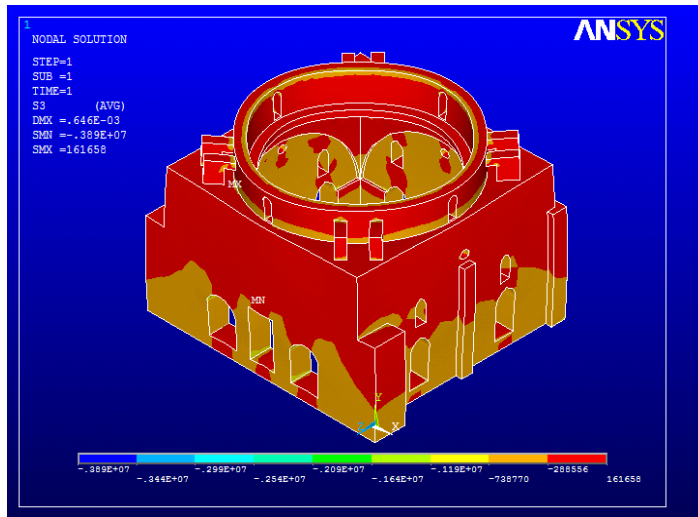


Şekil 2.43. Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.44 ve Şekil 2.45 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde 0.22 - 0.43 MPa değerleri arasında çekme gerilmeleri olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Pencere boşlukları etrafında ve kubbe kasmağında gerilmeler açısından yığılma görülmektedir. 3. asal gerilme cami genelinde basınçtır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.44. Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi
1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.45. Konya Karapınar II. Selim camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

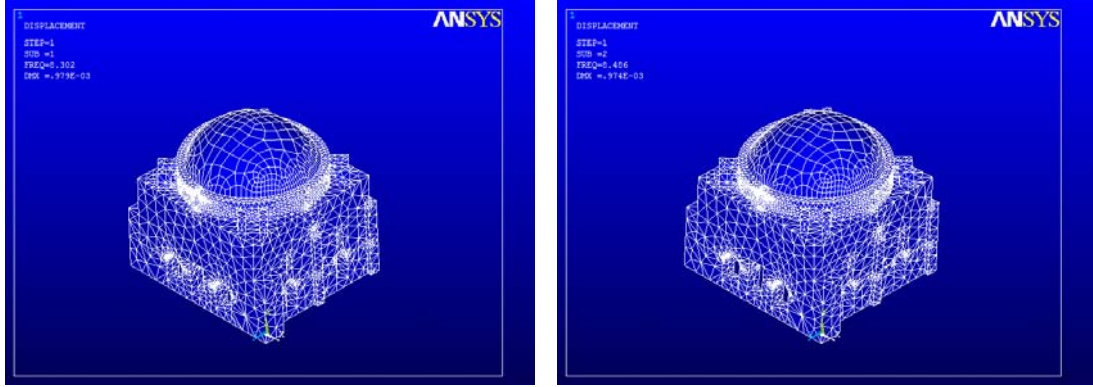
2.5.2.2. Modal Analiz

Konya Karapınar II. Selim Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları gözününe alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.10 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Konya Karapınar II. Selim camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.10. Konya Karapınar II. Selim camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.12046	0.00386960	0.853321
2	0.11784	0.873681	0.856986
3	0.10378	0.873681	0.859213
4	0.082782	0.873978	0.859213
5	0.078348	0.873978	0.859217
6	0.064860	0.873978	0.872725
7	0.064265	0.894978	0.872979
8	0.059806	0.947793	0.874331
9	0.059012	0.948401	0.940521
10	0.057660	0.948405	0.940558
11	0.057344	0.948406	0.941176
12	0.057199	0.948886	0.941179
13	0.053998	0.948887	0.941179
14	0.052165	0.948898	0.941203
15	0.052125	0.948904	0.941210
16	0.047713	0.961029	0.951056
17	0.047598	0.969004	0.963445
18	0.047368	0.969094	0.967540
19	0.045995	0.969115	0.967540
20	0.045980	0.969116	0.967563
21	0.045759	0.969117	0.967589
22	0.043816	0.973786	0.987255
23	0.043403	0.994678	0.992136
24	0.041566	0.994683	0.992155
25	0.041333	0.994687	0.998732
26	0.040799	0.996580	0.998822
27	0.040771	0.996745	0.998825
28	0.040046	0.999830	0.998825
29	0.039146	0.999835	0.999966
30	0.039008	1.000000	1.000000

Konya Karapınar II. Selim camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.46 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.

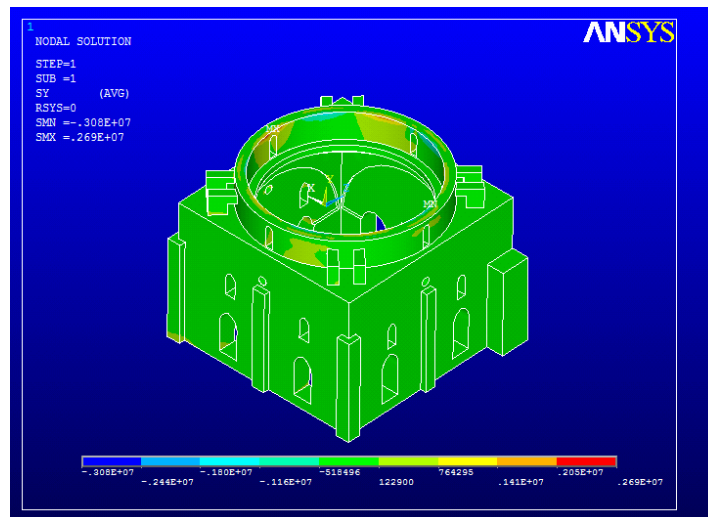


1. Mod şekli (y eksenli doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenli doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.46 Konya Karapınar II. Selim camisinin ilk iki mod şekli

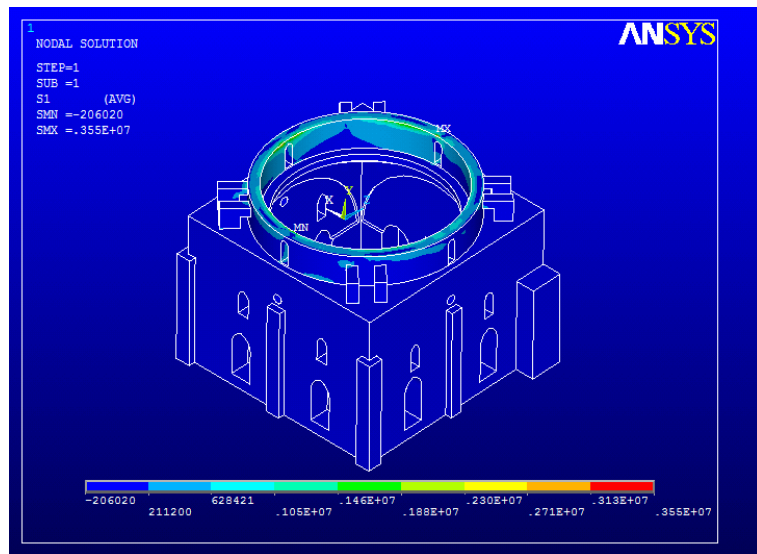
2.5.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Konya Karapınar II. Selim camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.47 de görülen düşey gerilme değerlerinin, cami genelinde basınç, kubbe mesnet noktalarında bazı kısımlarda çekme gerilmesi şeklinde olduğu gözlenmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

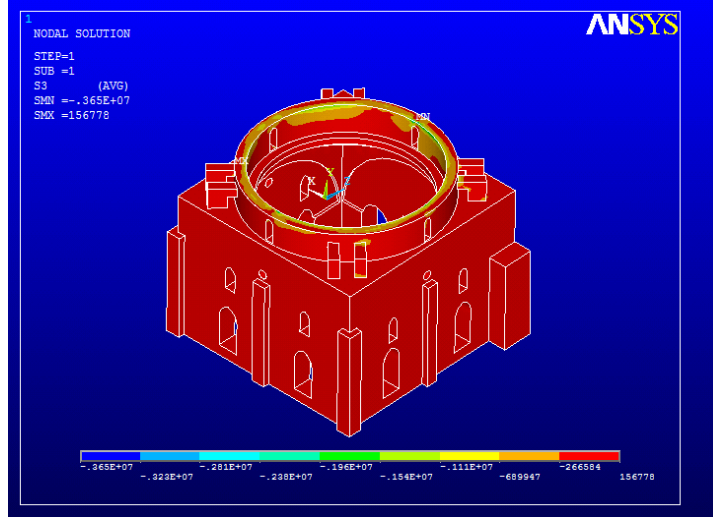


Şekil 2.47. Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Konya Karapınar II. Selim camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.48 ve Şekil 2.49 da görülmektedir. 1. asal gerilme değerleri cami genelinde basınç olarak, kubbe mesnet noktalarında çekme gerilmesi olarak oluşmaktadır. Çekme gerilmeleri 1.88 - 2.30 MPa değerleri arasındadır. 3. asal gerilme maksimum değerleri kubbe mesnetinde oluşmaktadır. Cami genelinde elde edilen basınç gerilmesi değerleri oldukça düşüktür. Basınç gerilmesi değerleri 1.96 - 1.54 MPa (basınç) olarak oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.48. Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

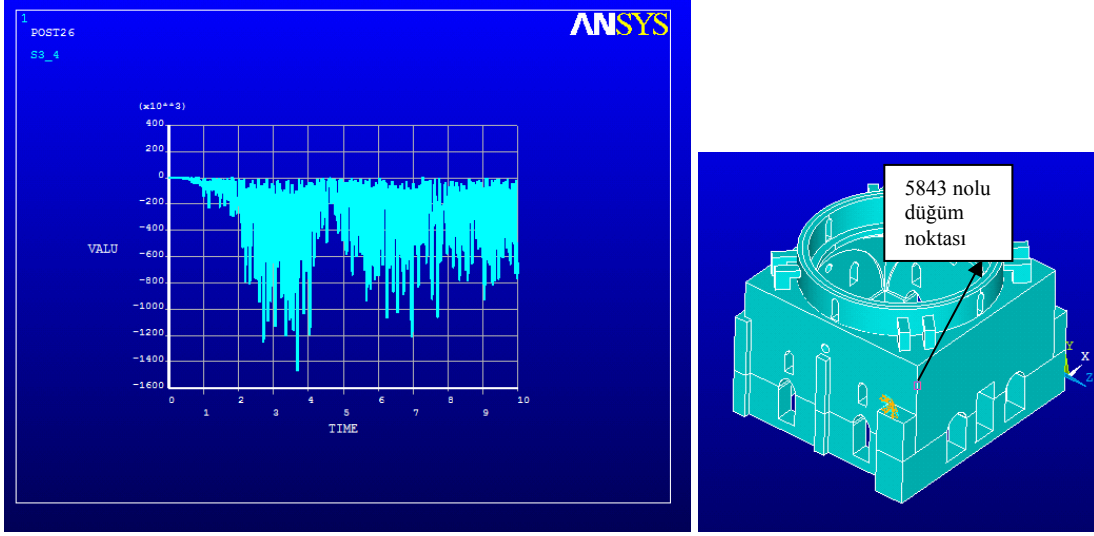


Şekil 2.49. Konya Karapınar II. Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

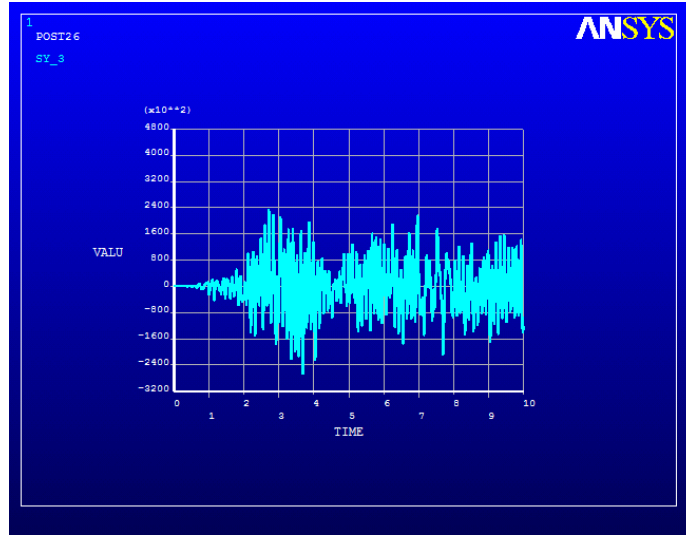
2.5.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Konya Karapınar II. Selim camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 10 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 5843 nolu düğüm noktası ve noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.50 de sunulmaktadır.

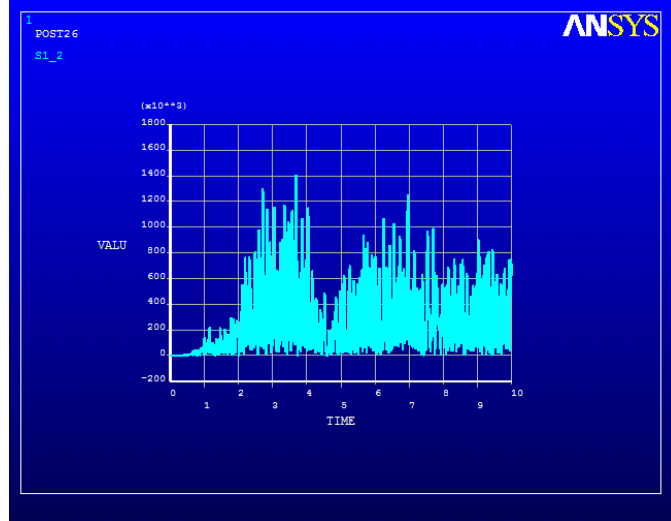
Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.51 ve 2.52 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme değerleri 0 -1.46 MPa arasında, düşey gerilme değerleri – 0.26 – 0.236 MPa arasında, 3. asal gerilme değerleri -1.46 MPa – 0 arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.50. 5843 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki 3. asal gerilme (basınç) değişimi

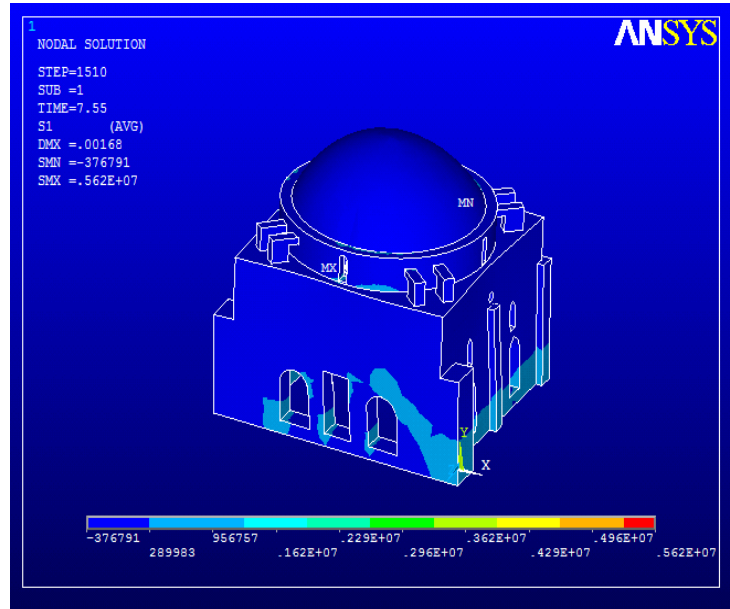


Şekil 2.51. 5843 nolu düğüm noktası düşey gerilme değişimi



Şekil 2.52. 5843 nolu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Konya Karapınar II. Selim camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 7.55 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.53 de sunulmaktadır.



Şekil 2.53. T=7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Gerilmeler çekme gerilmesi şeklinde, 0.290 – 0.96 MPa aralığında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.6. Payas Sokullu Sari Selim Camisi

2.6.1. Genel Bilgiler

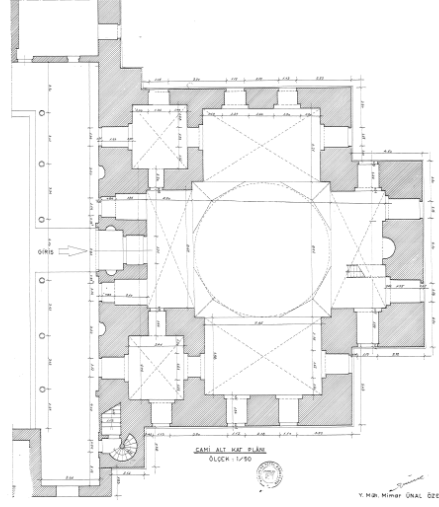
Kervansaray başta olmak üzere çarşı, hamam, cami, medrese ve kalesi ile her biri ihtişamlı yapılardan oluşan bir külliye'dir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.54 de görülmektedir.



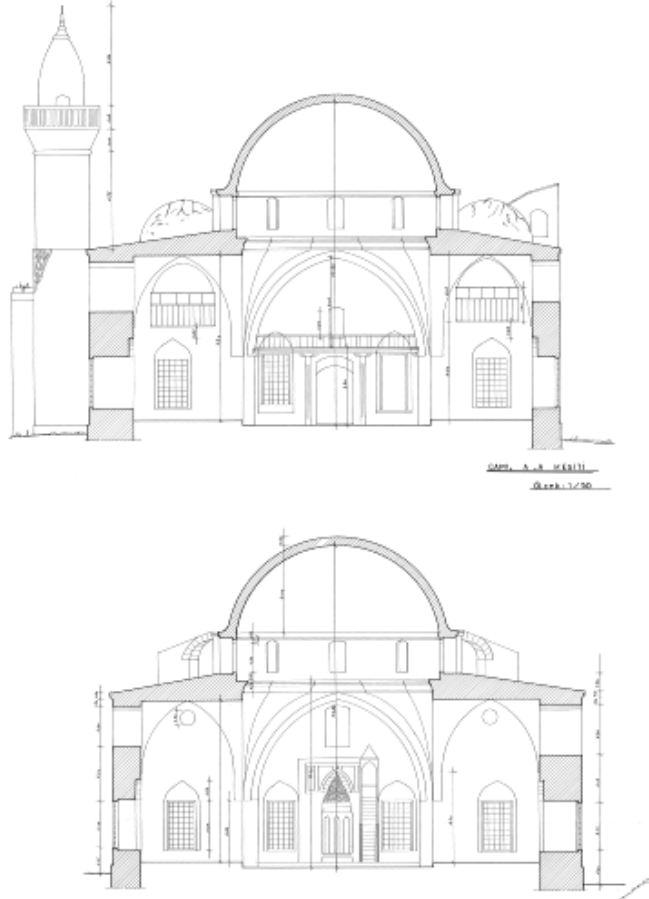
Şekil 2.54. Payas Sokullu Sari Selim camisi (URL-1, 2010)

Kervansarayın kapısının üzerindeki kitabede Osmanlı padişahı Yavuz Sultan Selim'in veziri Sokullu Mehmet Paşa tarafından "Fani dünyada kalıcı bir eser olması için" 1574 de yapıldığı yazılıdır. Cami avlusu, medrese olarak düzenlenmiştir (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.55 ve Şekil 2.56 da görülmektedir.

SOKULLU (Sarı Selim) KÜLLİYESİ RÖLÖVESİ



Şekil 2.55. Payas Sokullu Sarı Selim camisi planı (URL-2, 2010)

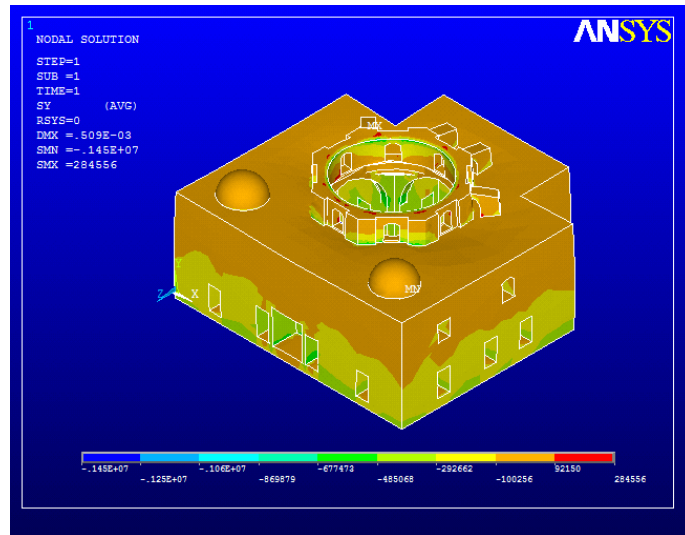


Şekil 2.56. Payas Sokullu Sarı Selim camisi kesitler (URL-2, 2010)

2.6.2. Analizler ve İrdelemeler

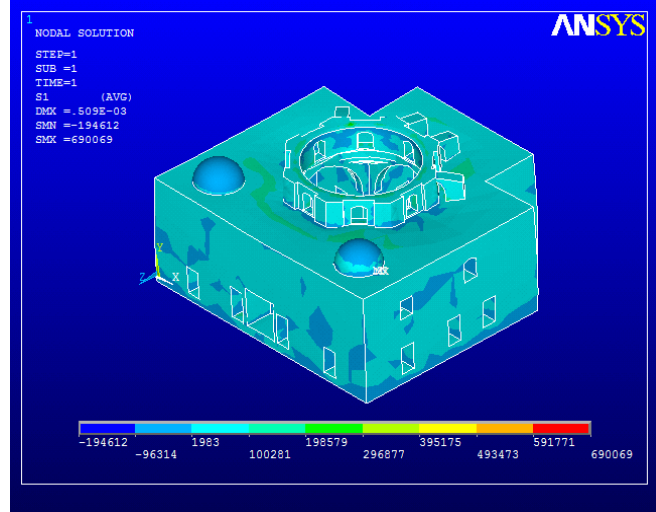
2.6.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Payas Sokullu Sarı Selim camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.57 den görüldüğü gibi gerilmelerin taşıyıcı duvar altlarında, asıl kubbeyi taşıyan kasnak kısmının alt noktalarında ve pencere boşlukları etrafında arttığı görülmektedir. Kubbenin oturduğu mesnet kısmında da çekme gerilmeleri oluşmakta, fakat gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. Sistemi zorlayan basınç gerilmeleri 0.67 - 0.48 MPa (basınç) değerleri arasındadır.

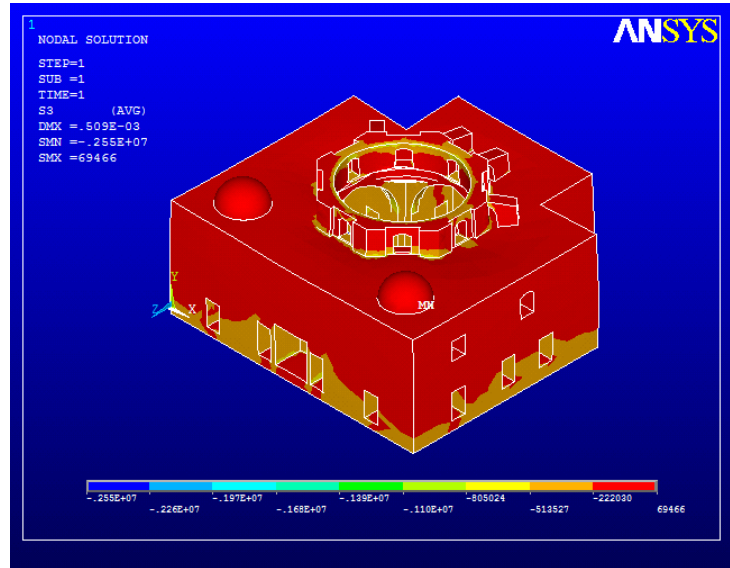


Şekil 2.57. Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.58 ve Şekil 2.59 da verilmektedir.



Şekil 2.58. Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi
1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.59. Payas Sokullu Sarı Selim camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilme değerleri açısından sistemin zorlanmadığı görülmektedir. Cami geneline yayılı olarak değerler 0.1 - 0.19 MPa değerleri arasında bulunmaktadır. 3. asal gerilme dağılımı cami geneline yayılmış olarak basınç gerilmesi şeklinde oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

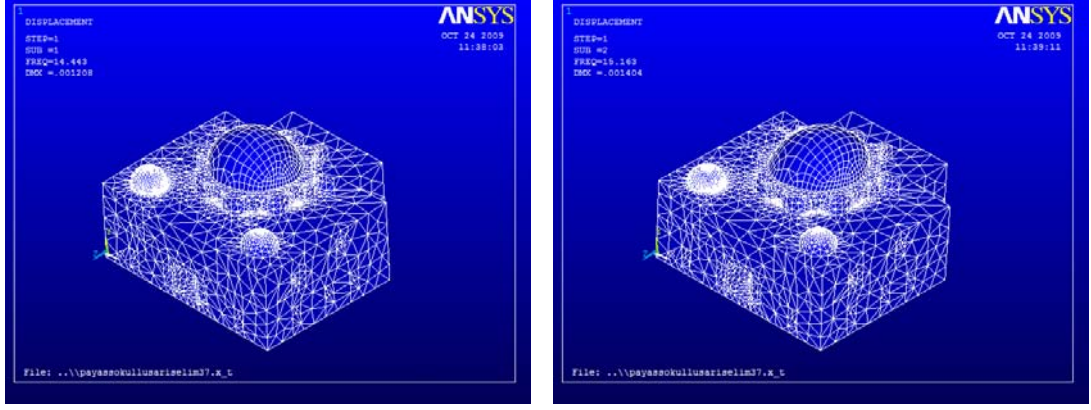
2.6.2.2. Modal Analiz

Payas Sokullu Sarı Selim camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.11 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Payas Sokullu Sarı Selim camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.11. Payas Sokullu Sarı Selim camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.069238	0.000387019	0.843435
2	0.065951	0.779751	0.844852
3	0.055554	0.779752	0.844859
4	0.054232	0.837620	0.848882
5	0.047855	0.912013	0.848953
6	0.047295	0.913168	0.875243
7	0.047076	0.921484	0.886530
8	0.038463	0.921872	0.887737
9	0.036757	0.922884	0.895462
10	0.034284	0.926912	0.895473
11	0.033081	0.927474	0.897206
12	0.032816	0.928286	0.897409
13	0.032212	0.928392	0.897837
14	0.031840	0.955210	0.905468
15	0.031597	0.962591	0.952711
16	0.030372	0.963209	0.957640
17	0.029511	0.976664	0.957893
18	0.028841	0.976757	0.964004
19	0.027745	0.976825	0.964025
20	0.027612	0.980748	0.964151
21	0.026443	0.985854	0.964169
22	0.026311	0.985878	0.970402
23	0.026056	0.986491	0.970527
24	0.025809	0.986834	0.970549
25	0.024799	0.986982	0.970680
26	0.024534	0.987044	0.984778
27	0.023705	0.988363	0.991739
28	0.023577	0.988430	0.998721
29	0.023528	0.992225	0.999946
30	0.023391	1.000000	1.000000

Payas Sokullu Sarı Selim camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.60 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenine doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.

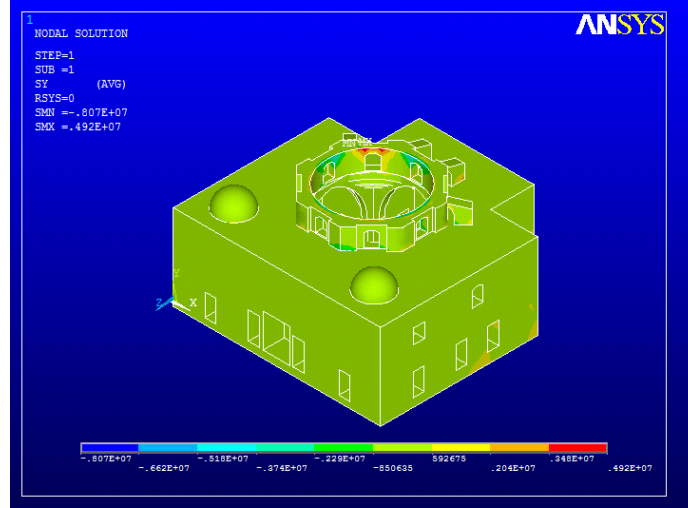


1. Mod şekli (y eksenine doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenine doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.60. Payas Sokullu Sarı Selim camisinin ilk iki mod şekli

2.6.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

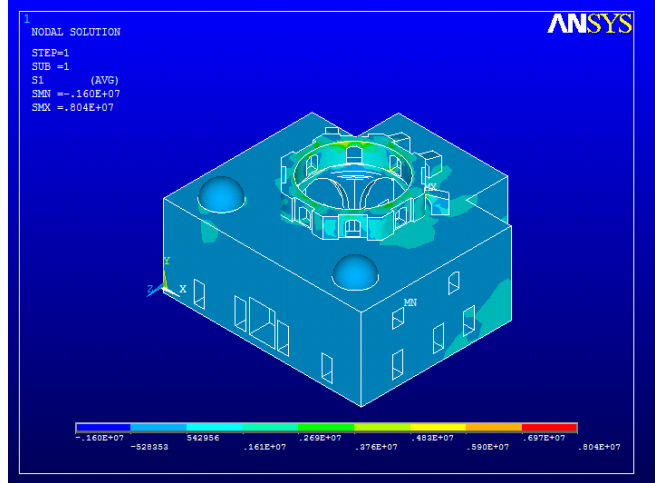
Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Payas Sokullu Sarı Selim camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen ve Şekil 2.61 de görülen düşey gerilme değerleri, gerilmelerin cami taşıyıcı sisteminde basınç olarak, kubbe mesnedinde çekme gerilmeleri şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Deprem etkisi söz konusu olduğundan düşey basınç gerilmelerinin yanında çekme gerilmesi oluşma ihtimali de artmaktadır. Maksimum değerler, 3.48-4.92 MPa değerleri arasında görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.



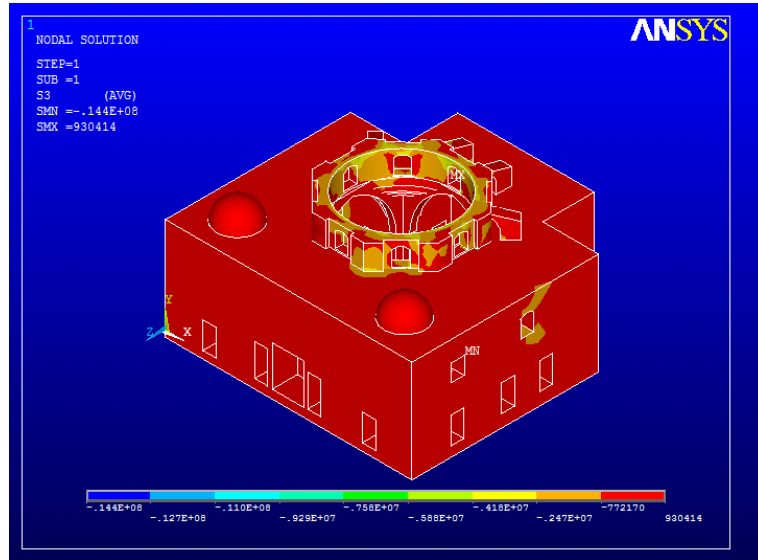
Şekil 2.61. Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Payas Sokullu Sarı Selim camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.62 ve Şekil 2.63 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler kubbe mesnedinde yoğunlaşmakta ve çekme olarak ortaya çıkmaktadır. Çekme gerilmesi değerleri 1.61-2.43 MPa değerleri arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak ortaya çıkmıştır. Gerilmeler kubbe mesnet noktalarında yoğunlaşmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.62. Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.63. Payas Sokullu Sarı Selim camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.7. Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi

2.7.1. Genel Bilgiler

Cami, yapılar topluluğunun merkezinde ve Gebze'ye hakim bir mevkide yer alır. 1510 yılında Çoban Mustafa Paşa tarafından yaptırılmıştır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.64 de

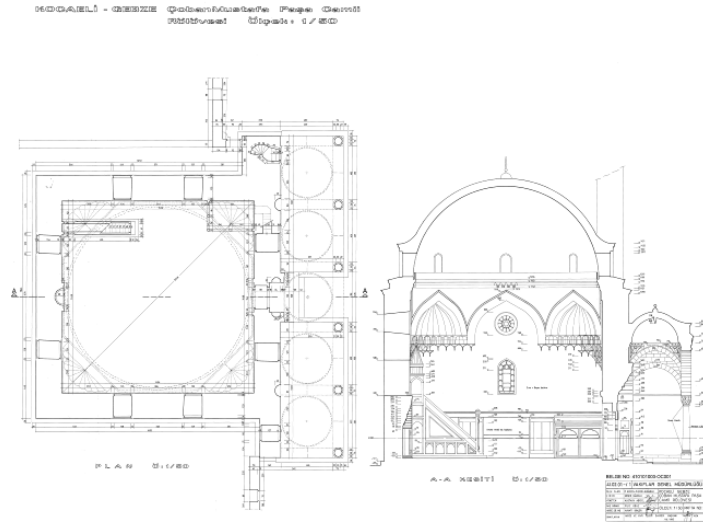
görülmektedir. Külliye'nin yapımının çok önceden planlandığı ve anonim bir çalışma ile ortaya çıkarıldığı anlaşılmaktadır.

Paşa mısır bezemelerinden etkilenecek, cami için taşınabilir parçaları Kahire'de yaptırmıştır. Darıca iskelesinden Gebze'ye ulaştırılan süsleme öğeleri mısırlı ustalar tarafından yerlerine yerleştirilmiştir.



Şekil 2.64. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi (URL-1, 2010)

Kare planlı üzeri dört sütunun taşıdığı 24 metre yüksekliğindeki geniş bir kubbe ile örtülüdür. Duvarları taş zemin üzerine kesme taş ve muntazam tuğlalarla örülmüştür. Ayrıca caminin çevresi oldukça kalın duvarlarla çevrilidir. Her cephesinde bir tane olmak üzere dört giriş kapısı vardır. Mihrap ve duvarları kufi yazılarla süslenecek renk düzeni görkemli Türk çinileri ile sağlanmıştır (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.65 de görülmektedir.



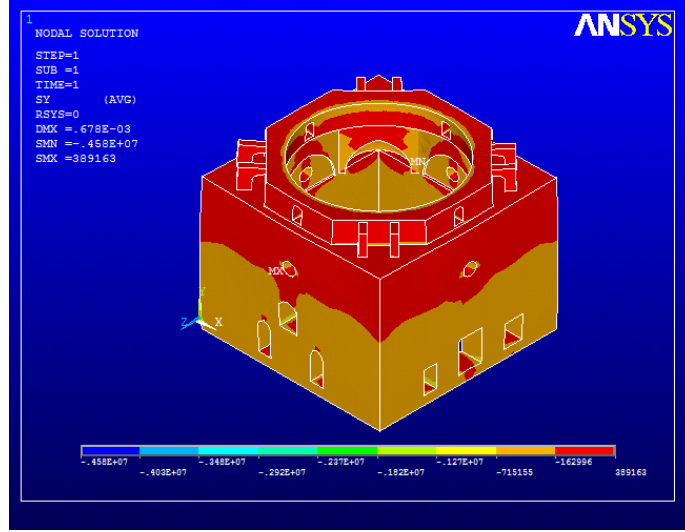
Şekil 2.65. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi plan ve kesitleri (URL-1, 2010).

2.7.2 Analizler ve İrdellemeler

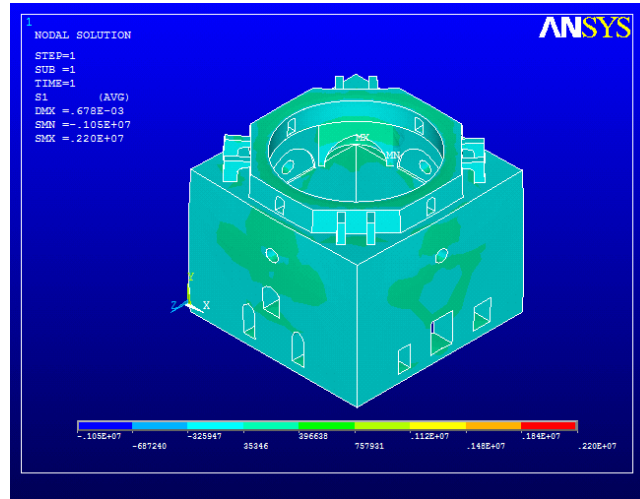
2.7.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.66 dan görüldüğü gibi gerilmelerin pencere boşlukları kenarlarında yoğunlaştığı ve basınç olduğu görülmektedir. Üst kısma doğru bir miktar çekme gerilmesi oluşsa da, değerlerin çok yüksek olmadığı görülmektedir. Etkili basınç gerilmesi değerleri 0.18-0.12 MPa değerleri arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

Düşey yükler altında hesaplanan 1. asal gerilme değerleri Şekil 2.67 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, gerilmelerin pencere boşluklarında yoğunlaştığı görülmektedir. Gerilme değerleri çekme olarak, 0.75 - 1.12 MPa arasındadır ve düşey yükler altında Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisi için hesaplanan gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.66. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.67. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

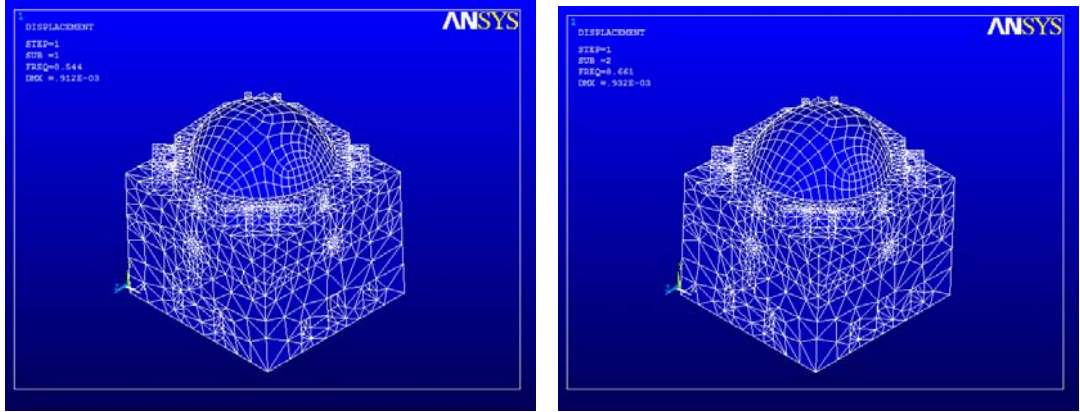
2.7.2.2. Modal Analiz

Gebze Çoban Mustafa Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.12 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.12. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.11704	0.00176491	0.858182
2	0.11546	0.855038	0.859856
3	0.10386	0.855215	0.859859
4	0.085856	0.855216	0.860501
5	0.072783	0.855216	0.860501
6	0.061494	0.882167	0.869801
7	0.061432	0.891140	0.899939
8	0.056041	0.891142	0.926113
9	0.055758	0.921753	0.926129
10	0.053951	0.921805	0.926153
11	0.049993	0.921805	0.926156
12	0.049852	0.921805	0.926159
13	0.048435	0.921805	0.926159
14	0.045200	0.938134	0.926955
15	0.045198	0.939132	0.943181
16	0.044740	0.939155	0.943228
17	0.044015	0.939155	0.947344
18	0.043925	0.943134	0.947345
19	0.042114	0.943393	0.947367
20	0.040667	0.943396	0.991037
21	0.040582	0.988392	0.991050
22	0.039885	0.988463	0.991058
23	0.039588	0.988464	0.991060
24	0.038792	0.989879	0.996125
25	0.038691	0.999408	0.996956
26	0.038204	0.999416	0.999053
27	0.037931	0.999631	0.999054
28	0.037122	0.999632	0.999060
29	0.035466	0.999781	0.999173
30	0.035383	1.000000	1.000000

Gebze Çoban Mustafa Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.68 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.

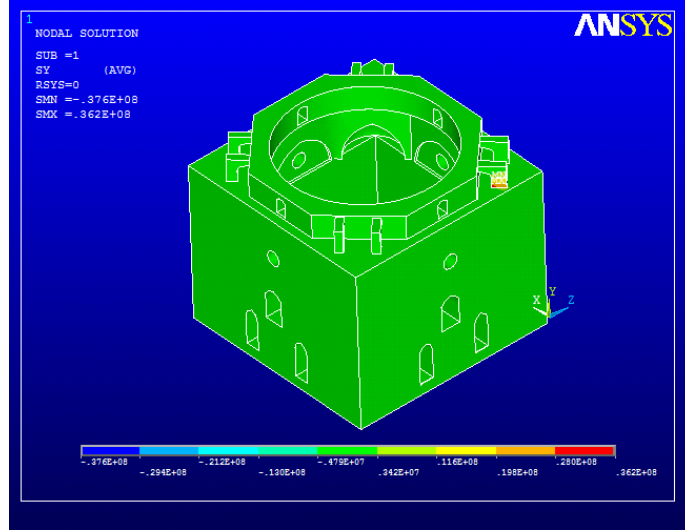


1. Mod şekli (y eksenini doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenini doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.68. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisinin ilk iki mod şekli

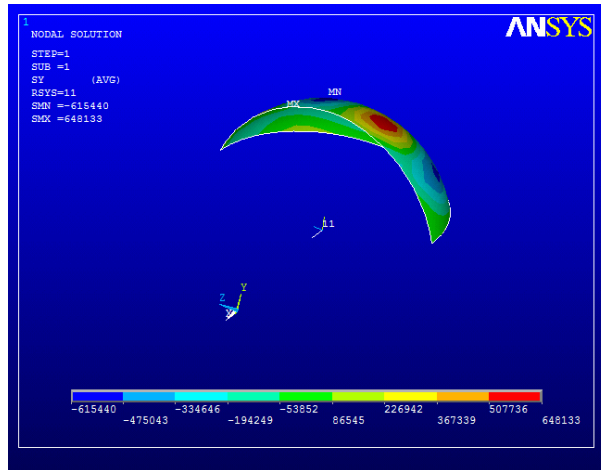
2.7.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Gebze Çoban Mustafa Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.69 da görülen düşey gerilmelerin, kubbe destek noktaları tabanında maksimum değere ulaştığı görülmektedir. Camisi genelindeki gerilme değerleri alt kısımlarda basınçken, üst kısımlara doğru çekme olarak meydana gelmektedir. Maksimum çekme gerilmesi 3.42 MPa civarındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.69. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

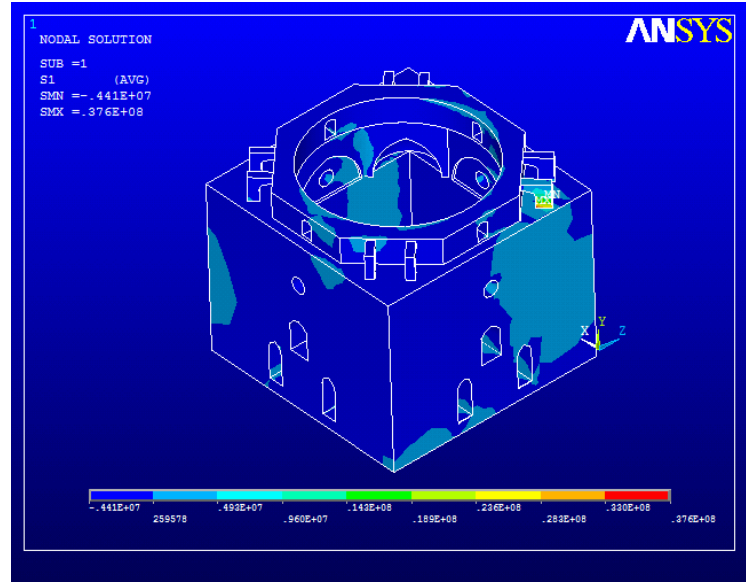
Şekil 2.70 de camisi kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme olduğu ve maksimum değerinin 0.648 MPa olduğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.



Şekil 2.70. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Gebze Çoban Mustafa Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen 1. asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.71 de görülmektedir.

1. asal gerilmeler ana kubbe destek elemanı ayak noktalarında maksimum değere ulaşmıştır. Cami taşıyıcı sistemi gözönüne alındığında, gerilmelerin çekme gerilmesi olarak üst kısımlarda yoğunlaştığı, özellikle pencere boşlukları etrafının hassas bölgeler olduğu gözlenmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

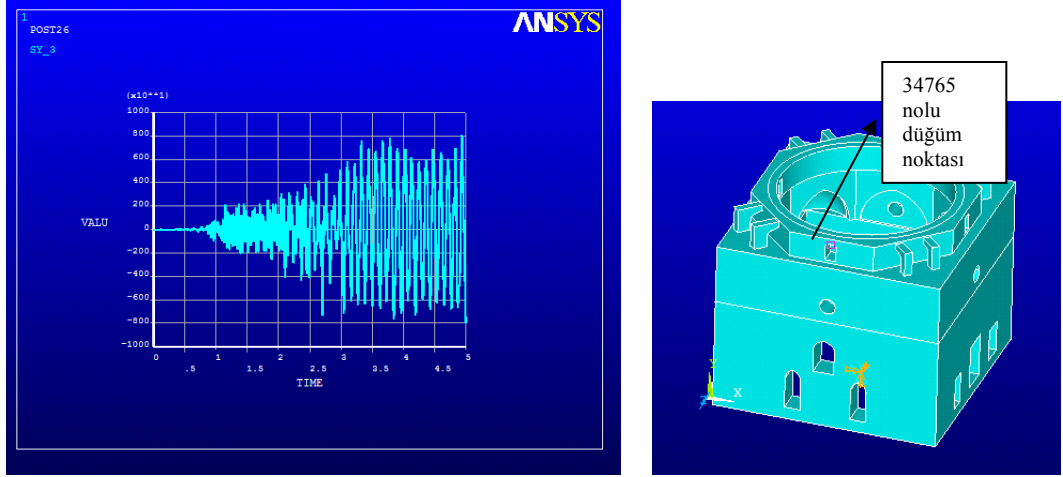


Şekil 2.71. Gebze Çoban Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

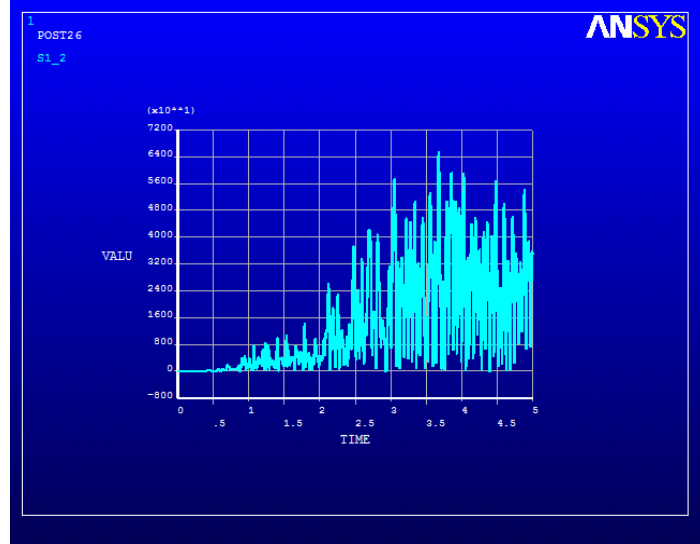
2.7.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Gebze Çoban Mustafa Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Maksimum tepkilerin gerçekleştiği bölgede elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.72 de sunulmaktadır.

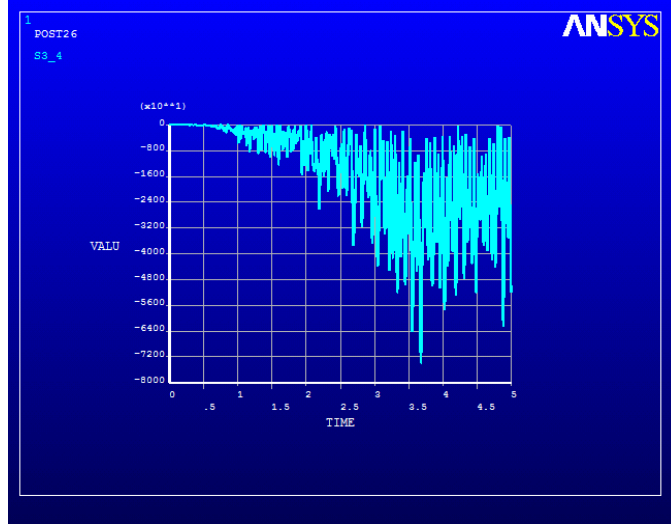
Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.73 ve Şekil 2.74 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme değeri 0 -0.66 MPa arasında, düşey gerilme değeri -0.008 – 0.008 MPa arasında, 3. asal gerilme değeri 0 – 0.007 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.72. 34765 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

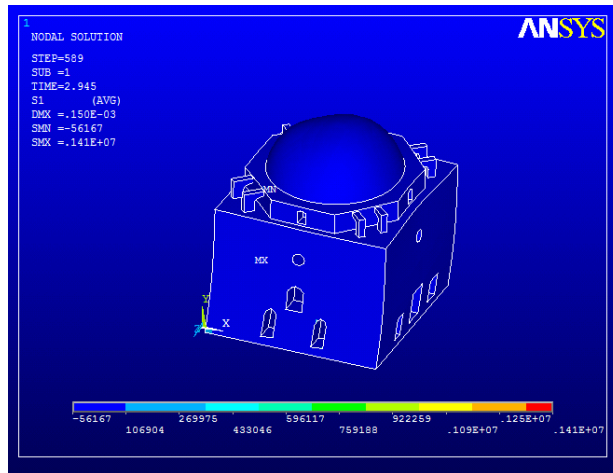


Şekil 2.73. 34765 nolu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.74. 34765 nolu düğüm noktası 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Gebze Çoban Mustafa Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.75 de sunulmaktadır.



Şekil 2.75. T=2.945 s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Gerilmeler çekme gerilmesi şeklinde oluşmaktadır. Etkili değerler 0 – 0.106 MPa arasındadır ve cami geneline yayılmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.8. Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi

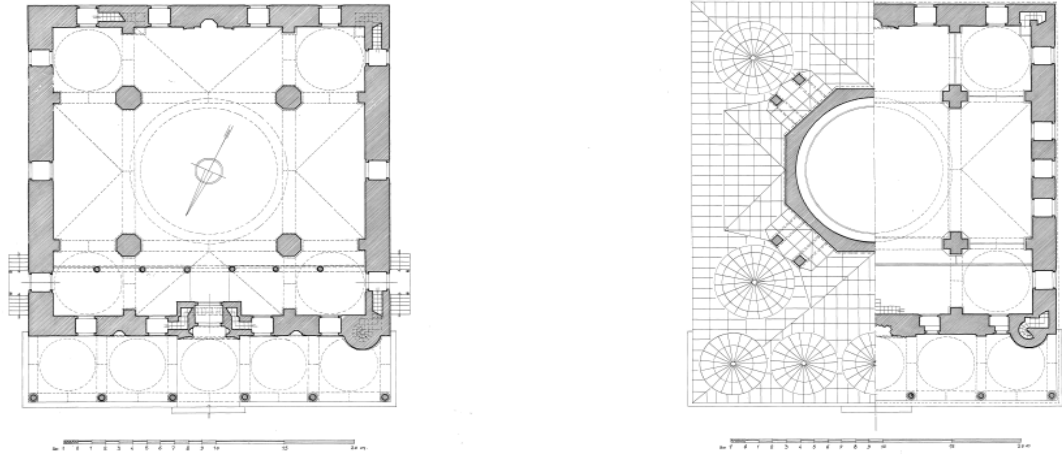
2.8.1. Genel Bilgiler

Lala Mustafa Paşa Camisi Kıbrıs fatihi Lala Mustafa Paşa tarafından Erzurum'da Beylerbeyi olarak görev yaptığı sırada 1562 yılında yaptırılmıştır. Cami Mimar Sinan'ın eseridir. Lala Mustafa Paşa caminin yanında saray ve bir de sıbyan mektebi yaptırmış ancak, bunlar günümüze ulaşamamıştır. Caminin yanı sıra hamamı bugün ayakta. Caminin fotoğrafı Şekil 2.76 da görülmektedir.

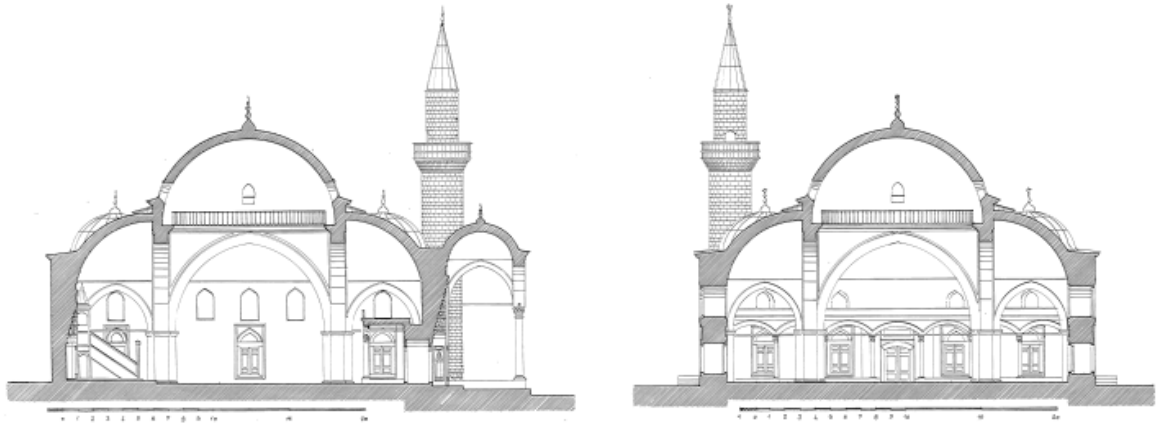


Şekil 2.76. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi (URL-1, 2010)

Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.77 ve Şekil 2.78 de görülmektedir.



Şekil 2.77. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.78. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi kesitler (URL-2, 2010)

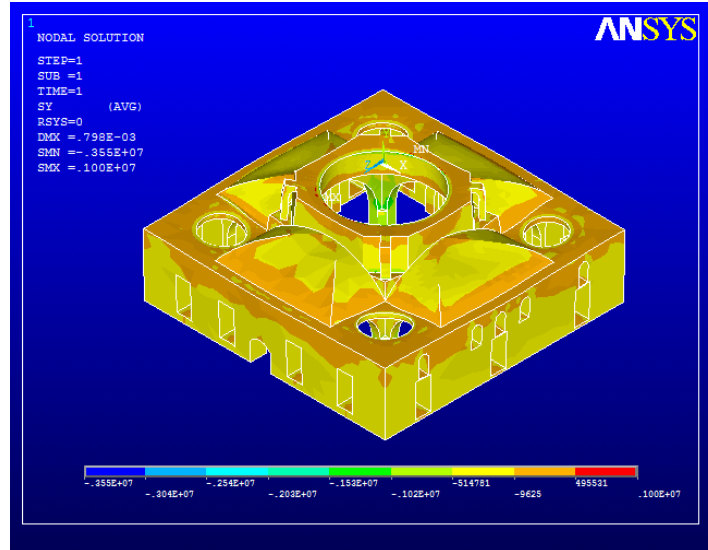
Lala Mustafa Paşa İstanbul'da Eyüp Sultan'da etrafı açık ve üst örtülü bir mezara 1586 tarihinde gömülmüştür. Merkezi planlı camiler grubundan olan bu yapı, kesme taştan kare planlıdır. Önünde birbirlerine yuvarlak kemerlerle bağlanmış altı sütunun taşıdığı beş bölümlü bir son cemaat yeri vardır. Son cemaat yerinde bulunan iki mihrapçık, üzerleri çini panolu ve sülüs yazılı altı pencere bulunmaktadır. Bunlardan sağdaki mihrapçık üzerinde Hattat İzeddin'in 14 satırlık nesih yazılı fermanı bulunmaktadır. Ayrıca sağdaki ilk pencerenin üzerinde "Bismillâhir Rahmanir Rahim", ikinci pencerede "Lâ ilâhe İllâllah Muhammedün Resûlullahi Hakka" yazılıdır. Üç kapı ile içerisine girilen cami kare planlı olup, üzeri dört yığma sütunun taşıdığı pandantifli, tromplu bir kubbe ile örtülmüştür. Ana kubbe köşelerde dört küçük ve iki de yarım kubbe ile desteklenmiştir. Alt sıradaki pencere alınlıkları üzerinde bulunan çiniler işgal sırasında atılan kurşunlarla zedelenmiştir. Mihrap

yuvarlak ve mukarnaslı olup, üzerindeki kitabede camiyi yaptıranın ismi ve yapım tarihi yazılıdır. Yanındaki pencerelerde ise hadisler yazılmıştır. Caminin sağında bulunan minaresi kare kaide üzerine yuvarlak gövdeli ve tek şerefelidir. Beyaz taştan yapılan minare kırmızı taşlı bileziklerle bezenmiştir. Caminin avlusunda sekiz köşeli ahşap ve konik çatılı bir şadırvanı bulunmaktadır. Bu şadırvandaki sütunlar son derece güzel taş işçiliği ile bezenmiştir (URL-1, 2010).

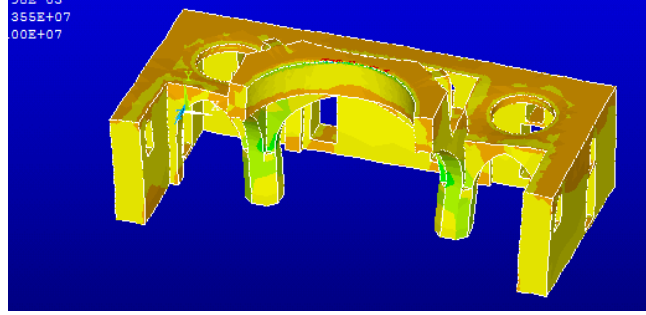
2.8.2 Analizler ve İrdemeler

2.8.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.79 ve Şekil 2.80 den görüldüğü gibi, düşey gerilmelerin asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sisteminin ayak noktalarında arttığı görülmektedir. Basınç olarak oluşan gerilmeler 1.53-1.02 MPa değerleri arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

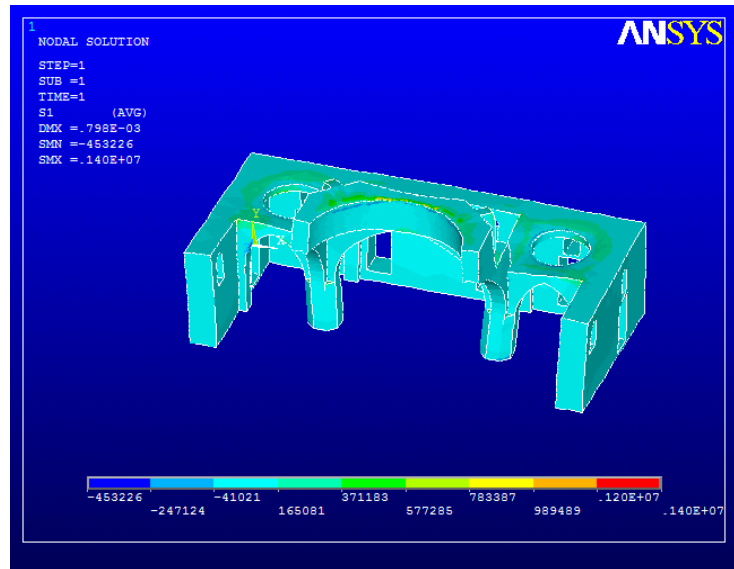


Şekil 2.79. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

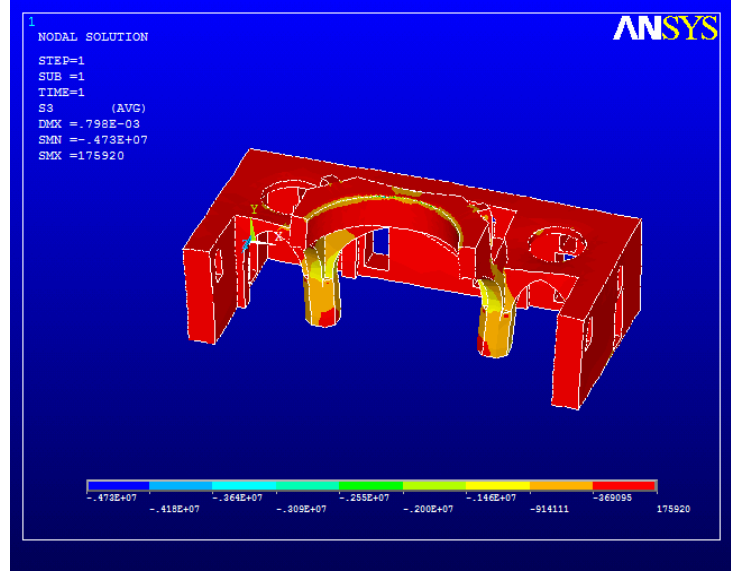


Şekil 2.80. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.82 ve Şekil 2.83 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler cami genelinde maksimum değeri 0.16 MPa olan çekme gerilmesi şeklinde ortaya çıkmıştır. 3. asal gerilmeler, asıl kubbeyitaşıyan askı kemer sistemi mesnet noktalarında, taşıyıcı ayakların üst kısımlarında basınç olarak ortaya çıkmıştır. Bu noktalarda gerilmeler 1.46-0.91MPa (basınç) olarak değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.81. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.82. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

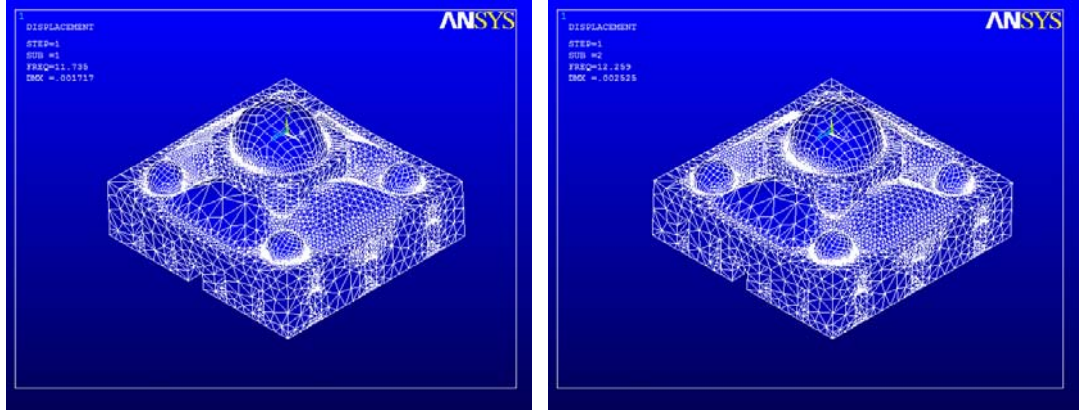
2.8.2.2. Modal Analiz

Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.13 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.13. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi modal analiz değerleri

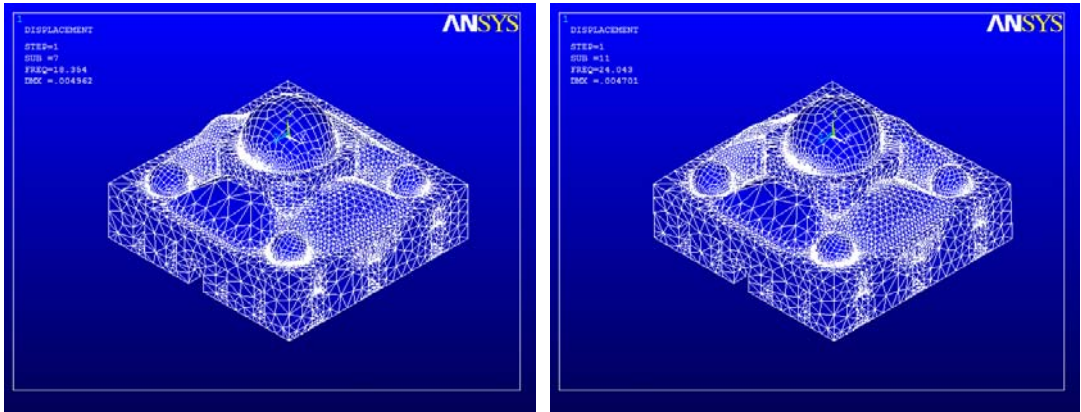
MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.085217	0.0217476	0.710666
2	0.081571	0.677834	0.737877
3	0.072382	0.679437	0.740015
4	0.057053	0.680020	0.741244
5	0.056735	0.680638	0.742088
6	0.055272	0.698733	0.744801
7	0.054485	0.750768	0.750985
8	0.052916	0.757006	0.751740
9	0.048670	0.819732	0.759501
10	0.042499	0.820944	0.760602
11	0.041592	0.821507	0.835293
12	0.040417	0.843946	0.835381
13	0.039129	0.843947	0.840698
14	0.038694	0.843962	0.842387
15	0.037551	0.844664	0.842407
16	0.037115	0.853440	0.843604
17	0.034518	0.889085	0.843630
18	0.033849	0.898307	0.843699
19	0.033297	0.898911	0.863487
20	0.032900	0.971925	0.863855
21	0.032292	0.972006	0.904130
22	0.031542	0.978752	0.916317
23	0.031408	0.986118	0.924226
24	0.031036	0.986618	0.990575
25	0.030280	0.990265	0.991069
26	0.030195	0.992809	0.991416
27	0.029628	0.992809	0.992503
28	0.029241	0.995799	0.993587
29	0.029160	0.999668	0.994988
30	0.028628	1.00000	1.00000

Erzurum Lala Mustafa Paşa camisinin 1., 2., 7. ve 11. mod şekilleri Şekil 2.83 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi sistemin genel hareketini ilk iki mod belirlemektedir. Bu mod şekilleri ötelenme olarak ortaya çıkmıştır. Bunun yanında 7., 11., 20. ve 21. modların da katkısı vardır. İlerki modlar daha çok asıl kubbeyisıkıştırma ve düşey yönde hareket verme şeklinde oluşmuştur.



1. Mod şekli (y eksenli doğrultusunda ötelenme)

2. Mod şekli (x eksenli doğrultusunda ötelenme)



7. Mod Şekli (Düşey doğrultuda ötelenme)

11. Mod Şekli (Ana kubbeye sıkıştırma)

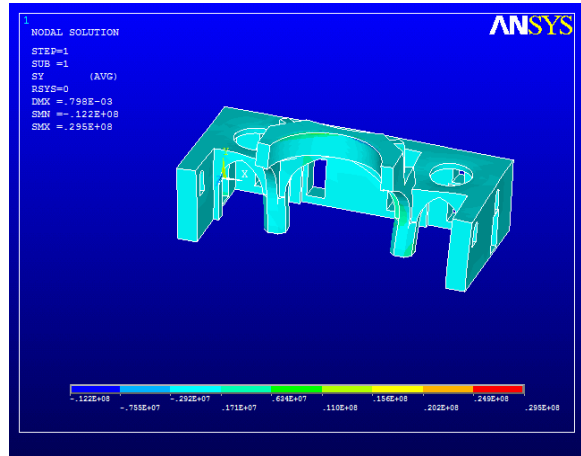
Şekil 2.83. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisinin mod şekilleri

2.8.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

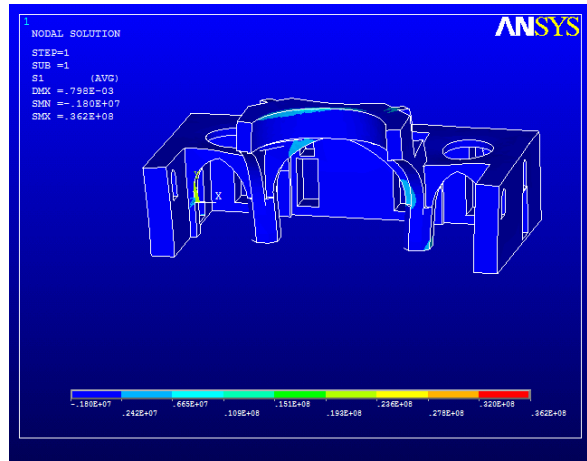
Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Erzurum Lala Mustafa Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.84 de görülen düşey gerilme değerleri, asıl kubbeyitaşıyan askı kemer sisteminin mesnet noktalarında ve ana taşıyıcı ayakların alt noktalarında çekme gerilmesi şeklinde ortaya çıkmıştır. Elde edilen gerilme değerleri 6.34-11.0MPa (çekme) arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

Erzurum Lala Mustafa Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.85 ve Şekil 2.86 da

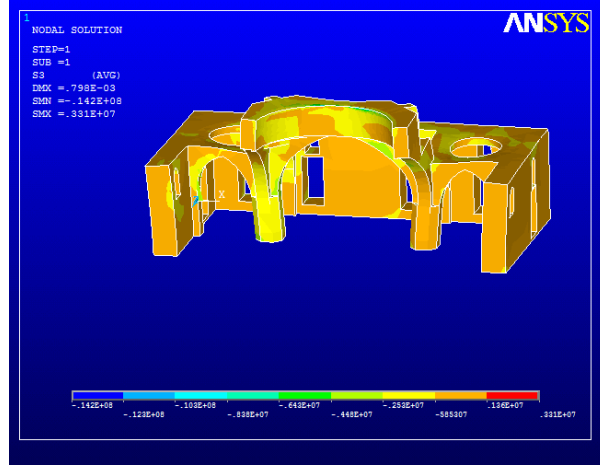
görülmektedir. 1. asal gerilmeler ana kemer mesnet noktalarında ve ana taşıyıcı ayakların alt noktalarında çekme gerilmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Buralarda gerilmeler, $-1.18 - 2.42$ MPa değerleri arasında belirmektedir. 3. asal gerilmeler basınç olarak ortaya çıkmıştır. Ana taşıyıcı ayakların alt ve üst noktalarında yoğunluk göstermektedir. Bu noktalarda gerilmeler $6.43 - 4.48$ MPa (basınç) değerleri arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.84. Erzurum Lala Mustafa Paşa Camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.85. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.86. Erzurum Lala Mustafa Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.9. Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisi

2.9.1. Genel Bilgiler

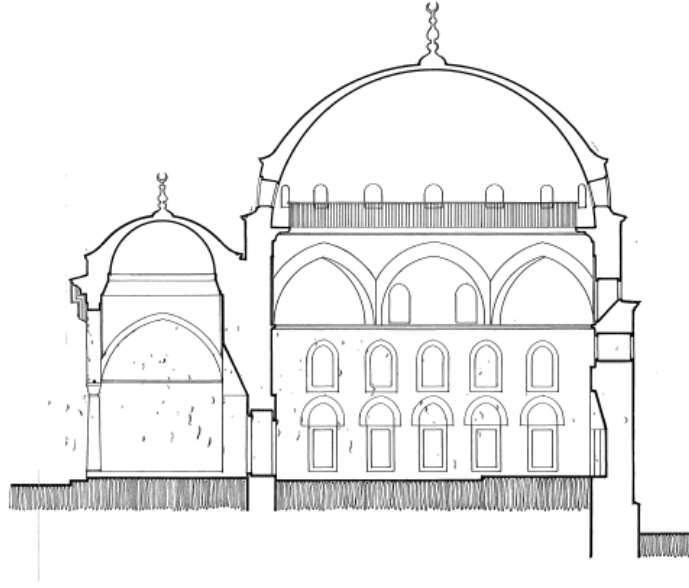
Ulucanlar Caddesi'ndeki Cenabi Ahmet Paşa Camisi Osmanlı mimarisinin Ankara'da bulunan örneklerindedir. Giriş kapısı üzerindeki yazıta göre Kanuni Sultan Süleyman döneminde, 1566 yılında Anadolu Beylerbeyliği yapan Cenabi Ahmet Paşa tarafından Mimar Sinan'a yaptırılmıştır. Bunun yanı sıra caminin pencereleri üzerindeki yazıtlardan 1883'de Abdülaziz Zadesseyyit El-Hac Ahmet ve 1887 yılında da Ankara Valisi Ağabeydin Paşa (1843-1908) tarafından onarıldığı öğrenilmektedir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.87 de görülmektedir.



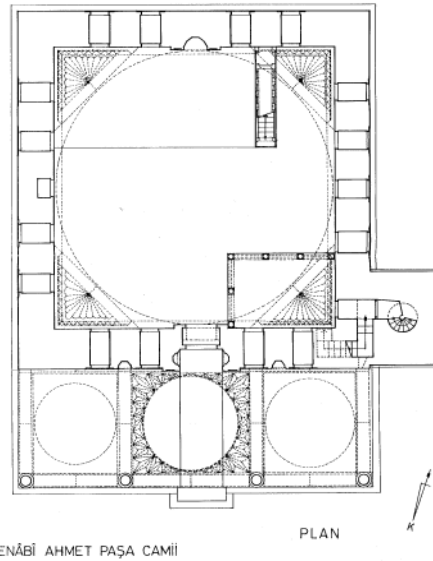
Şekil 2.87. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

Ankara'nın en eski camilerinden olan bu yapı kare plânlı olup, ibadet mekânı merkezi bir kubbe ile örtülmüştür. Ankara'nın kesme taşından yapılmıştır. Son cemaat yeri üç mermer sütunun taşıdığı üç kubbe ile örtülüdür. Bunlardan ortadaki kubbe Osmanlı mimarisinde görüldüğü gibi, diğerlerinden daha yüksek ve daha geniştir. Son cemaatin sağ tarafında kesme taştan tek şerefeli, 16 köşeli minaresi bulunmaktadır.

Caminin giriş kapısı beyaz mermer ve somakilerin oluşturduğu stelaktitli bir bezeme ile süslenmiştir. İbadet mekânı üç sıra halindeki pencereler ile aydınlatılmıştır. Minber ve mihrap oldukça sadedir. İbadet mekânını örten büyük kubbe pencereli bir kasnak üzerine oturmuştur. Kubbenin iç kısmı ve etekleri kalem işleri ile bezenmiştir. Caminin sol yanındaki küçük hazirede Cenabi Ahmet Paşa'nın ve XVIII.yüzyıla ait Azimi türbesi bulunmaktadır. Bu türbe de 1566 yılında Mimar Sinan tarafından yapılmıştır. 1813 ve 1940 yıllarında onarılmıştır. Sekizgen bir planı olan türbe, Ankara kesme taşından yapılmıştır. Yer yer küfeki taşlarından da yararlanılmıştır. Kubbe doğrudan doğruya kasnak olmadan duvarlar üzerine oturmuştur. Türbe içerisinde yalnızca Cenabi Ahmet Paşa'nın sandukası bulunmaktadır (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.88 ve Şekil 2.89 da görülmektedir.



Şekil 2.88. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi kesit görünüşü (URL-1, 2010)



CENÂBİ AHMET PAŞA CAMİİ

PLAN

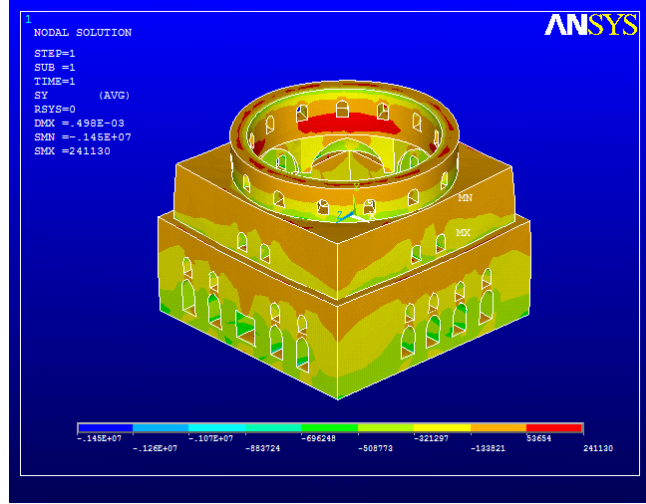
Şekil 2.89. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi plan (URL-1, 2010)

2.9.2. Analizler ve İrdemeler

2.9.2.1. Öz Ağırlık Analizi

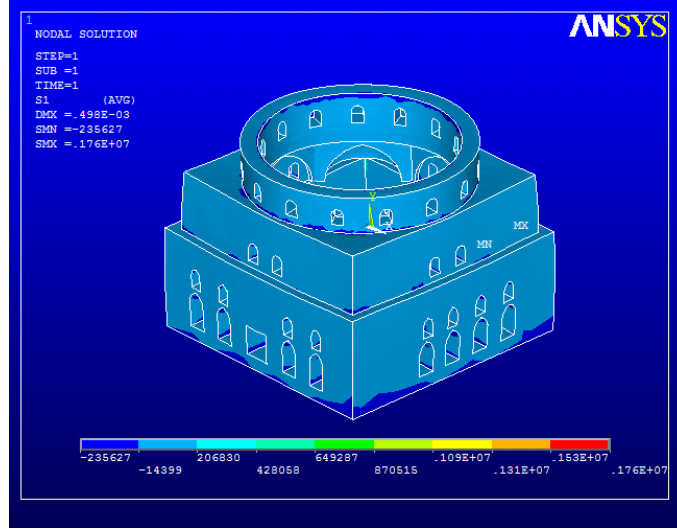
Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.90 dan görüldüğü

gibi, düşey gerilmeler ana taşıyıcı duvar alt noktalarında ve ana kubbe kasağı alt noktalarında yüksek değerler almaktadır. Buralarda gerilmeler 0.69-0.50 MPa (basınç) değerleri arasında değişmektedir. Pencere boşlukları üst kısımlarında maksimum değeri 0.24 MPa olan çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

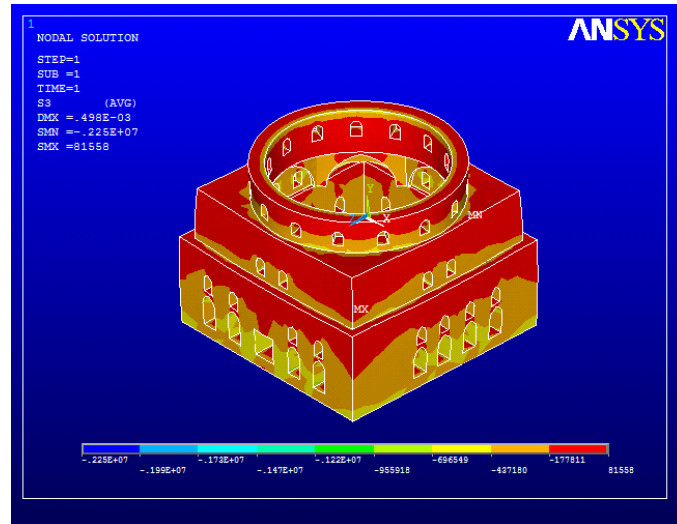


Şekil 2.90. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.91 ve Şekil 2.92 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler cami genelinde çekme gerilmesi olarak 0.20 - 0.428 MPa (çekme) değerleri arasında ortaya çıkmaktadır. 3. asal gerilmeler pencere boşlukları etrafında yüksek değerler sahip olmak üzere, cami genelinde basınç olarak ortaya çıkmıştır. Değerler 1.22 - 0.95 MPa (basınç) arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.91. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.92. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

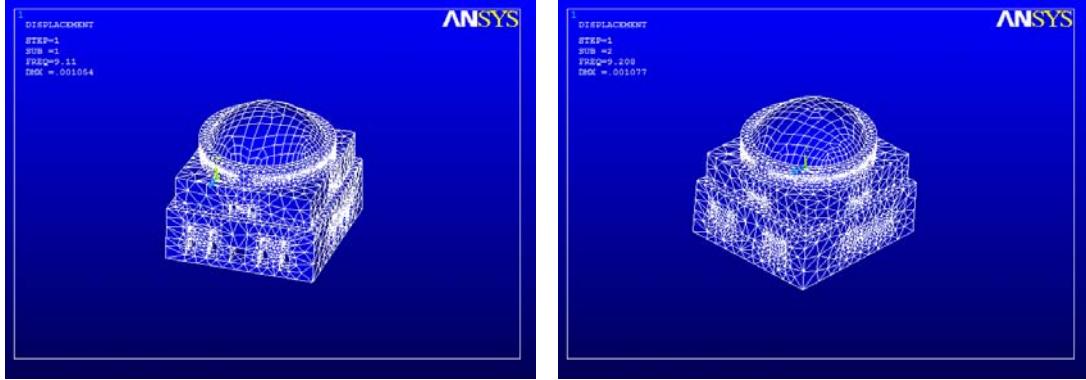
2.9.2.2. Modal Analiz

Ankara Cenabi Ahmet Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.14 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.14. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksen doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksen doğrultusu)
1	0.10977	0.352755	0.527344
2	0.10860	0.881763	0.874216
3	0.092769	0.881981	0.874226
4	0.076719	0.883441	0.875167
5	0.069833	0.883549	0.877141
6	0.056246	0.893101	0.877440
7	0.056095	0.893831	0.884006
8	0.053052	0.895232	0.956553
9	0.052789	0.964485	0.958155
10	0.050895	0.964595	0.958225
11	0.047326	0.964623	0.958228
12	0.046455	0.964626	0.958230
13	0.045487	0.964665	0.958250
14	0.042368	0.980759	0.958897
15	0.042018	0.981570	0.976797
16	0.041342	0.982470	0.977764
17	0.040385	0.985816	0.980072
18	0.040364	0.988418	0.983995
19	0.039246	0.988420	0.984031
20	0.038118	0.993033	0.984770
21	0.037981	0.994225	0.991393
22	0.036815	0.994451	0.991549
23	0.035939	0.999620	0.991700
24	0.035865	0.999624	0.998507
25	0.035303	0.999625	0.998520
26	0.034799	0.999818	0.998609
27	0.034501	0.999943	0.998612
28	0.033881	0.999977	0.998688
29	0.032387	0.999983	0.998695
30	0.031391	1.000000	1.000000

Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.93 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



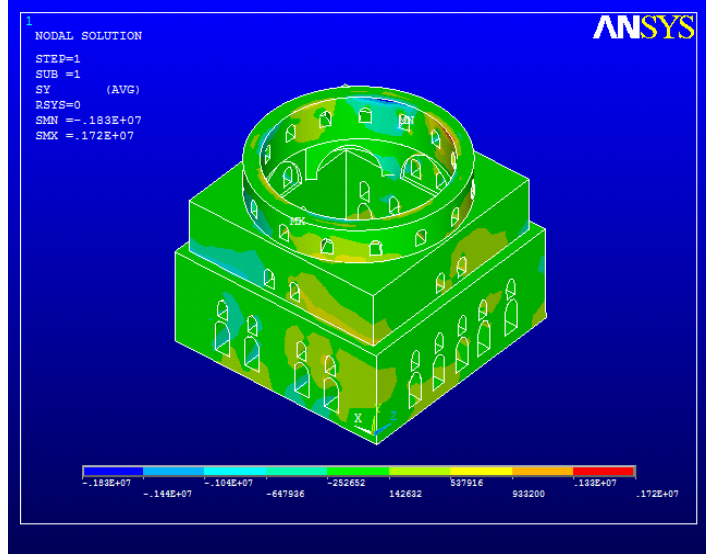
1. Mod şekli (x ekseninde doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (y ekseninde doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.93. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekli

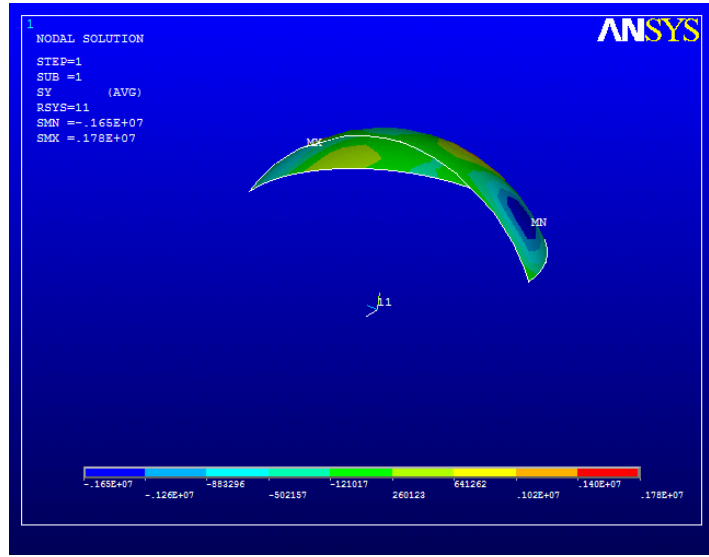
2.9.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen ve Şekil 2.94 de görülen düşey gerilme değerleri, üst pencere boşlukları etrafında çekme gerilmesi şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gerilme değerleri 0.93 - 1.33 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

Şekil 2.95 de cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme gerilmesi olduğu görülmektedir. Maksimum değer 1.78 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.



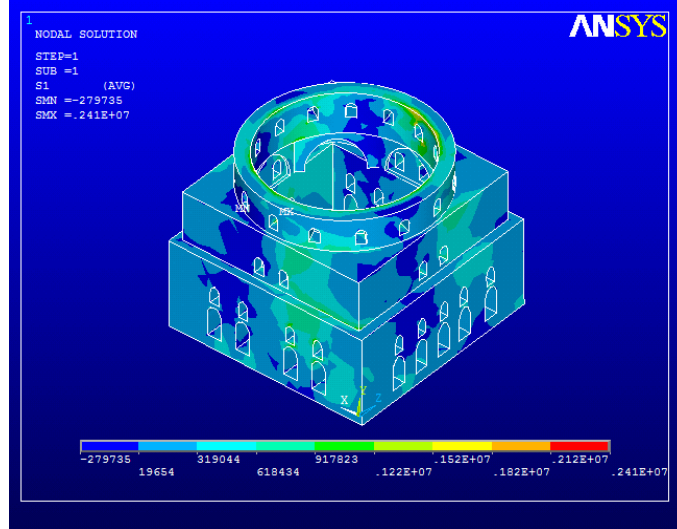
Şekil 2.94. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



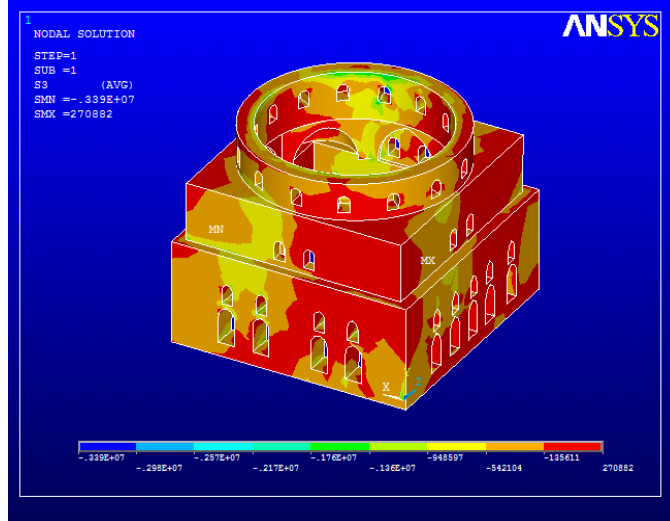
Şekil 2.95. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.95 ve Şekil 2.96 da görülmektedir. 1. asal gerilme dağılımına bakıldığında, gerilmelerin üst pencereler etrafında çekme gerilmesi olarak yoğunlaştığı, değerlerinin ise 1.22-1.82 MPa arasında değiştiği gözlenmektedir. 3. asal gerilmeler, cami genelinde basınç olarak ortaya çıkmıştır.

Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



şekil 2.96. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (ekme) dağılımı



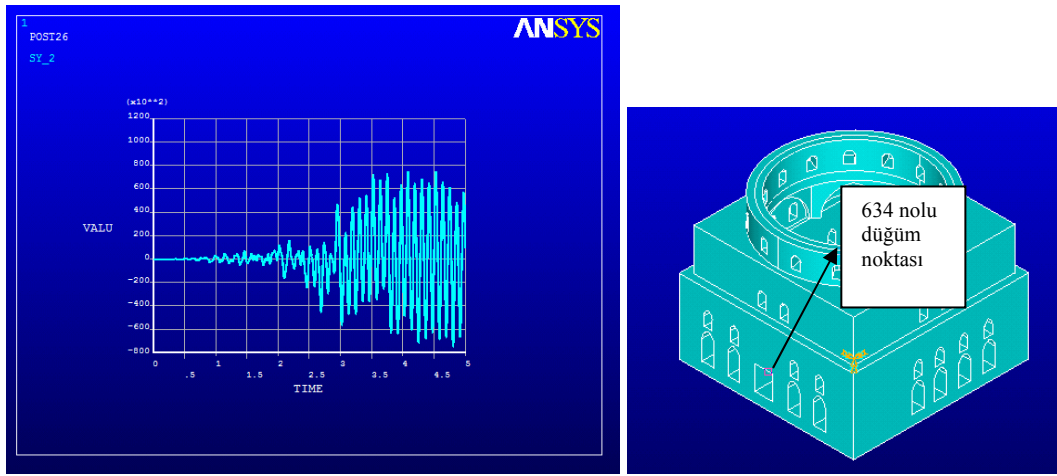
şekil 2.97. Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.9.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

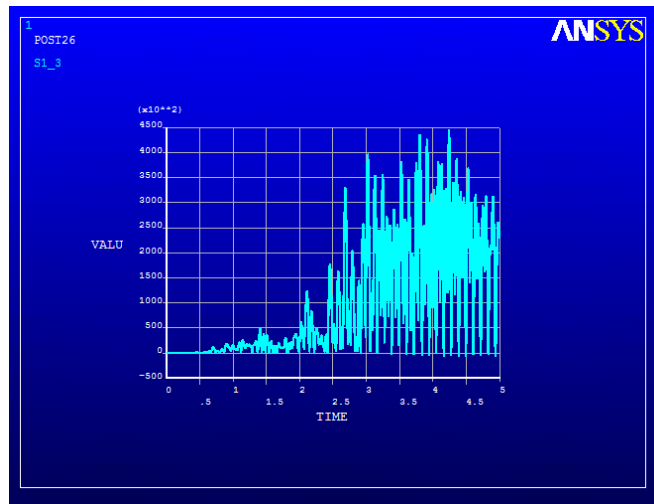
Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle

analizi gerçekleştirilmiştir. Cami girişi kapısı üstündeki 634 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.98 de sunulmaktadır.

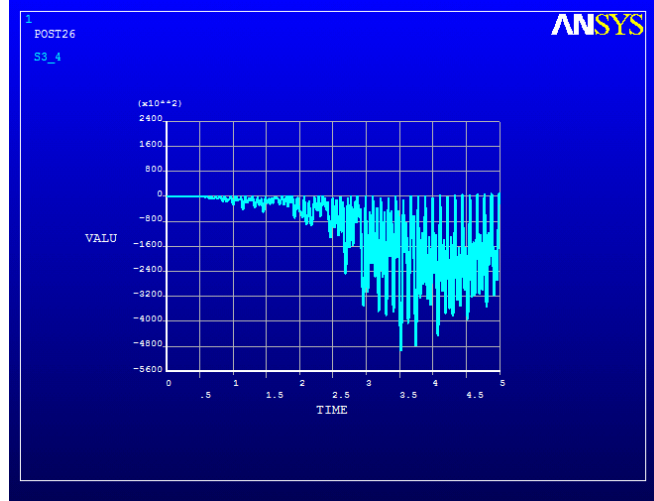
Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.99 ve 2.100 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme değerleri 0.006 – 0.04 MPa arasında, düşey gerilme değerleri -0.07 – 0.07 MPa arasında, 3. asal gerilme değerleri -0.49 – 0 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.98. 634 nolu nokta düşey gerilme değişimi

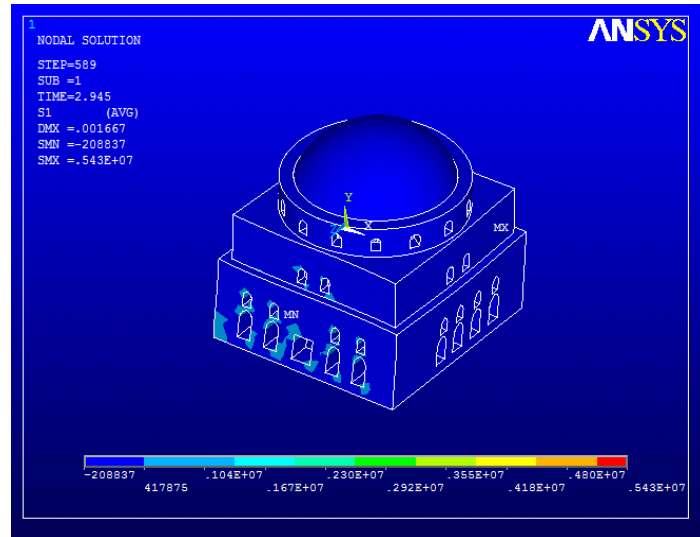


Şekil 2.99. 634 nolu nokta 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.100. 634 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Ankara Cenabi Ahmet Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.101 de sunulmaktadır.



Şekil 2.101. T=2.945 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Gerilmeler çekme gerilmesi şeklinde oluşmaktadır. Etkili değerler 0.41- 1.04 MPa arasındadır ve pencere kenarlarında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.10. Manisa Muradiye Camisi

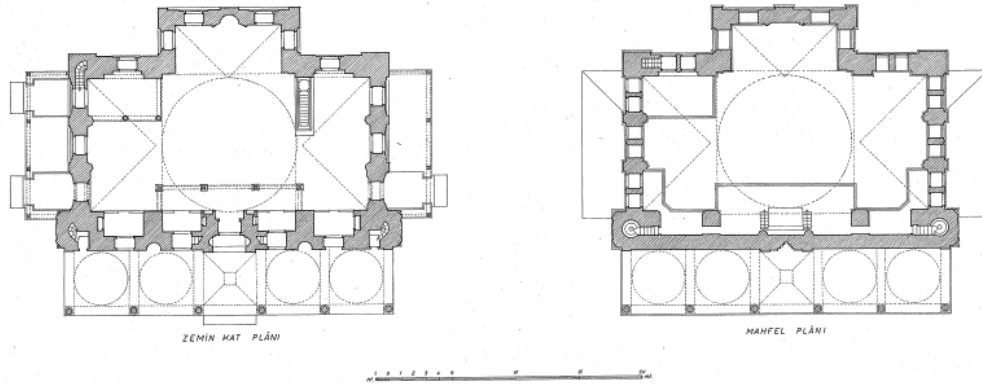
2.10.1. Genel Bilgiler

Dış görünüşü bir merkezi kubbe, sağ ve sol cephelerdeki yarım tonozlu kubbe ve köşelerdeki ağırlık kulelerinin istif tezyinatı ile çifte minareleri, son cemaat mahallindeki beş kubbe birleşerek eserin mimari estetiğini tamamlar. Son cemaat mahallinin ince zarif sütun ve başlıkları ile çini yazılar hala canlılığını korumaktadır. Harem kapısı iki renkli taştan yapılmıştır. Orta kubbenin altını dolduran taş işlemeciliği nadir örneklerdendir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.102 de görülmektedir.

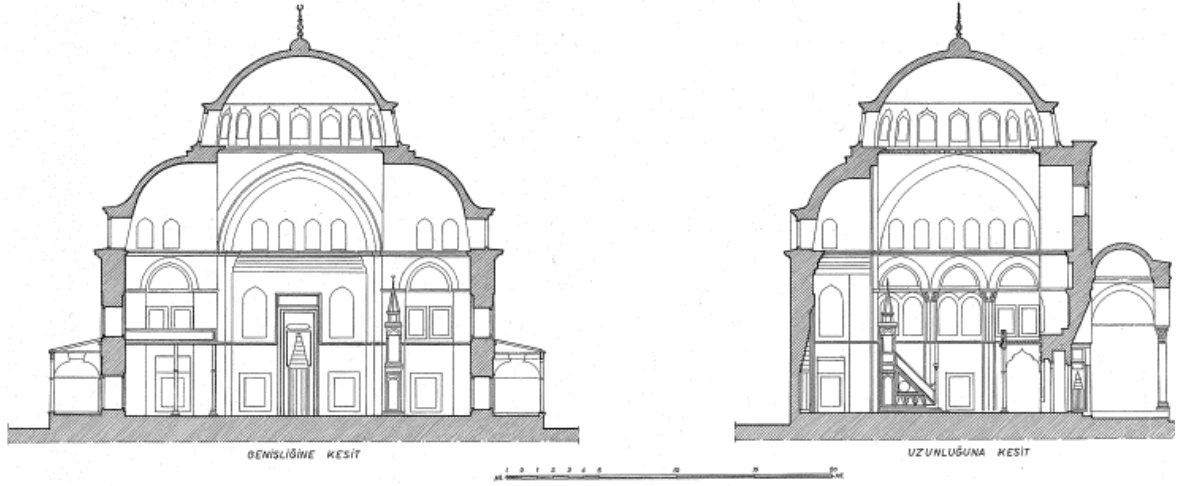
Ahşap kapısı, parçaların birleştirilmesi ile yapılmış, sedef işlemelidir. İç görünüşü, ters T biçiminde olup mihrabın çevresi kabartmalı çini ile kaplıdır. Mihrap içi sadedir. Hünkar ve müezzin mahfili devrin sanat inceliğini gösterir. Ahşap işlemeciliği hala canlılığını korumaktadır. Minberi birinci sınıf mermer işlemeciliğinin bir örneğidir (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek camisi plan ve kesitleri Şekil 2.103 ve Şekil 2.104 de görülmektedir.



Şekil 2.102. Manisa Muradiye camisi (URL-1, 2010)



Şekil 2.103. Manisa Muradiye camisi plan (URL-2, 2010)

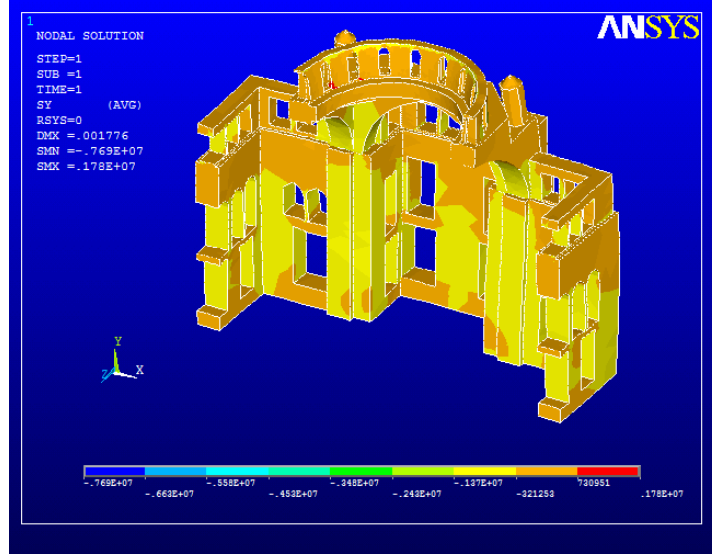


Şekil 2.104. Manisa Muradiye camisi kesitler (URL-2, 2010)

2.10.2. Analizler ve İrdellemeler

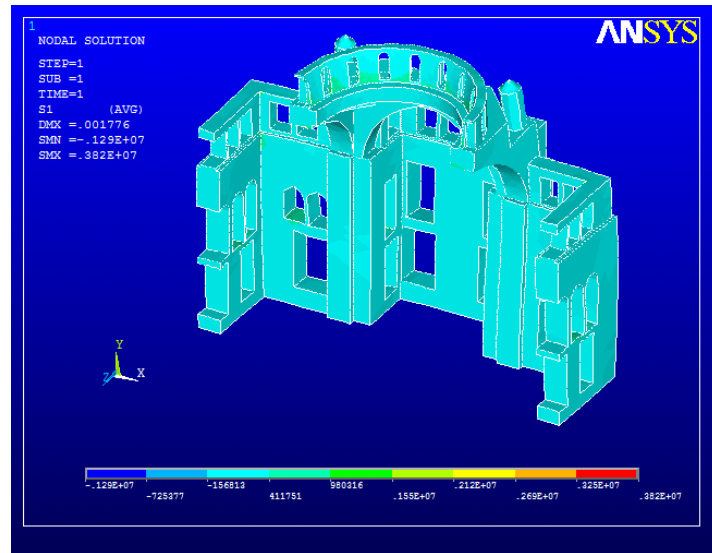
2.10.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Manisa Muradiye camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.105 den görüldüğü gibi, gerilmelerin basınç şeklinde, 1.37 MPa maksimum değerli olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Kubbeyi taşıyan pencereci karnak kısmında çok küçük bir bölgede çekme gerilmesi ortaya çıkmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.105. Manisa Muradiye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.106 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, sistemdeki 1. asal gerilmeler, 0.41 - 0.98 MPa değerleri arasında ve çekme olarak ortaya çıkmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.106. Manisa Muradiye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

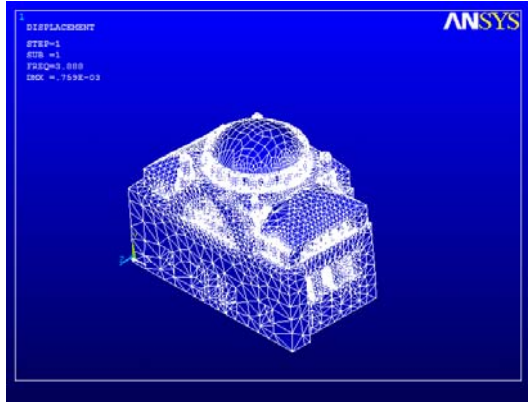
2.10.2.2. Modal Analiz

Manisa Muradiye camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.15 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Manisa Muradiye camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

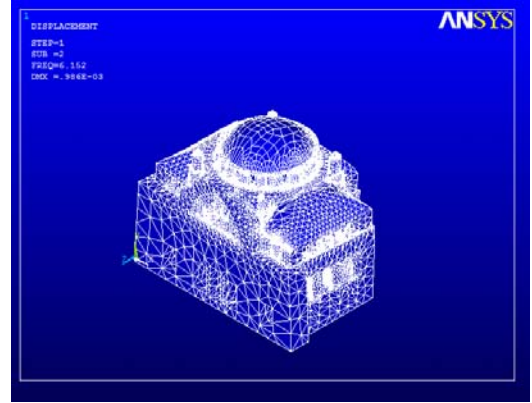
Çizelge 2.15. Manisa Muradiye camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.25723	0.0000773323	0.868873
2	0.16254	0.516474	0.869076
3	0.13484	0.771301	0.869078
4	0.11444	0.771314	0.869434
5	0.094392	0.881585	0.869505
6	0.085110	0.882863	0.880266
7	0.082170	0.885302	0.881543
8	0.074049	0.885303	0.972721
9	0.070706	0.885306	0.981653
10	0.067461	0.956753	0.981687
11	0.063634	0.960330	0.981762
12	0.060008	0.960552	0.981787
13	0.059034	0.961764	0.981791
14	0.057735	0.961771	0.995096
15	0.056173	0.961815	0.995710
16	0.054718	0.961898	0.996329
17	0.054080	0.961966	0.996346
18	0.051360	0.970108	0.996736
19	0.050227	0.970679	0.996770
20	0.049900	0.975944	0.997362
21	0.048071	0.981608	0.997509
22	0.047732	0.982800	0.997736
23	0.047570	0.983665	0.999313
24	0.047370	0.986739	0.999689
25	0.047339	0.988307	0.999716
26	0.047156	0.991375	0.999749
27	0.046018	0.991451	0.999749
28	0.044309	0.992236	0.999982
29	0.043696	0.998974	0.999988
30	0.043477	1.000000	1.000000

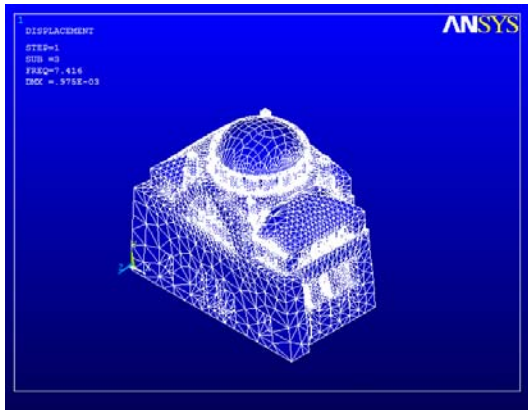
Manisa Muradiye camisinin 1., 2., 3. ve 5. mod şekilleri Şekil 2.106 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenine doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



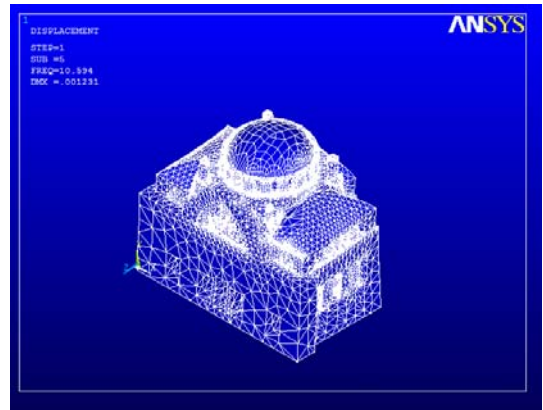
1. Mod şekli (y yönünde ötelenme)



2. Mod şekli (x yönünde ötelenme)



3. Mod şekli (Burulma)



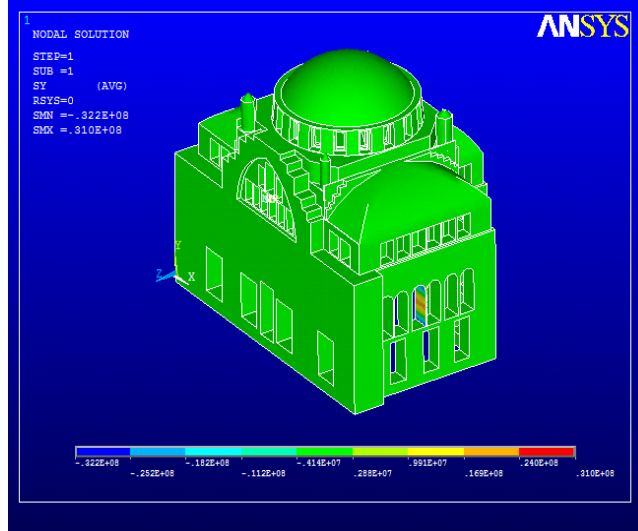
5. Mod şekli (Burulma ve ötelenme)

Şekil 2.107. Manisa Muradiye camisinin mod şekilleri

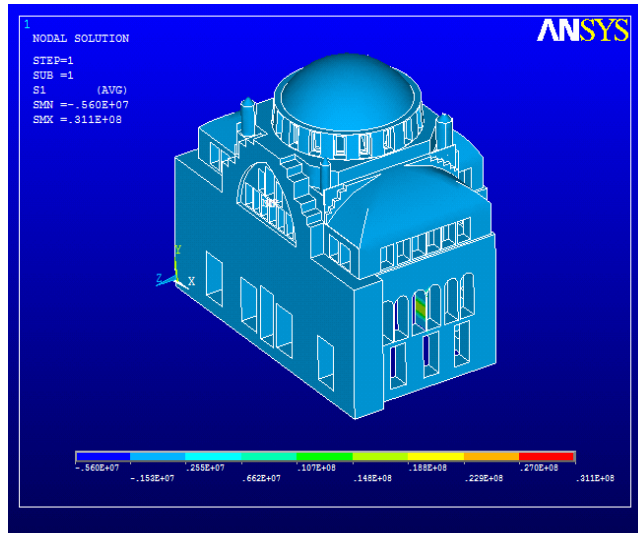
2.10.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Manisa Muradiye camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.108 de görülen düşey gerilme değerleri, -0.41 - 2.88 MPa (çekme) değerleri arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

Manisa Muradiye camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.109 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler, cami genelinde $-1.53 - 2.55$ MPa (çekme) değerleri arasında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.108. Muradiye Camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.109. Muradiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

2.11. Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisi

2.11.1. Genel Bilgiler

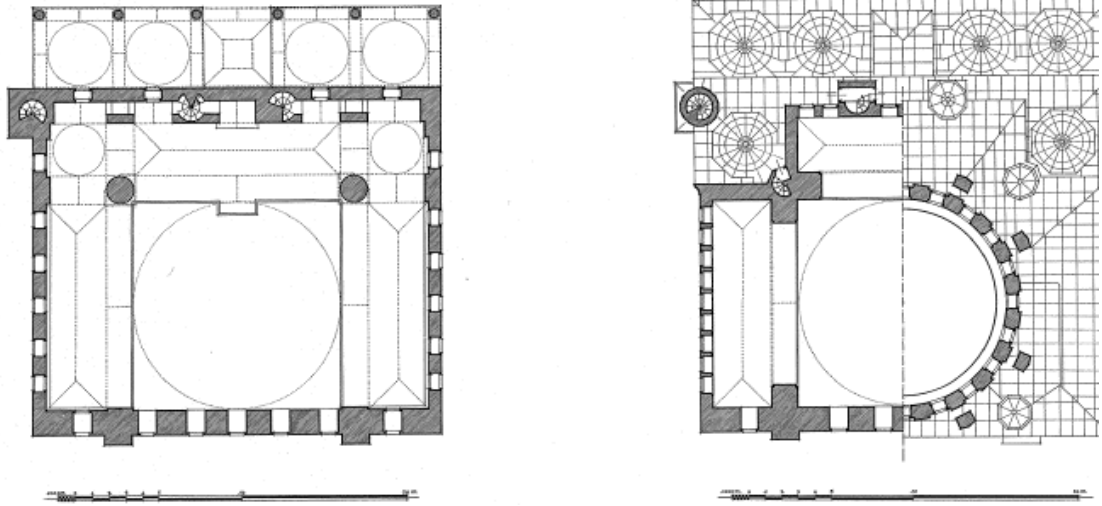
II. Selim'in vezirlerinden Zal Mahmud Paşa ve eşi, sultanın kızı Şah Sultan tarafından yaptırılan külliye, eğimli bir arazide ve iki ayrı düzeyde ustaca planlanmış; alt ve üst kotlar merdivenle birbirine bağlanmıştır. Üst terasta cami ve medrese, aşağıda başka bir medrese ve türbe vardır. Kompozisyona simetri yerine organik bir tasarım hakimdir. Eğimden dolayı cami altında tonozlu bir bodrum katı oluşmuştur. Haliç'e bakan çok güzel bir manzarası vardır. Sinan bu camisiyle alışılmış cami tasarımına zıt etkileri denemiştir. Üç yanda yer alan mahfiller, kubbeyi taşıyan ana kemerlere kadar yayılırlar. Caminin fotoğrafı Şekil 2.110 da görülmektedir.



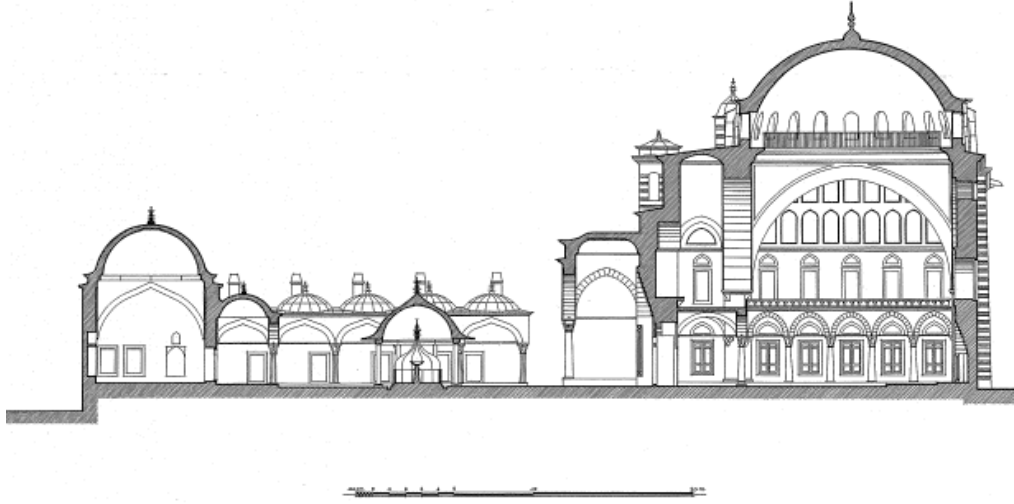
Şekil 2.110. Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi (URL-1, 2010)

Sinan'ın bütün camilerinde ana kemerler ya pencereli bir duvarla ya da bir yarım kubbe ile biterken burada kible duvarı hariç kemerlerin içi boş olup mahfillere doğru açılırlar. Böylece kubbe etkisi zayıflar, mekan üç yana doğru genişler. Pencere duvarlarıyla saklanmayan kemer kalınlıkları ortaya çıkar. Mahfiller, hem kemer hizasına kadar genişlediğinden hem de kemer üzengilerine kadar uzandığından kubbe yükseklik etkisini

kaybeder sanki insanın yetişebileceği bir seviyeye inmiş gibi olur. Mahfillerin tavanı kubbe kasnağına kadar yükselir. Dış cephedeki üç sıralı ve çok sık pencerelerden gelen ışıkla özellikle üst kat mahfilleri orta mekandan daha aydınlıktır. Ana kemerler kible tarafında payandalı duvar içinde kalır. Giriş tarafında ise yuvarlak iki fil ayağına oturur. Kible duvarı pencerelerle yere kadar delinmiş bir perde duvarı görünümündedir. Diğer yandaki ayakları ise mahfiller örter. Böylece kubbe sanki havada kalmış etkisini verir. Sinan'ın büyük camilerde uyguladığı primidal görünüş burada yoktur. Kütlenin ağırlığını azaltmak üzere özellikle yan cephelere bir sarayı andırırçasına birçok pencere açılmış ve cepheler taş-tuğla alması olarak örülmüştür (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.111 ve Şekil 2.112 de görülmektedir.



Şekil 2.111. Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi plan (URL-2, 2010)



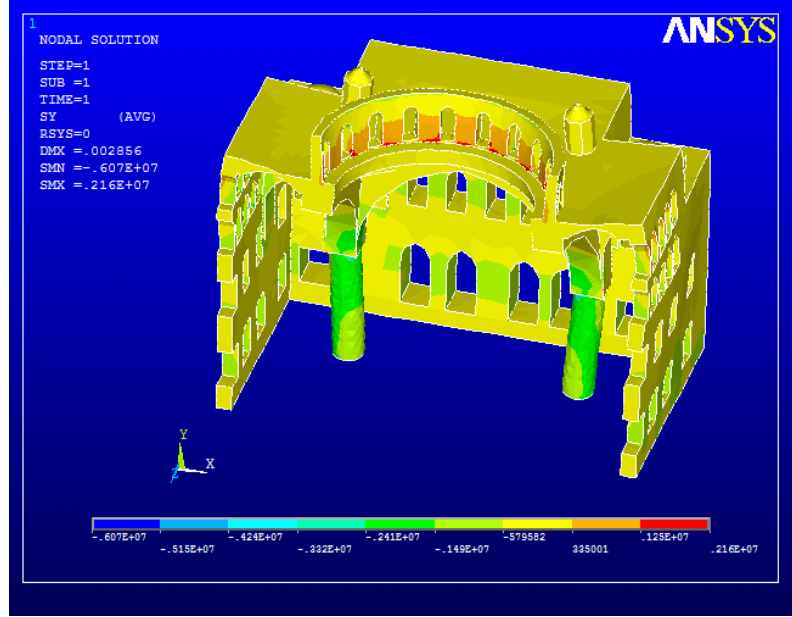
Şekil 2.112. Eyüp Zal Mahmut Paşa camisi kesit görünüşü (URL-2, 2010)

2.11.2. Analizler ve İrdemeler

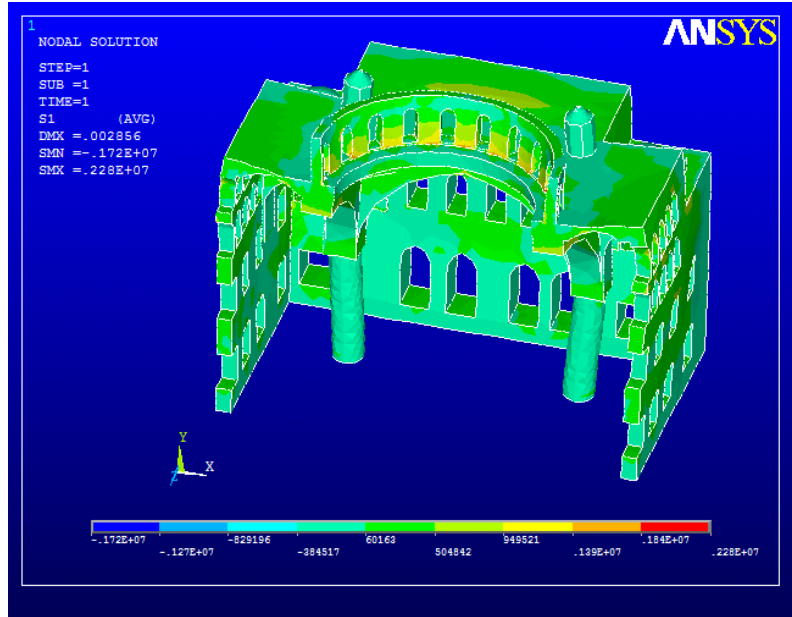
2.11.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Eyüp Zal Mahmut Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.113 den görüldüğü gibi, ana taşıyıcı ayaklarda gerilme yığılmaları görülmektedir. Basınç olan bu gerilmeler 2.4-1.49 MPa aralığındadır. Sistem düşey gerilmeler altında güvenlidir. Asıl kubbeyi taşıyan kasnak kısmında çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Bu gerilmeler 1.25-2.16 MPa aralığındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

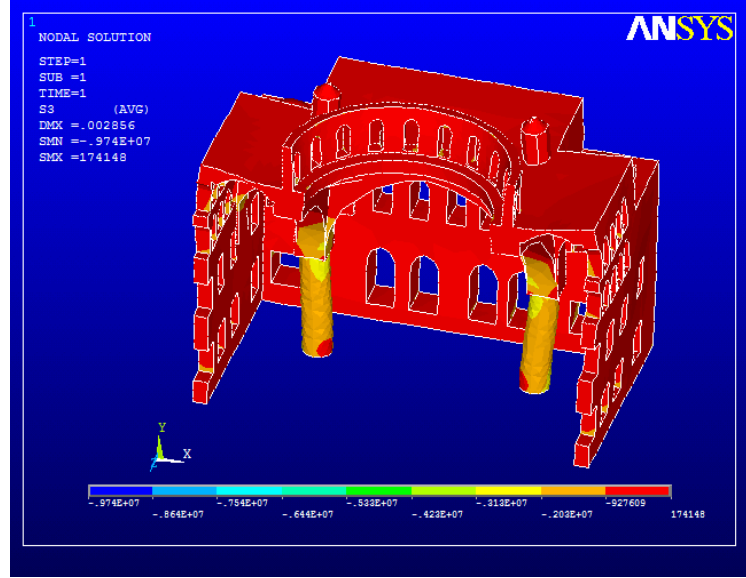
Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.114 ve Şekil 2.115 de verilmektedir. 1. asal gerilme değerleri asıl kubbeyi taşıyan kasnak kısmı alt noktalarında maksimum değerine ulaşmakta, buralarda çekme gerilmesi şeklinde 1.39 -1.84 MPa aralığında oluşmaktadır. 3. asal gerilmeler ana taşıyıcı ayaklarda yoğunlaşmakta, fakat basınç şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gerilme değerleri 3.13 - 2.03 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.113. Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.114. Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.115. Zal Mahmut Paşa camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

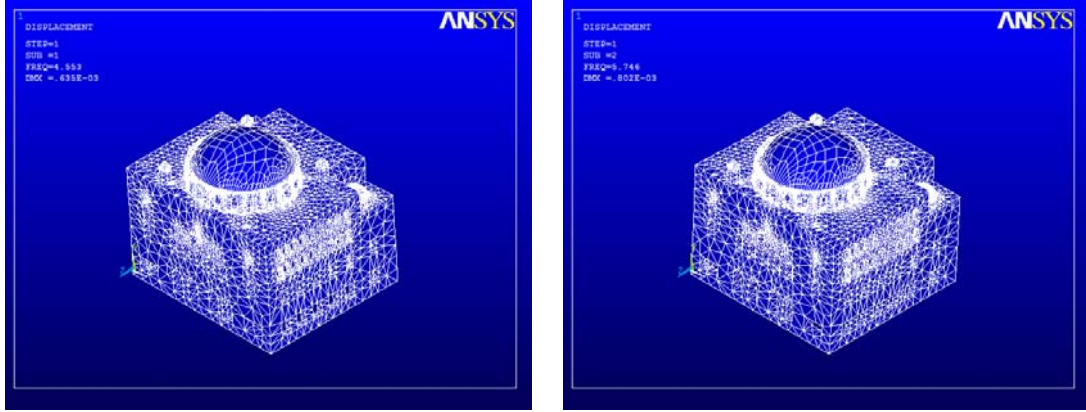
2.11.2.1. Modal Analiz

Zal Mahmut Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.16 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Zal Mahmut Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.16. Zal Mahmut Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksen doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksen doğrultusu)
1	0.21963	0.0000121397	0.879577
2	0.17402	0.889400	0.879601
3	0.12283	0.900082	0.879670
4	0.11047	0.900082	0.880339
5	0.10507	0.900084	0.880349
6	0.098742	0.900090	0.882985
7	0.094768	0.904283	0.882994
8	0.082368	0.912946	0.883004
9	0.080923	0.912976	0.886346
10	0.066012	0.912982	0.912808
11	0.063076	0.913586	0.914618
12	0.061542	0.919257	0.915718
13	0.061094	0.921746	0.921780
14	0.060181	0.930330	0.921781
15	0.056392	0.930357	0.924088
16	0.054793	0.932046	0.937059
17	0.054292	0.977792	0.937255
18	0.051402	0.978401	0.937262
19	0.051102	0.979118	0.941040
20	0.048997	0.981012	0.943431
21	0.048600	0.981176	0.981004
22	0.047728	0.981177	0.982266
23	0.046965	0.982719	0.986598
24	0.046847	0.984347	0.992796
25	0.046053	0.984350	0.992890
26	0.045901	0.985982	0.993069
27	0.045041	0.986032	0.999913
28	0.044751	0.991884	0.999970
29	0.042895	0.998485	0.999987
30	0.042590	1.000000	1.000000

Zal Mahmut Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.116 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenı doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.



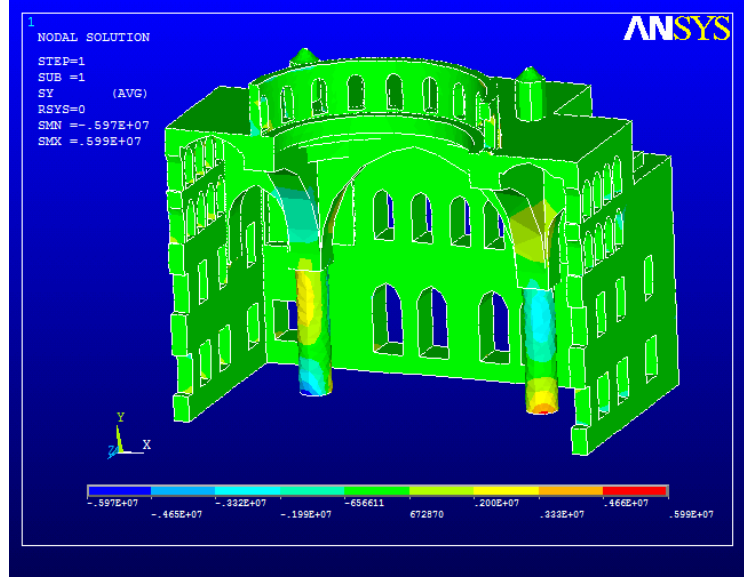
1.Mod şekli (y eksenini doğrultusu ötelenme) 2.Mod şekli (x eksenini doğrultusu ötelenme)

Şekil 2.116. Zal Mahmut Paşa camisinin ilk iki mod şekli

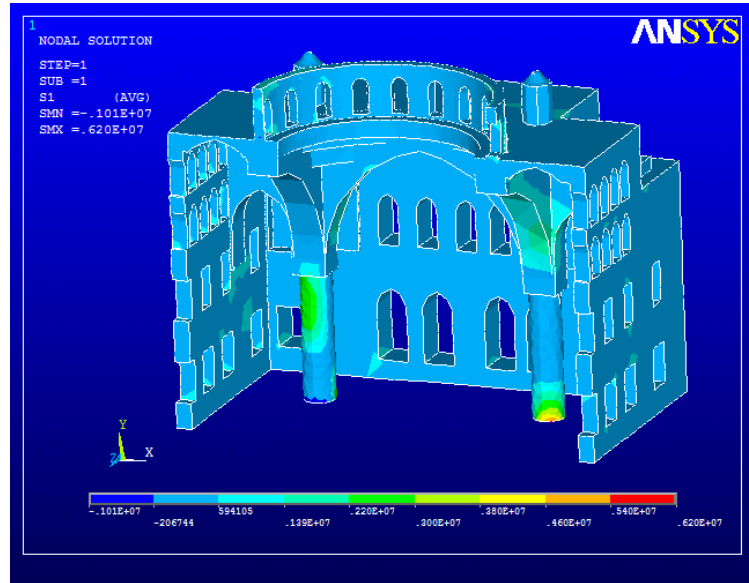
2.11.2.1. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Zal Mahmut Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.117 de görülen düşey gerilme değerleri, ana taşıyıcı ayak alt noktalarında artış göstermiştir. buralarda gerilme değerleri, 4.66 -5.99 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

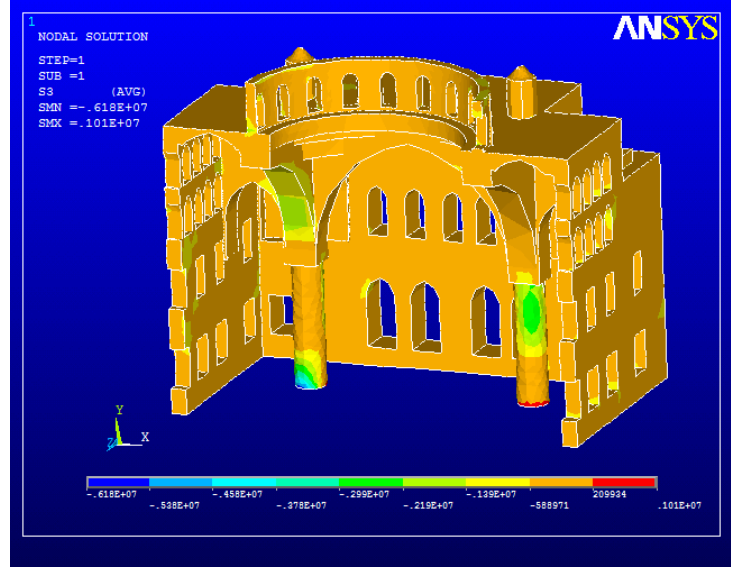
Zal Mahmut Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.118 ve Şekil 2.119 da görülmektedir. 1. asal gerilme değerleri ana taşıyıcı ayakların alt kısımlarına doğru maksimum değerlerine ulaşmakta ve çekme olarak ortaya çıkmaktadır. En alt noktadaki değerler 5.4 - 6.2 MPa aralığındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır. 3. asal gerilmeler ana taşıyıcı ayakların alt noktalarında maksimum değerlere ulaşmaktadır. Elde edilen gerilmeler basınçtır ve gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.117. Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.118. Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.119. Zal Mahmut Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.12. İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisi

2.12.1. Genel Bilgiler

Yapı topluluğunun merkezinde bulunan cami kareye yakın dikdörtgen planlı olup, üzeri merkezi bir kubbe ile örtülmüştür. Kubbeye geçisi sağlayan tromplar caminin dışında, üst örtüsünde kendini açıkça belli etmektedir. Merkezi kubbe yarım kubbelerle takviye edilmiştir. Kubbe kasağını çepeçevre kuşatan ve yan duvarlarda ise mihrap duvarındaki pencereler ile ibadet mekanı son derece güzel biçimde aydınlatılmıştır. İbadet mekanında çiniye yer verilmeyişi, o dönem yapıları içerisinde karşılaşılmayan bir örnektir. Camideki mermer işlerinin yanı sıra ahşap işçiliği de ileri bir düzeydedir.

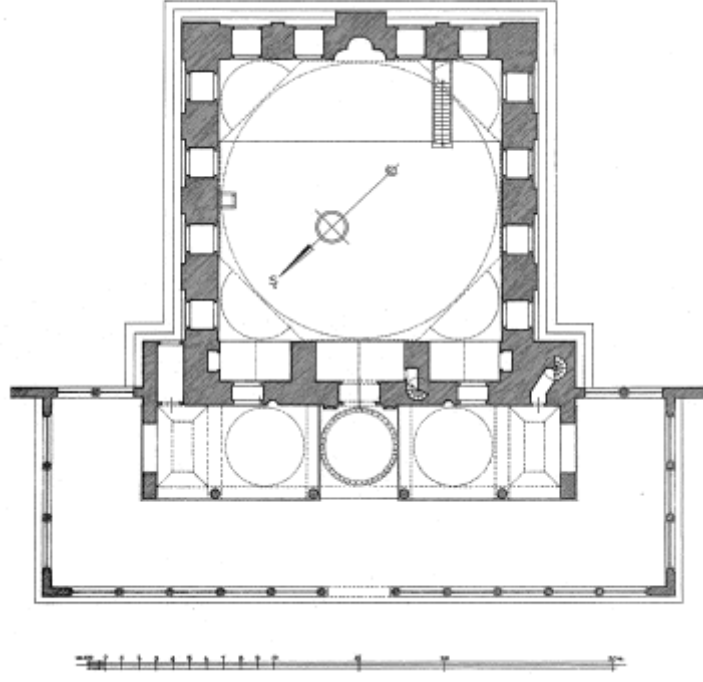
Mermer mihrap ve minberi geometrik bezemelerle kaplıdır. Bunların üzerindeki stalaktitler ve geometrik bezeme son derece güzel işlenmiş olup, diğer Osmanlı minberlerinde karşılaşılmayacak kadar farklı ve ince bir işçilik göstermektedir. Caminin batı duvarında ana giriş kapısı bulunmaktadır. Giriş kapısının bulunduğu duvar diğer üç cephe duvarından daha önce yapılmış olduğundan caminin ibadet mekanına doğru iki dayanak ile takviye edilmiştir. Bunlar birbirleri ile ve duvarlara kemerlerle bağlanmış, üç küçük eyvan meydana getirilmiştir. Böylece kapının üzerinde ikinci bir kat, müezzin mahfili ile maksureler oluşturulmuştur. Caminin portali stalaktitli olup, çevresi mermer

frizlerle kuşatılmıştır. Caminin son cemaat yeri stalaktit başlıklı dört mermer sütun ve iki müstakil ayaktan meydana gelmiş olup, üzeri üç kubbe ve iki beşik tonoz ile örtülüdür. Son cemaat yerinde ayrıca ahşap çatılı bir de galeri vardır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.120 de görülmektedir.

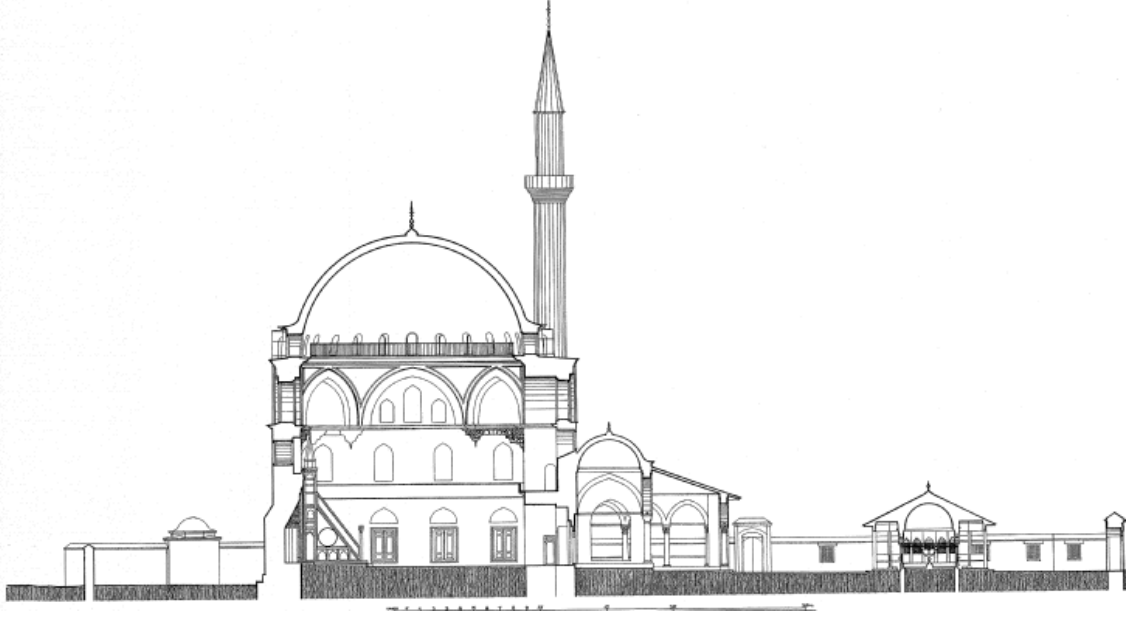


Şekil 2.120. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

Avlunun ortasında piramidal çatılı on iki köşeli bir şadırvan bulunmaktadır. Avlunun güneybatısına da iki bölümden oluşan bir çeşme yerleştirilmiştir (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.121 ve Şekil 2.122 de görülmektedir.



Şekil 2.121. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

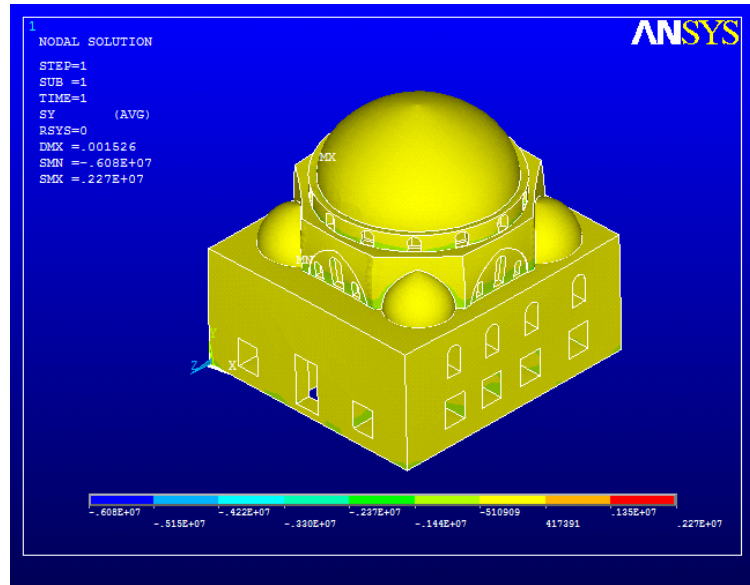


Şekil 2.122. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.12.2. Analizler ve İrdemeler

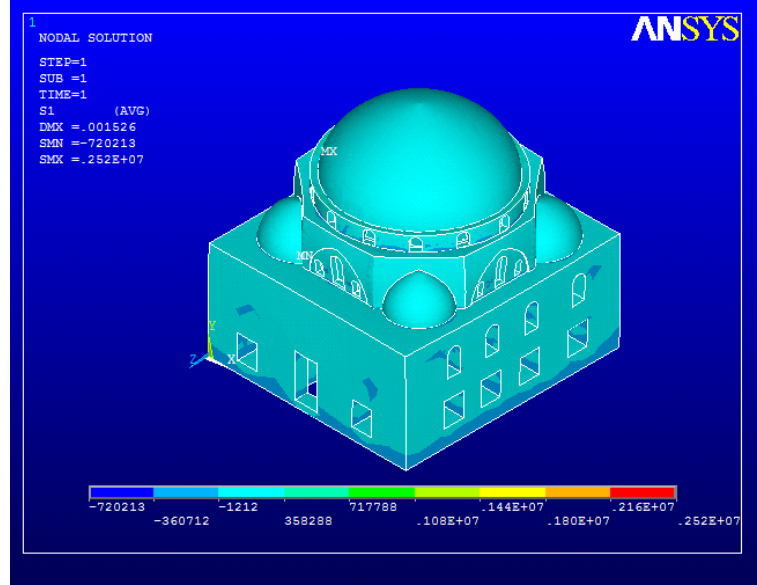
2.12.2.1. Öz Ağırlık Analizi

İzmit Pertev Mehmet Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.123 den görüldüğü gibi, gerilmelerin cami genelinde -0.51 - 0.41 MPa değerleri arasında kaldığı görülmektedir. Alt pencere kenarlarında basınç gerilme değerlerinde artış olmuş, buralarda da gerilmeler 2.37 - 1.44 MPa (basınç) değerleri arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

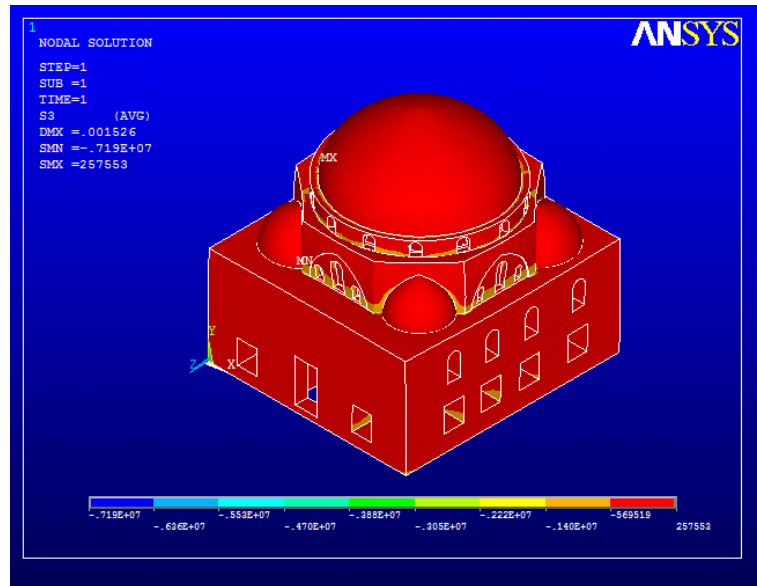


Şekil 2.123. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.124 ve Şekil 2.125 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin 0.358 - 0.71 MPa (çekme) arasında kaldığı görülmektedir. 3. asal gerilmeler -0.57 - 0.257 MPa değerleri arasındadır. Kubbe kasnağı alt kısımlarında ve pencere boşlukları altlarında gerilmeler basınç şeklinde ve 1.40 - 0.57 MPa (basınç) gerilme aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.124. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.125. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.12.2.2. Modal Analiz

İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak

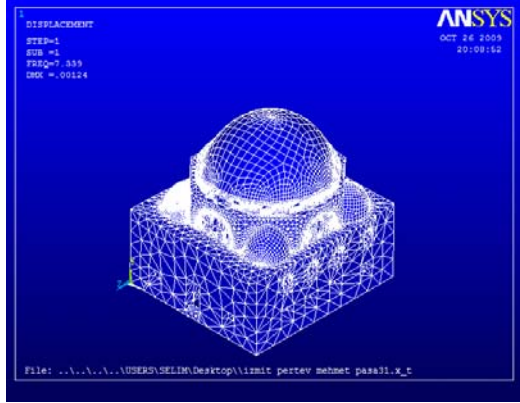
modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.17 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.17. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri

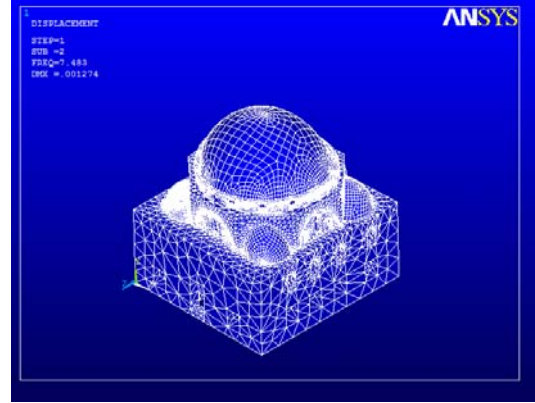
MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.13626	0.532813	0.0194502
2	0.13364	0.553443	0.595485
3	0.11346	0.553452	0.604135
4	0.087397	0.560510	0.604161
5	0.082235	0.627322	0.616135
6	0.081327	0.639298	0.808071
7	0.079202	0.655923	0.810435
8	0.074667	0.656168	0.810543
9	0.072503	0.657544	0.849710
10	0.068266	0.863860	0.850743
11	0.067131	0.868641	0.934272
12	0.060681	0.870513	0.934272
13	0.060143	0.870821	0.934691
14	0.058759	0.883633	0.935891
15	0.058156	0.885587	0.941540
16	0.055504	0.885601	0.941551
17	0.054048	0.926885	0.941755
18	0.053381	0.927367	0.978936
19	0.052458	0.942251	0.979003
20	0.051639	0.944185	0.979215
21	0.051039	0.944395	0.979713
22	0.049760	0.946449	0.980388
23	0.049602	0.948337	0.981585
24	0.048977	0.953372	0.982040
25	0.048217	0.956197	0.982515
26	0.047861	0.975840	0.984566
27	0.047430	0.982076	0.992423
28	0.044349	0.999220	0.992424
29	0.043454	0.999431	0.999988
30	0.043354	1.000000	1.000000

İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin 1.,2., 9. ve 10. mod şekilleri Şekil 2.126 da görülmektedir. İlk iki mod ötelenme şeklinde ortaya çıkmış, hareketin yaklaşık %55 lik

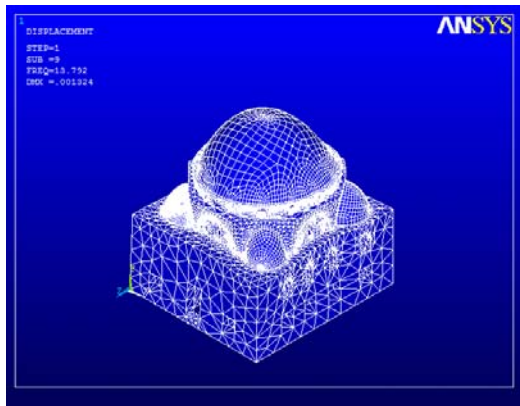
kısmını oluşturmuştur. Daha ilerideki etkin olan modlar, kubbe ve altındaki askı kemer sistemine sıkıştırma şeklinde ortaya çıkmıştır.



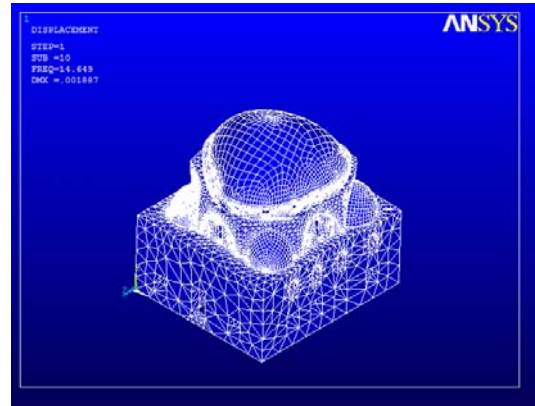
1.Mod şekli (x ekseninde doğrultusunda ötelenme)



2.Mod şekli (y ekseninde doğrultusunda ötelenme)



9. Mod şekli (Kubbeye basınç)



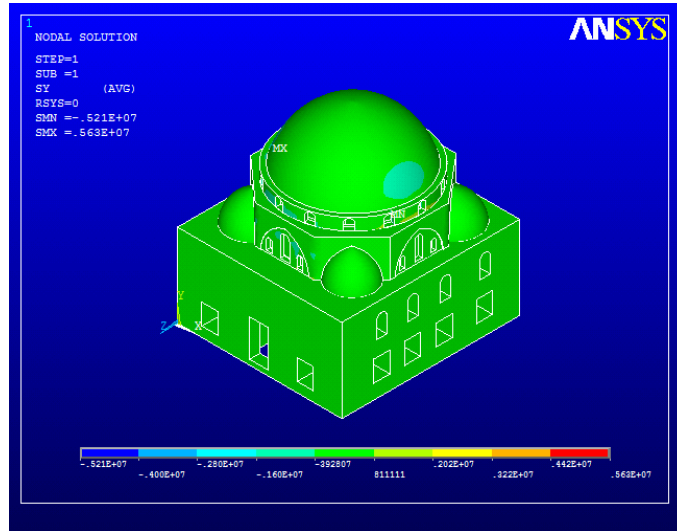
10. Mod şekli (Kubbeye basınç)

Şekil 2.126. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri

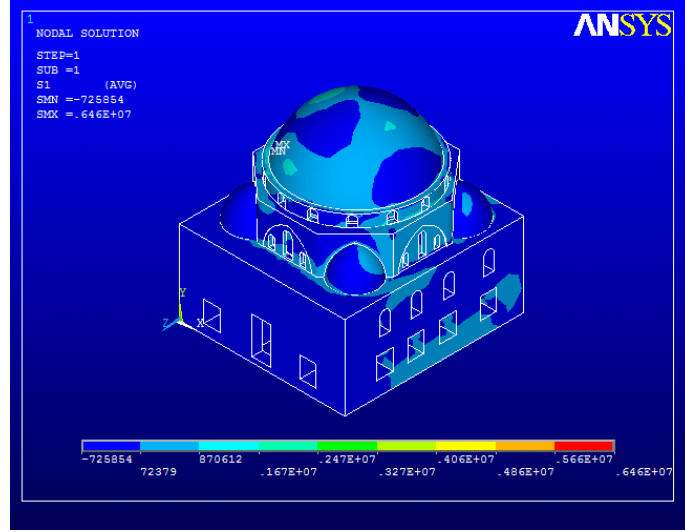
2.12.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.127 de görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde -0.39-0.81 MPa değerleri arasında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

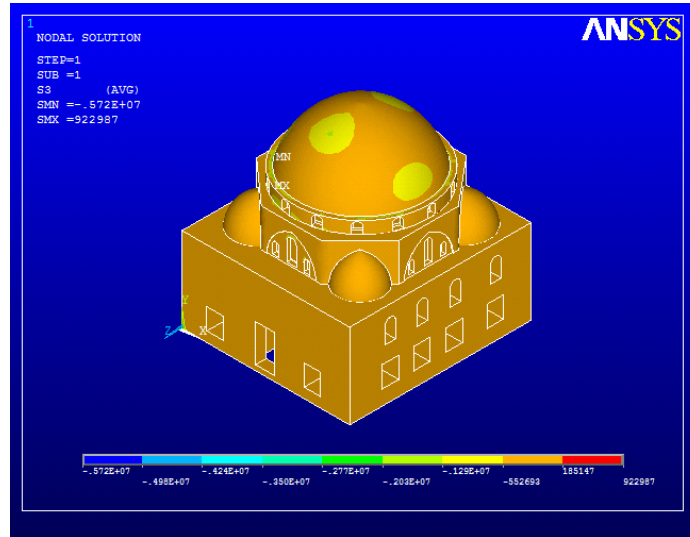
İzmit Pertev Mehmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.128 ve Şekil 2.129 da görülmektedir. 1. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak, pencere kenarlarında 0.87 - 1.67 MPa değerleri arasında çekme olarak oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak -0.55 - 0.18 MPa değerleri arasında oluşmuştur. Kubbe kasnağı alt kısımlarında gerilmeler 2.77 - 2.03 MPa (basınç) değerleri arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.127. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.128. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.129. İzmit Pertev Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.13. Diyarbakır Behram Paşa Camisi

2.13.1. Genel Bilgiler

Diyarbakır'da XVI. yüzyıla ait camidir. Şehrin güneyinde Mardin Kapısı civarındadır. Diyarbakır'ın on üçüncü Osmanlı valisi ve beylerbeyi olan Sokullu ailesinden Kara Şahin Mustafa Paşa'nın oğlu Behrâm Paşa tarafından yaptırılmıştır. Cümle

kapısındaki kitabeden inşasına 972 (1564) yılında başlanıp 980 (1572) yılında tamamlanmış olduğu anlaşılmaktadır. Mimar Sinan'ın İstanbul dışındaki önemli bir eseri ve bir deneme yapısı olarak değerlendirilmekte, ancak adı Sinan'ın eserlerine dair kaynaklardan sadece Tuhfetü'l-mi'mânn'de geçmektedir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.130 da görülmektedir.

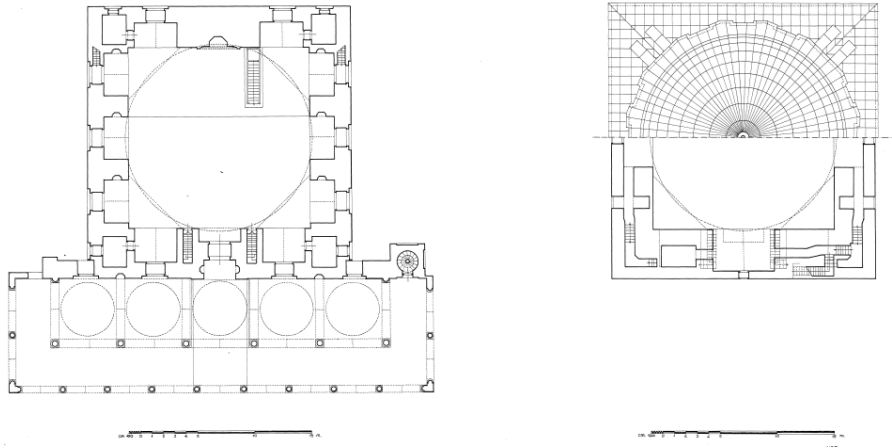


Şekil 2.130. Diyarbakır Behram Paşa camisi (URL-1, 2010)

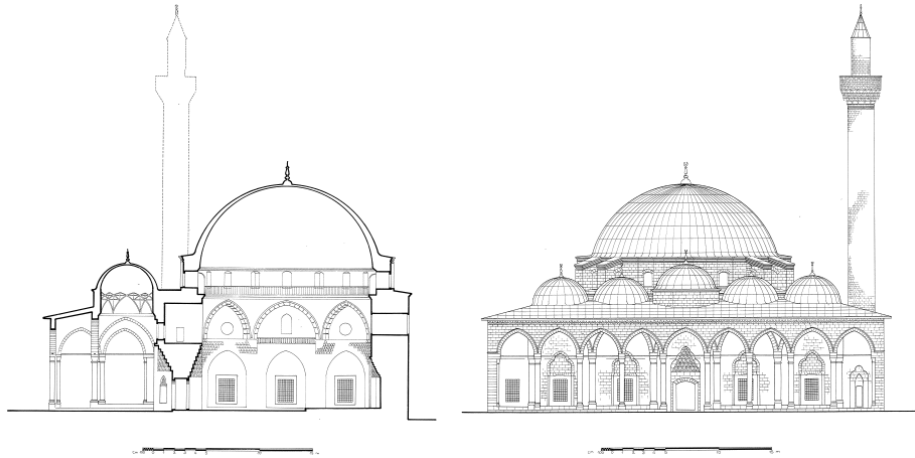
Tamamen kesme taştan, tek kubbeli ve tek minareli, son cemaat yeri çifte revaklı ve sakıflı bir camidir. Aslında bir külliye olarak düşünüldüğü anlaşılmaktadır; hamamı da ayaktadır. Avlusundaki şadırvanda boğumlu düğümlü sütunlar dikkati çeker. Minaresi 1928 yılında kısmen yıkılmış ve ertesini yıl aynı üslûpta tamir edilmiştir. İlgi çekici mimarisinin en önemli özelliğini tek kubbeli hariminin duvarlarındaki hareket teşkil etmektedir. Dört duvara oturan tromplu kubbe ile örtülü yapı sisteminde bir değişiklik yapılarak kalın tutulan duvarlarda dikdörtgen boşluklar elde edilmiştir. Bunların her birinde küçük birer mihrap nişi bulunduğu ve aralara ikinci kat mahfillerinin yerleştirilmiş olduğu görülmektedir. Böylece kubbe de dört duvar yerine bir bakıma sekizgen bir ayak sistemine oturtulmuş olmaktadır. Kalın duvarlarda boşluklar bırakmanın sonucu dört köşede dört tane kare mekân ortaya çıkmıştır. Bunlardan mihrap yönünde bulunan ve küçük kubbeciklerle Örtülü birer hücre meydana getiren boşluklara iç taraftan girilmektedir. Aslında beş kubbeli olan son cemaat yeri, dıştan sütunlarla çevrilip meyilli bir çatı altına alındığından geniş bir sakıf meydana getirmekte ve bu özelliği ile bölgedeki yazın namazları açık havada kılma geleneğine de uygun bir karakter kazanmış olmaktadır.

Son cemaat yeri cepheleri dahil duvarlarda iki değişik renkte taş kullanılmış olması dış görünümüne dekoratif bir hareketlilik sağlamıştır. İçte ise tromp ayaklarındaki mukarnas dolgular mimari süsleme elemanları olarak dikkati çekmekte ve duvarları kaplayan XVI. yüzyıl iznik çinileri de cümle kapısındaki iki renkli görünüme katılmaktadırlar.

İstanbul'da Bâlî Paşa ve Silivrikapı İbrahim Paşa camilerinin ana mekân şemaları İle yakın benzerliğe sahip olan Diyarbakır Behram Paşa Camisi, bir tek kaynaktan adı geçmekle beraber Sinan'ın önemli deneme yapıları arasında sayılmaktadır (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.131 ve Şekil 2.132 de görülmektedir.



Şekil 2.131. Diyarbakır Behram Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

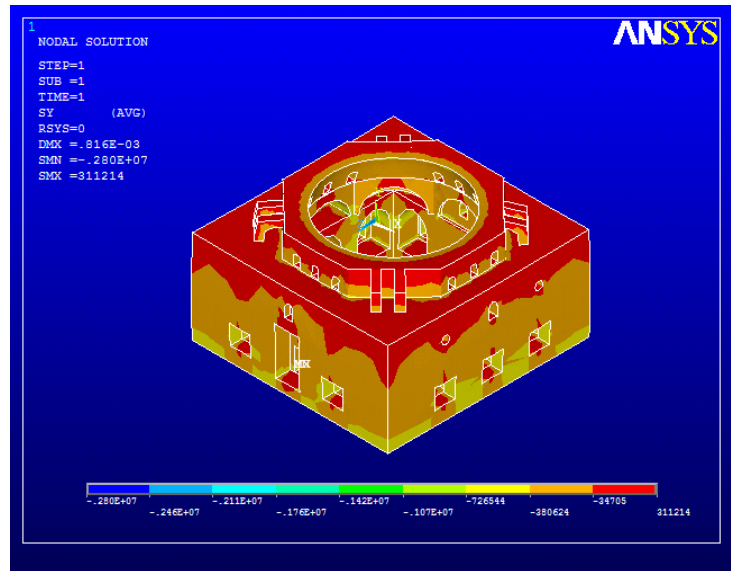


Şekil 2.132. Diyarbakır Behram Paşa camisi kesit ve görünüş (URL-2, 2010)

2.13.2. Analizler ve İrdellemeler

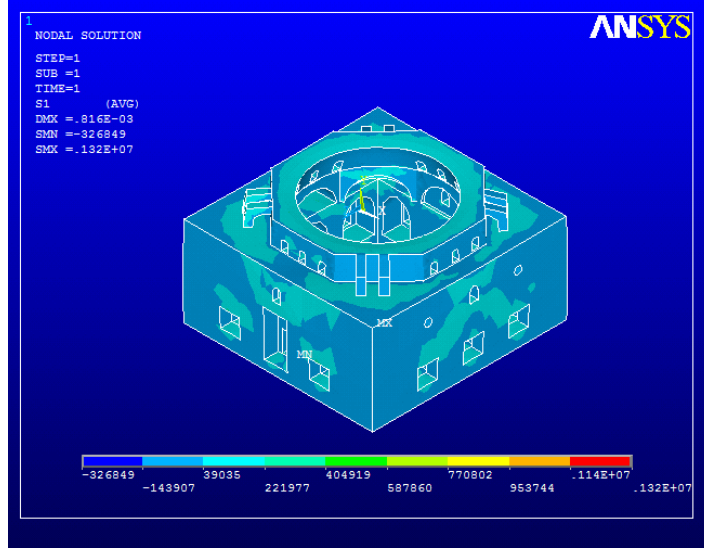
2.13.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Diyarbakır Behram Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.133 den görüldüğü gibi, gerilmeler cami tabanına doğru artış göstermiş, buralarda gerilmeler 0.72-0.38 MPa (basınç) değerleri arasında belirmiştir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

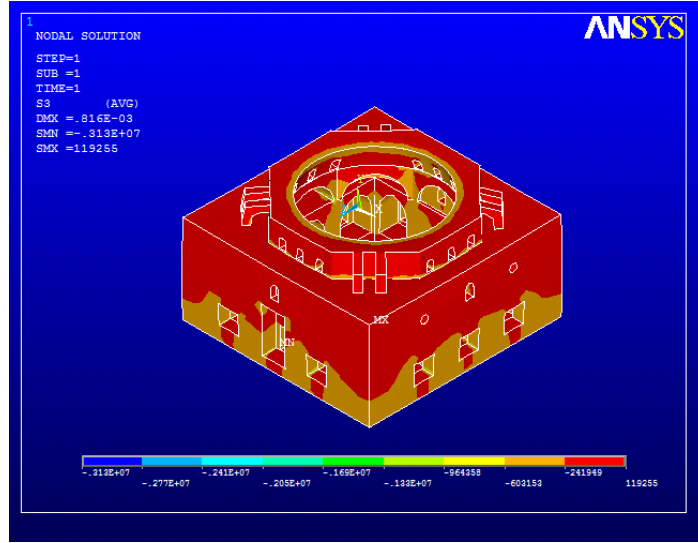


Şekil 2.133. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.134 ve Şekil 2.135 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde çekme gerilmesi olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Pencere kenarlarında gerilmeler artış göstermiş, 0.22-0.40 MPa değerleri arasında kalmıştır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklindedir. Alt noktalarda gerilmeler artış göstermiş, bu noktalarda değerler 0.60 - 0.24 MPa (basınç) arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.134. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.135. Diyarbakır Behram Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

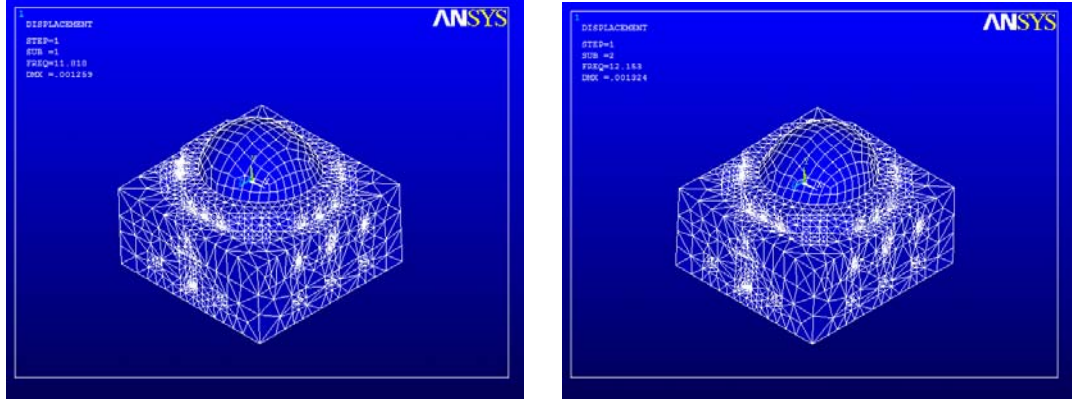
2.13.2.2. Modal Analiz

Diyarbakır Behram Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.18 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Diyarbakır Behram Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.18. Diyarbakır Behram Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.084619	0.0000203566	0.882512
2	0.082283	0.812008	0.882650
3	0.077970	0.813887	0.898117
4	0.069788	0.835271	0.898175
5	0.057490	0.862837	0.898713
6	0.056715	0.863900	0.985470
7	0.054656	0.966073	0.985806
8	0.047781	0.966306	0.986737
9	0.047287	0.969232	0.988605
10	0.046751	0.969618	0.988666
11	0.046649	0.978445	0.988810
12	0.046581	0.981604	0.988853
13	0.045336	0.981743	0.988888
14	0.045310	0.985632	0.991054
15	0.042253	0.985641	0.991058
16	0.042099	0.985995	0.991411
17	0.040618	0.985999	0.992812
18	0.040019	0.994975	0.992869
19	0.039628	0.995493	0.992884
20	0.038464	0.996566	0.992890
21	0.038376	0.996567	0.993638
22	0.037986	0.996599	0.993641
23	0.037982	0.996630	0.993654
24	0.036123	0.999112	0.994197
25	0.035943	0.999958	0.994861
26	0.035044	0.999967	0.999901
27	0.034610	0.999994	0.999916
28	0.034508	0.999994	0.999948
29	0.032438	0.999999	1.000000
30	0.031773	1.000000	1.000000

Diyarbakır Behram Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.136 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.

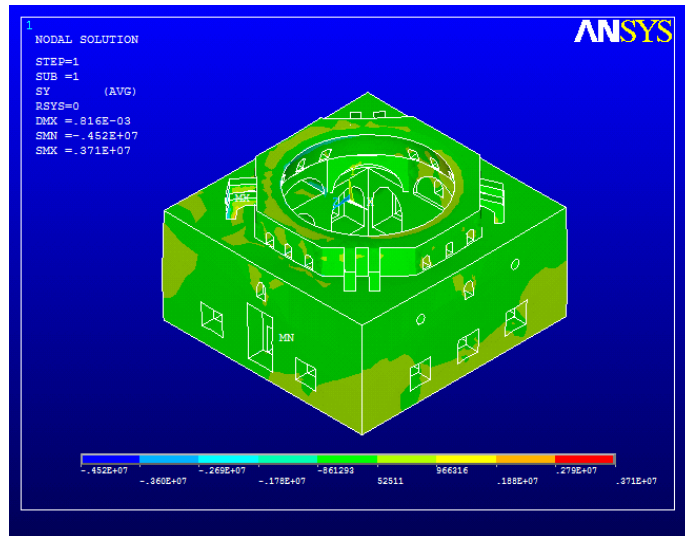


1. Mod şekli (y eksenini doğrultusu ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenini doğrultusu ötelenme)

Şekil 2.136. Diyarbakır Behram Paşa camisinin ilk iki mod şekli

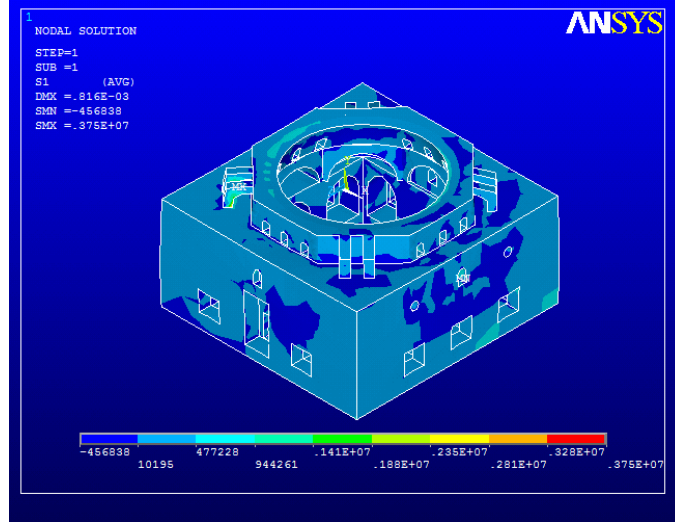
2.13.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Diyarbakır Behram Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.137 de görülen düşey gerilme değerleri, cami tabanına doğru artış göstermiş, buralarda maksimum 0.96 MPa değerine ulaşmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

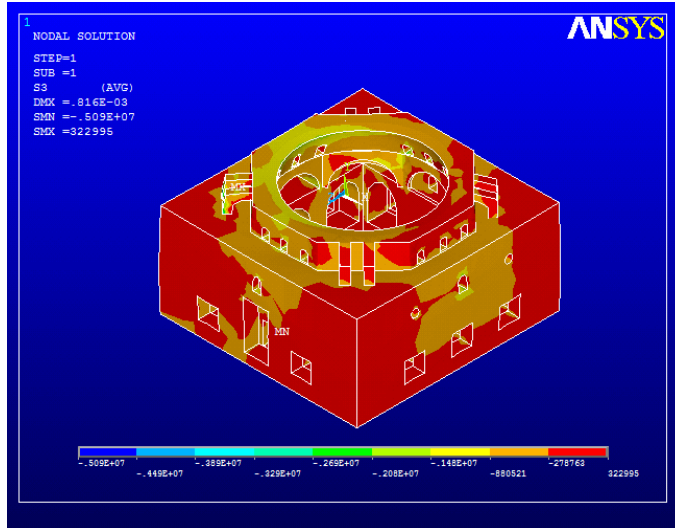


Şekil 2.137. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Diyarbakır Behram Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.138 ve Şekil 2.139 da görülmektedir.



Şekil 2.138. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



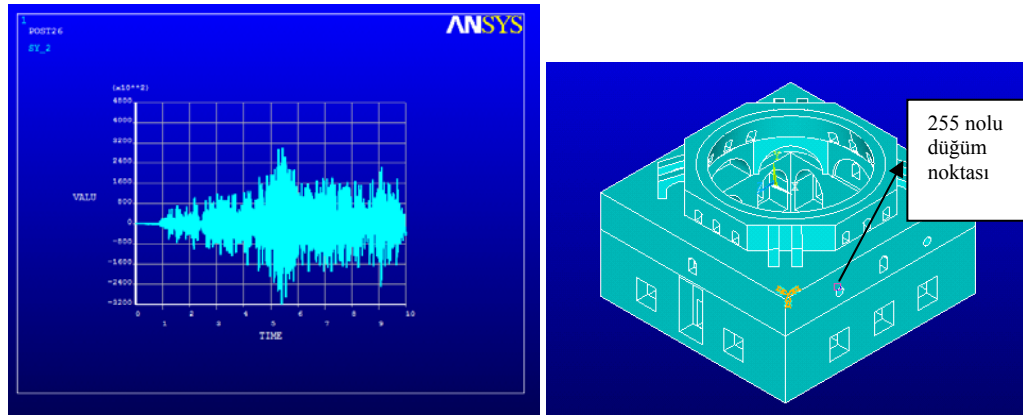
Şekil 2.139. Diyarbakır Behram Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

1. asal gerilmeler ana kubbe kasağı destek elemanları alt noktalarında maksimum değerlere ulaşmıştır. Cami taşıyıcı kısmında ise gerilmeler çekme olarak cami tabanı köşelerinde ve pencere altlarında artmıştır. Bu noktalarda gerilmeler 0.94-1.41 MPa

arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. Sistemde 3. asal gerilme dağılımı basınçtır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır

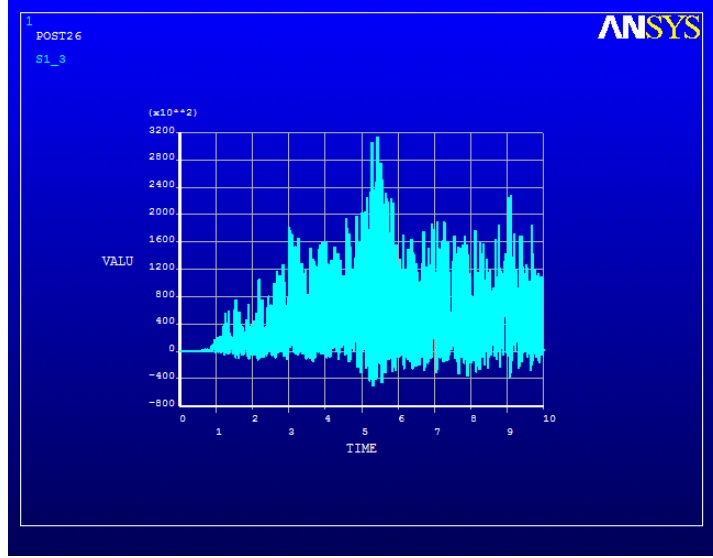
2.13.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Diyarbakır Behram Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 10 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. Cami yan duvarı üst penceresi kenarında bulunan 255 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.140 da sunulmaktadır.

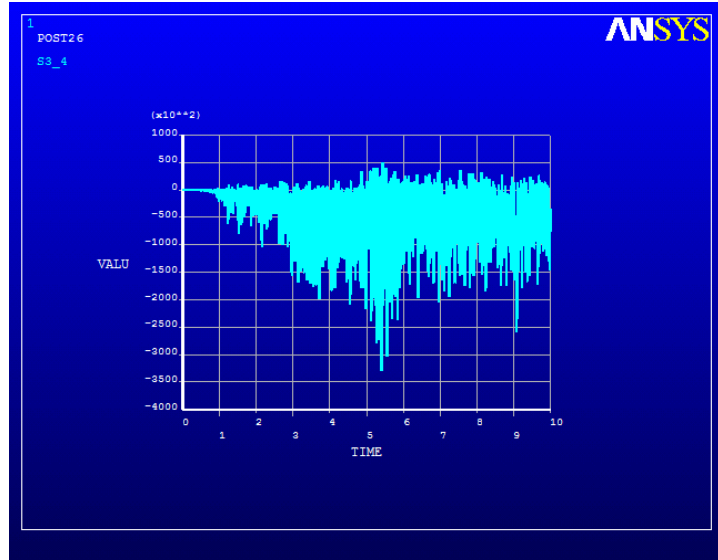


Şekil 2.140. 255 nolu nokta ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.141 ve 2.142 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, . asal gerilme değerleri -0.05–0.31 MPa arasında, düşey gerilme değerleri -0.32–0.30 MPa arasında, 3.asal gerilme değerleri -0.33–0.049 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

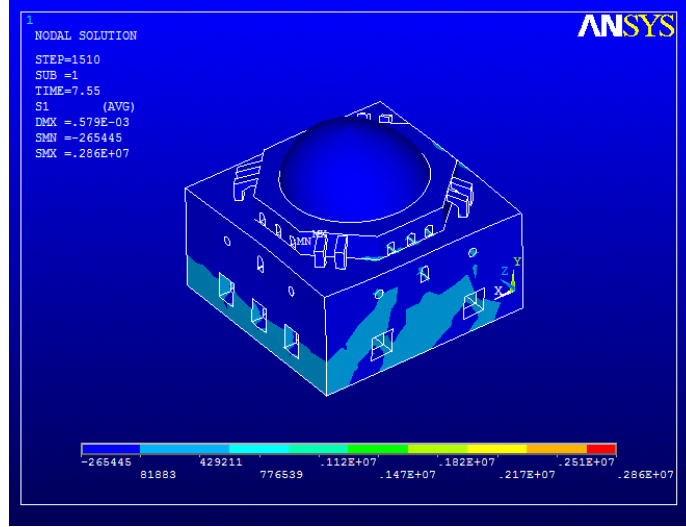


Şekil 2.141. 255 nolu nokta 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.142. 255 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Diyarbakır Behram Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 7.55 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.143 de sunulmaktadır. Gerilme değerleri çekme olarak oluşmaktadır. Etkili değerler 0.429 – 0.776 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.143. T= 7.55 s'deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

2.14. Mesih Mehmet Paşa Camisi

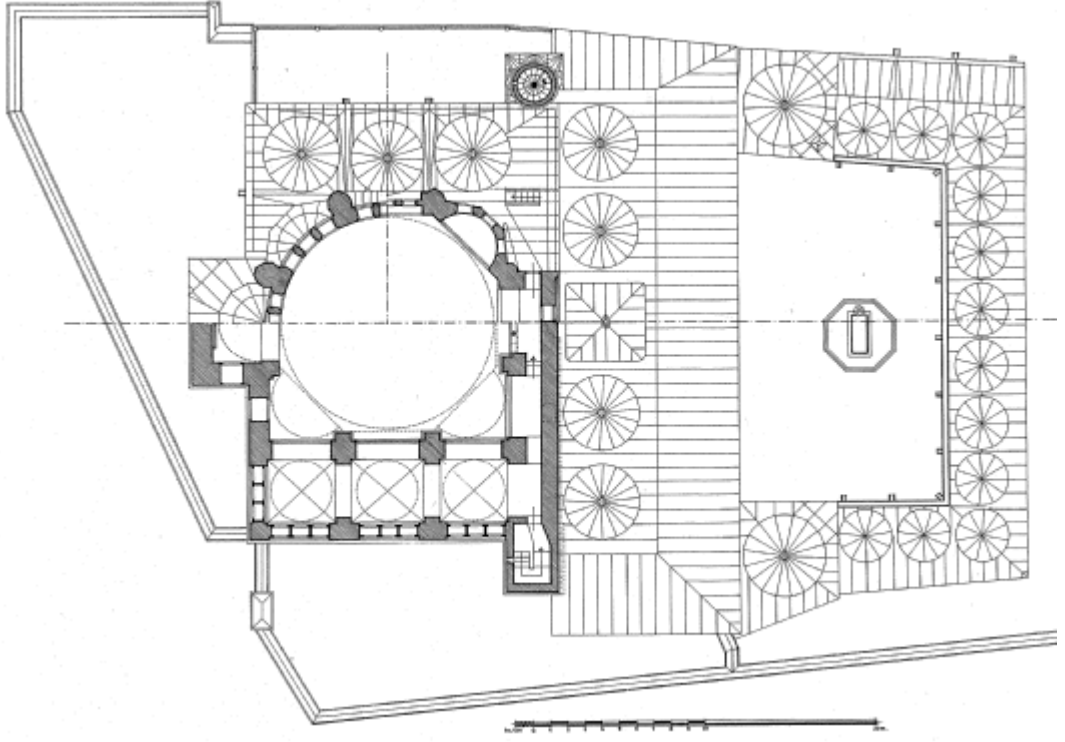
2.14.1. Genel Bilgiler

Sekiz dayanaklı camilerdendir. Orta mekanın iki yanına ikişer katlı yan sahnınlar eklenmiştir. Yan sahnınlar alt katta iç mekana katılmaz, cami çevresinde kapalı bir bölüm oluşturur; üst katta ise orta mekana kemerlerle açılır, böylece mekan yukarıda genişler. İç mekandaki ışık etkisi bu yüzden oldukça farklıdır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.144 de görülmektedir.

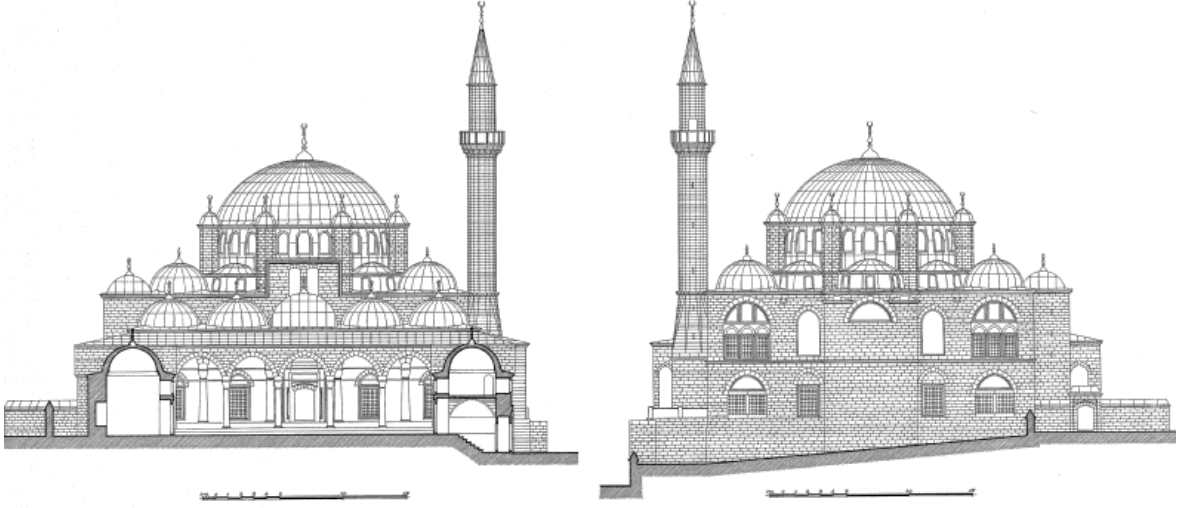


Şekil 2.144. Mesih Mehmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

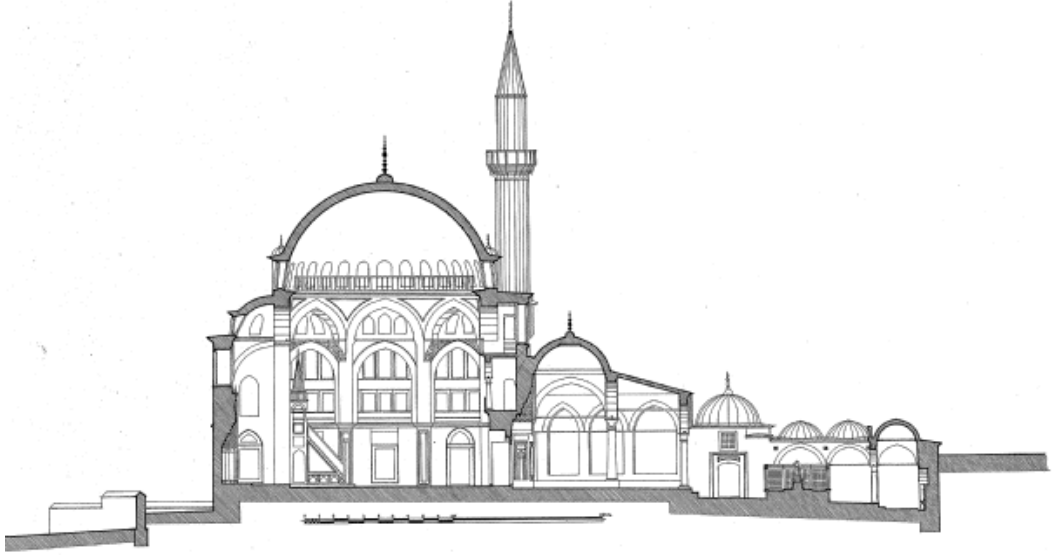
Çini bezemeler ve mermer minber ilgi çekicidir. Avlusu ortasındaki açık türbesi ve granitten yüksek sütunlu çifte son cemaat yeri ile değişik bir mekanda olduğunuzu hissettirir (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.145, Şekil 2.146 ve Şekil 2.147 de görülmektedir.



Şekil 2.145. Mesih Mehmet Paşa camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.146. Mesih Mehmet Paşa camisi görünüşler (URL-2, 2010)

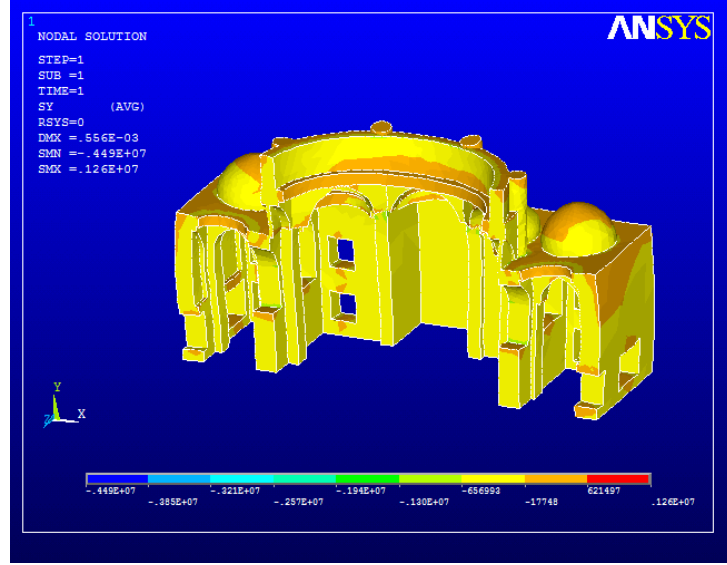


Şekil 2.147. Mesih Mehmet Paşa camisi kesit görünüşü (URL-2, 2010)

2.14.2. Analizler ve İrdemeler

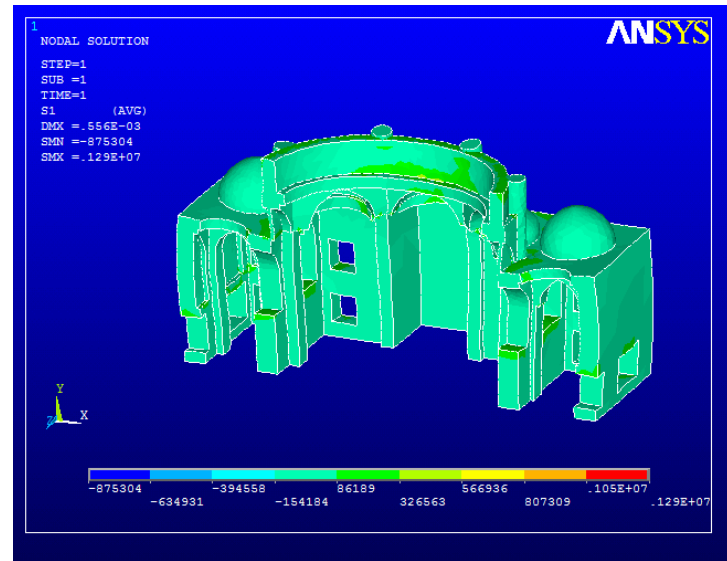
2.14.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Mesih Mehmet Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.148 den görüldüğü gibi cami genelinde gerilmelerin basınç olarak 0.65-0.017 MPa arasında oluştuğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.148. Mesih Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.149 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde $-0.15-0.08$ MPa değerleri arasında olduğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.149. Mesih Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

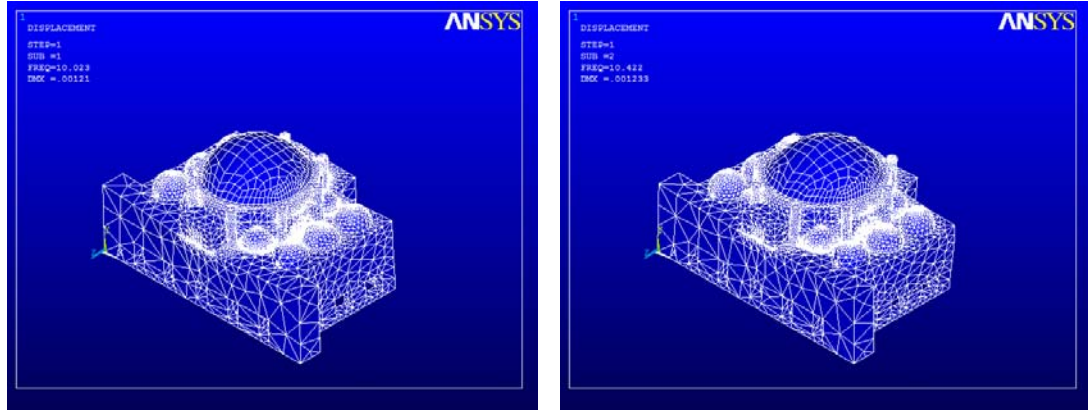
2.14.2.2. Modal Analiz

Mesih Mehmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.19 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Mesih Mehmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.19. Mesih Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri

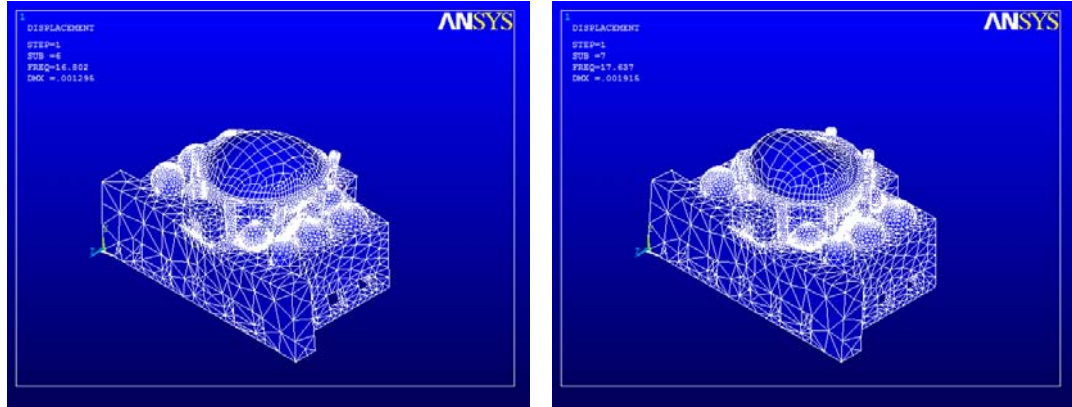
MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenine doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenine doğrultusu)
1	0.099772	0.0000193036	0.703473
2	0.095950	0.575901	0.703485
3	0.080688	0.575932	0.750472
4	0.070561	0.607784	0.750527
5	0.060937	0.619623	0.750714
6	0.059518	0.757384	0.750864
7	0.056698	0.757498	0.885969
8	0.056137	0.758082	0.929527
9	0.052049	0.758209	0.944591
10	0.048565	0.780544	0.944599
11	0.047786	0.780771	0.946327
12	0.047132	0.877853	0.946351
13	0.045183	0.878090	0.957477
14	0.044564	0.878130	0.969029
15	0.043905	0.900299	0.969057
16	0.042363	0.900340	0.969147
17	0.042219	0.905972	0.969152
18	0.041427	0.912768	0.969165
19	0.039781	0.914768	0.981485
20	0.039706	0.921082	0.984899
21	0.038763	0.921107	0.985833
22	0.037425	0.921111	0.985888
23	0.037122	0.921310	0.988384
24	0.036469	0.923683	0.995251
25	0.036324	0.927994	0.997934
26	0.036039	0.928398	0.999421
27	0.035752	0.928404	0.999492
28	0.035735	0.937305	0.999672
29	0.035410	0.978775	0.999992
30	0.035373	1.000000	1.000000

Mesih Mehmet Paşa camisinin 1., 2., 6. ve 7. mod şekilleri Şekil 2.150 de görülmektedir. Hareketin şekline ilk iki mod hakim gözükmemektedir. Bu modlar ötelenme olarak ortaya çıkmıştır. Daha ileriki modlar ise, kubbenin burulması ve ötelenmesi şeklinde oluşmaktadır.



1. Mod şekli (y eksenli doğrultusu ötelenme)

2. Mod şekli (x eksenli doğrultusu ötelenme)



6. Mod şekli (Kubbe burulma ve sıkıştırma)

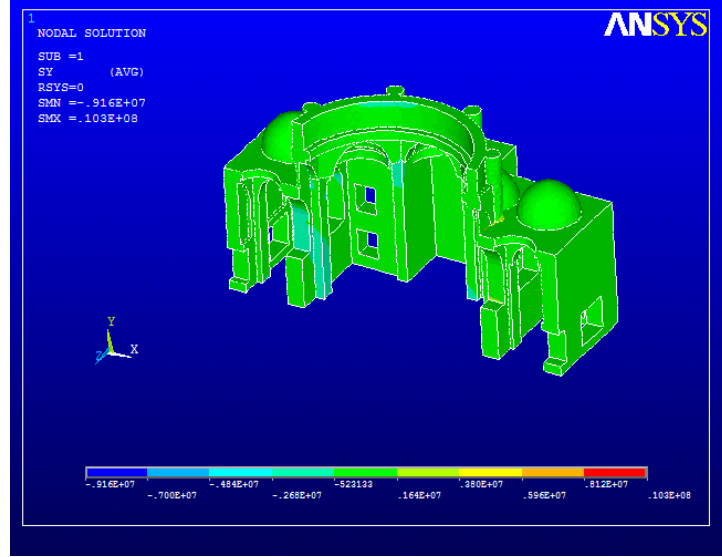
7. Mod şekli (Kubbe ötelenme)

Şekil 2.150. Mesih Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri

2.14.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

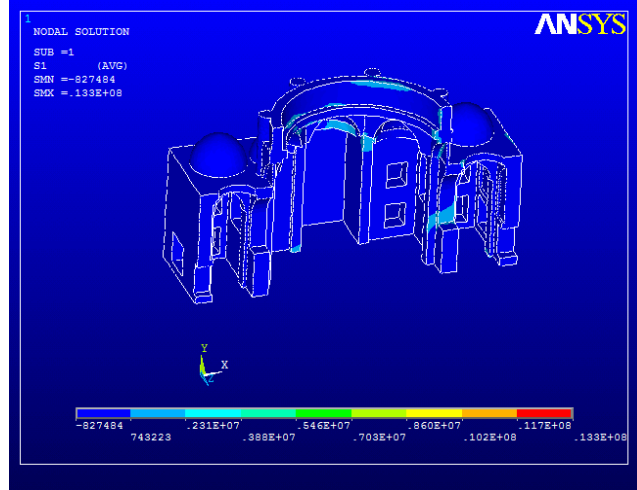
Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Mesih Mehmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.151 de görülen düşey gerilme değerleri, camisi

genelinde $-0.52-1.64$ MPa değerleri arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



şekil 2.151. Mesih Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Mesih Mehmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri şekil 2.152 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler cami genelinde $-0.82-0.74$ MPa değerleri arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

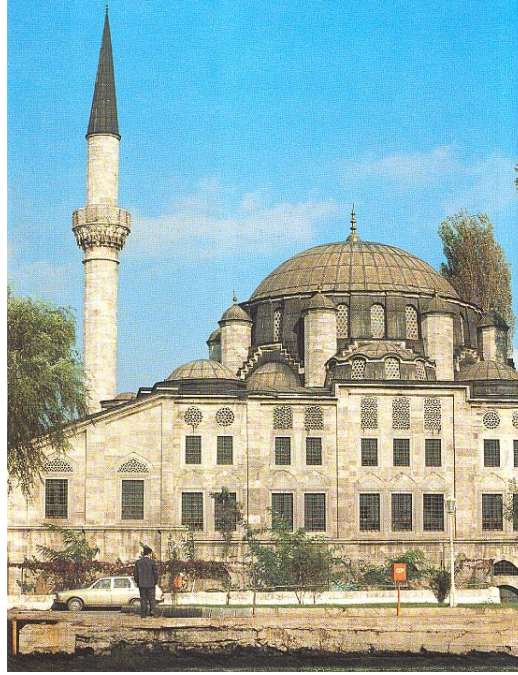


Şekil 2.152. Mesih Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

2.15. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi

2.15.1. Genel Bilgiler

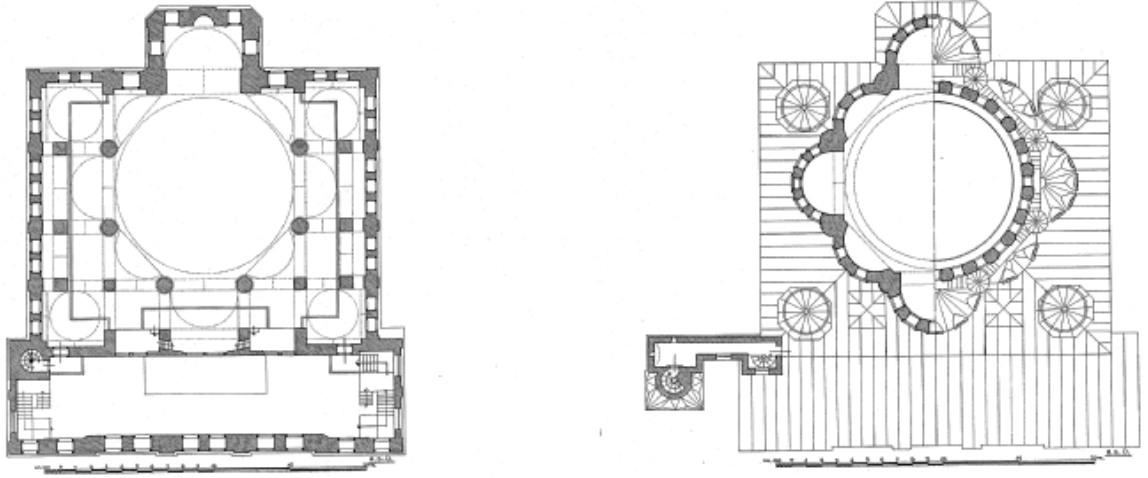
1577-78 yıllarında Sadrazam Sokullu Mehmet Paşa tarafından yaptırılmıştır. Bu sebeple Sokullu Mehmed Paşa camisi adıyla da anılır. Mimarı Koca Sinan'dır. Cami altında gözler halinde geniş bir bodrum bulunmaktadır. Vaktiyle Galata surlarının Tersaneye komşu ucunda ve sur duvarlarının hemen dış tarafında deniz ile sur arasındaki dar kıyı üzerinde inşa edilen cami, buradaki kapıdan dolayı Azapkapı Camisi adıyla tanınmıştır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.153 de görülmektedir.



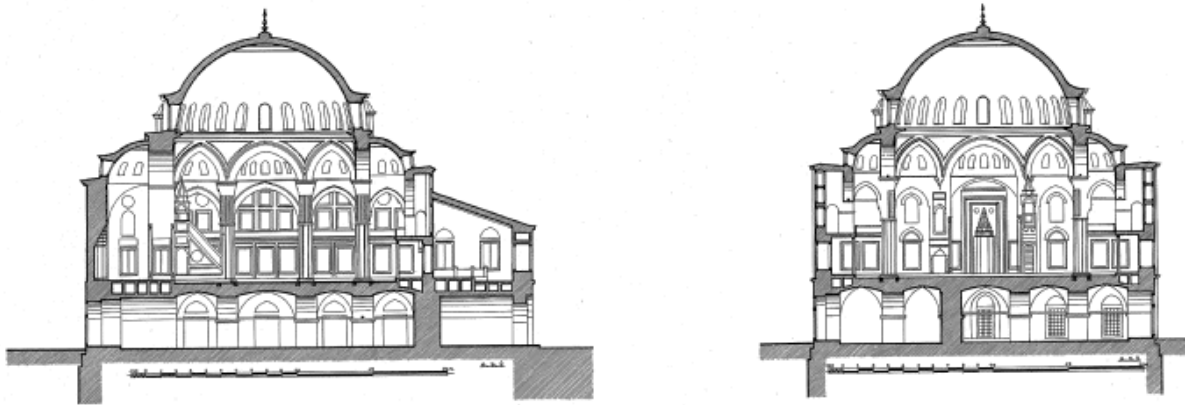
Şekil 2.153. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi
(URL-1, 2010)

Azapkapı Camisi, Galata ile İstanbul arasındaki bağlantı iskelesinin başında yapıldığından şehrin en hareketli ve kalabalık yerlerinden birinde bulunuyordu. 1807 yangınında zarar gören ve minaresi de kısmen yıkılan cami kürsü kısmından itibaren yeniden yapılmıştır. Camisi, Haliç kıyısında pek sağlam olmayan bir zemin üstünde kurulduğuna ve bugüne kadar önemli bir hareket göstermediğine göre büyük bir ihtimalle zemine çakılmış sağlam ve uzun kazıklarla emniyete alınmış olmalıdır. Kayıkların ve insanların yoğun biçimde toplandıkları bir yerde bulunduğundan, alt katında tonozlu mahzenler yapılmış, böylece cami yükseltilmiştir. İki merdiven son cemaat yerine çıkışı sağlar. Bu kısım bir sıra pencere ile aydınlanan, üstü tek meyilli çatı ile örtülü, dikdörtgen biçimli kapalı bir mekan halindedir. Ancak son cemaat yerinin esas cephesinin Mimar Sinan'ın tasarısında ne biçimde olduğu bugün anlaşılmamaktadır. Buranın aslında galeri biçiminde sütunlu ve açık olduğu da düşünülebilir. Cami harimi hemen hemen kare şeklinde olup, yalnız mihrap kible tarafında dışarı taşkın bir çıkıntının içindedir. Mimar Sinan burada Selimiye Camisi'ndeki sistemi daha ufak ölçüde uygulamış, orta kubbeyi sekiz payenin taşıdığı kemerler üzerine oturtmuştur. Kubbe baskısı dört tromp ve dört yarım kubbe ile karşılanır. Kubbeyi çevreleyen sekizgen ile dış beden duvarları arasında küçük ana bölümler yer almıştır.

Azapkapı Camisi otuz yıldan fazla harabe halinde kaldığından zengin süslemesinin büyük kısmını kaybetmiştir. Kapıların mermer söveleri geçmeli renkli taşların kullanılması ile ahenkli yapılmıştır. Kapı ve pencere kanatları da güzel ahşap eserlerdir. Mermerden işlenen minber, kapısı, yan kanatları ve külahı ile kendi cinsinin en güzel örneklerindedir. Çevre mekanlarının içindeki mahfiller ile mermer mihrap da aynı itinalı ve ahenkli işçiliğe sahiptir (URL-1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.154 ve Şekil 2.155 de görülmektedir.



Şekil 2.154. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

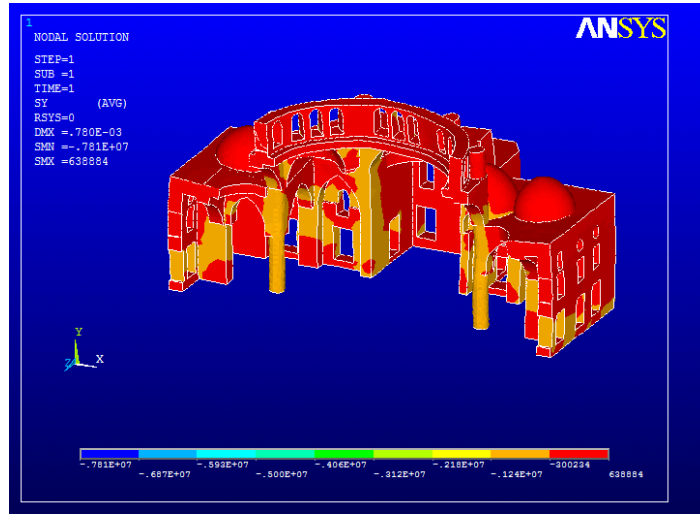


Şekil 2.155. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi kesitler (URL-2, 2010)

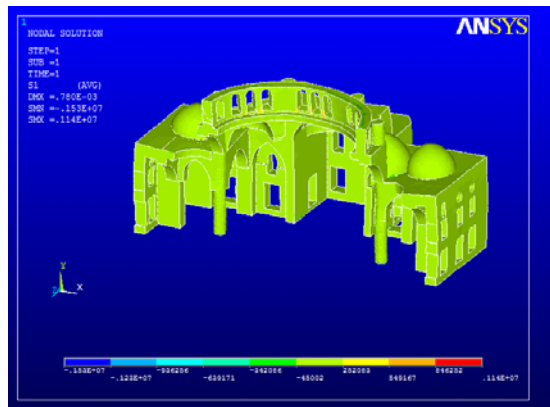
2.15.2. Analizler ve İrdemeler

2.15.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.156 dan görüldüğü gibi düşey gerilmelerin ana taşıyıcı ayak alt noktalarında artış gösterdiği görülmektedir. Bu noktalarda gerilmeler basınç şeklinde 0.3-1.24 MPa değerleri arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.156. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı



Şekil 2.157. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.157 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin camisi genelinde düzgün dağılım gösterdiği gerilmelerin 0 - 0.25 MPa değerleri arasında kaldığı görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.15.2.2. Modal Analiz

Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.20 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

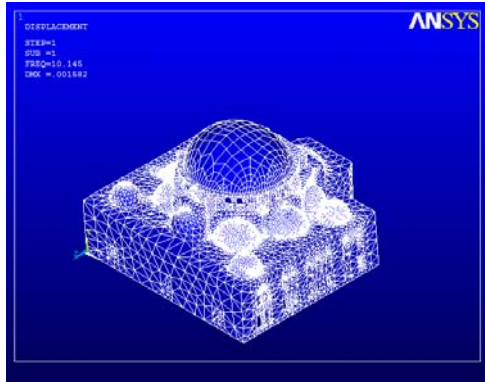
Çizelge 2.20. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.098566	0.00465206	0.795453
2	0.089848	0.556196	0.806624
3	0.078330	0.561860	0.822744
4	0.076088	0.563875	0.830342
5	0.063204	0.590442	0.927955
6	0.062454	0.656901	0.952505
7	0.057711	0.826868	0.952521
8	0.051684	0.827494	0.952709
9	0.049914	0.828424	0.953432
10	0.049347	0.829506	0.956617
11	0.048175	0.831032	0.957777
12	0.047774	0.831159	0.957889
13	0.045601	0.833808	0.959291
14	0.044467	0.884418	0.960429
15	0.042082	0.895663	0.969850
16	0.041683	0.900215	0.969864
17	0.041385	0.902002	0.980528
18	0.040841	0.903000	0.983214
19	0.040703	0.903303	0.984051
20	0.040066	0.903543	0.984925
21	0.039612	0.905502	0.991428
22	0.038838	0.920896	0.994009

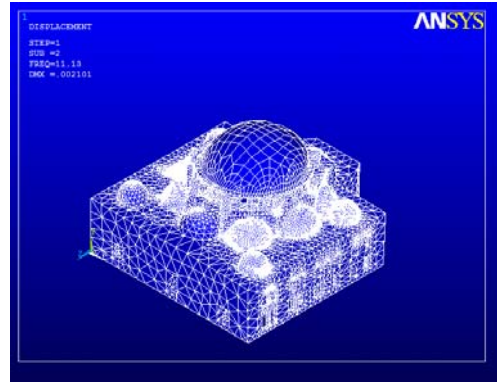
Çizelge 2.20.'nin devamı

23	0.038559	0.934551	0.999364
24	0.036849	0.934632	0.999375
25	0.036469	0.935188	0.999395
26	0.035956	0.937573	0.999404
27	0.035830	0.944991	0.999525
28	0.035153	0.947973	0.999686
29	0.034989	0.976094	0.999703
30	0.034737	1.000000	1.000000

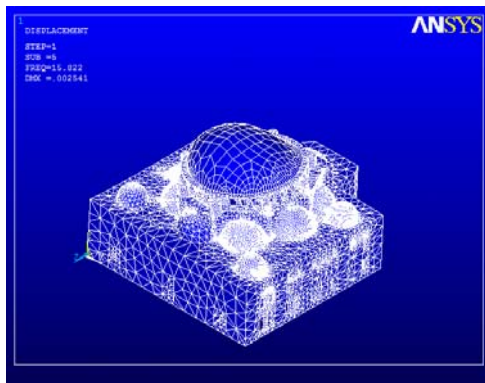
Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin 1., 2., 5., 6. ve 7.mod şekilleri Şekil 2.158 de görülmektedir. ilk iki mod ötelenme, diğer modlar ise kubbe kısmının alt yapıdan bağımsız hareketi şeklinde ortaya çıkmıştır.



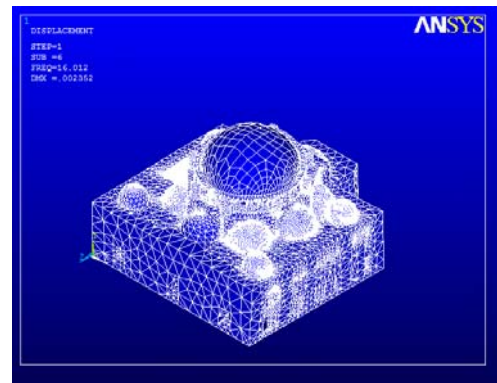
1. Mod şekli (y yönünde ötelenme)



2. Mod şekli (x yönünde ötelenme)



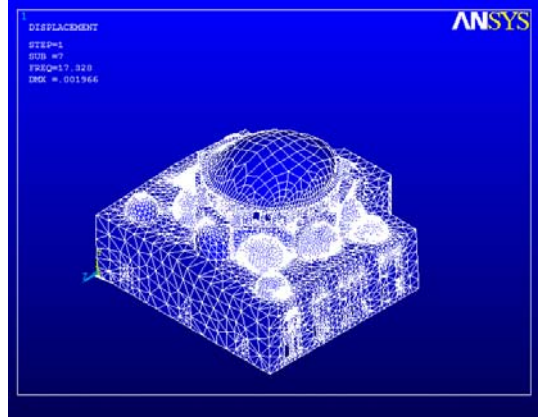
5. Mod şekli (Kubbe ve askı kemer sistemi y yönü ötelenme)



6. Mod Şekli (Kubbe ve aslı kemer sistemi sıkıştırma)

Şekil 2.158. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri

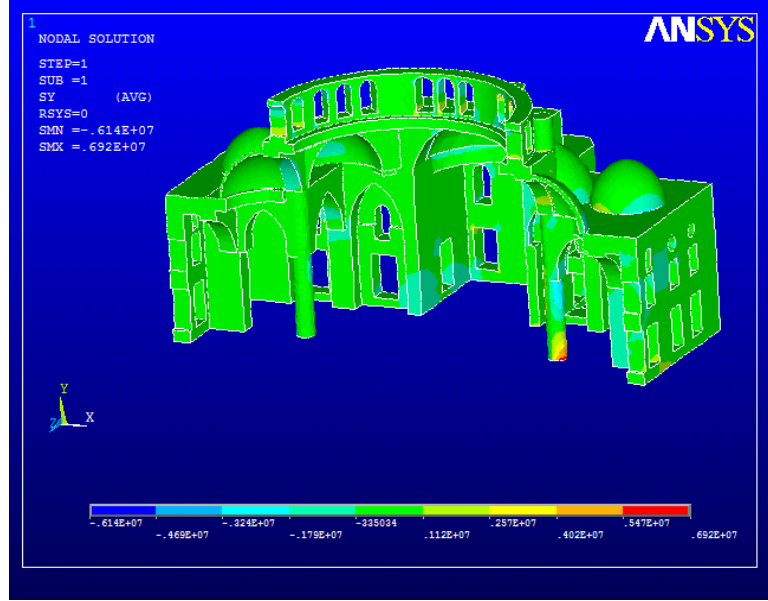
Şekil 2.158.' in devamı



7. Mod şekli (Kubbe ve aslı kemer sistemi)

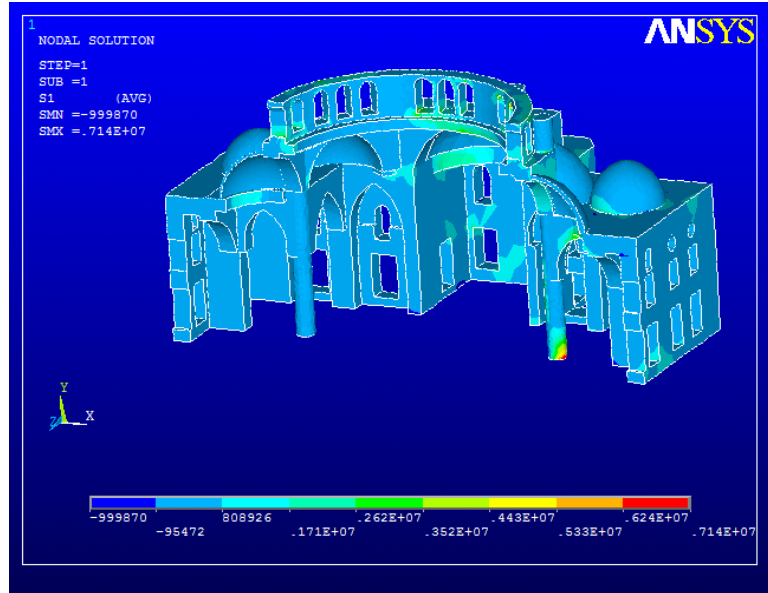
2.15.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.159 da görülen düşey gerilme değerleri, ana taşıyıcı ayak alt kısımlarında artmaktadır. Bu noktalarda gerilmeler 5.47-6.92MPa (çekme) değerleri aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.



Şekil 2.159. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen 1. asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.160 da görülmektedir.



Şekil 2.160. Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

1. Asal gerilmeler ana taşıyıcı ayak alt kısımlarında artış göstermiş, bu noktalarda 6.24 - 7.14 MPa değerleri arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

2.16. Piyale Paşa Camisi

2.16.1. Genel Bilgiler

1573 yılında II. Selim'in damatlarından Kaptanıderya Piyale Paşa tarafından yaptırılmıştır. Haliçin kuzeyinde Piripaşa deresinin oluşturduğu vadinin derinliklerinde Okmeydanının eteklerinde yer alır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.161 de görülmektedir.



Şekil 2.161. Piyale Paşa camisi (URL-1, 2010)

Dikdörtgen bir alana yayılan camide duvarlar kesme küfeki taş ve moloz taş, payeler kesme küfeki taş ile, kubbe ve tonozlar tuğlayla örülmüştür. Harim bölümü mihrap duvarına paralel yatık dikdörtgen bir planda olup, üzeri eşit büyüklükte altı adet kubbe ile örtülüdür. Pandantiflerle geçişi sağlanan kubbelerin ağırlığı sivri kemerler aracılığı ile ortada iki adet yekpare granit sütuna, çevrede harim duvarları ile kaynaştırılmış kalın payelere intikal eder. Kible duvarına gömülü olan payeler içeri doğru pek az çıkıntı yapmaktadır. Cephede ise dışa çıkıntı yaparak yukarıya doğru hafifçe daralıp üstte çokgen gövdeli ve soğan kubbeli ağırlık kuleleriyle taçlandırılmıştır. Doğu, batı ve kuzey

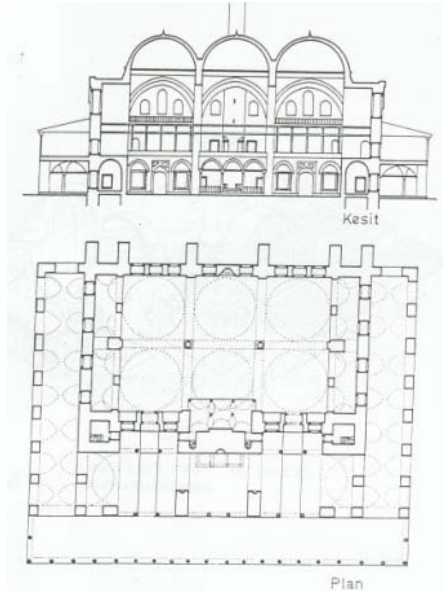
duvarındaki payandalar ise bütünüyle iç mekana taşmakta, payelerin arasında kalan girintiler, batı ve doğu duvarlarında iki katlı mahfiller şeklinde değerlendirilmiş bulunmaktadır. söz konusu girintilerin eksenine birer paye yerleştirilmiş, bu payelerle duvar payeleri arasında zemini ibadet hacminden bir seki ile yükseltmiş, birbirleriyle bağlantılı sivri beşik tonozlu ikişer eyvan tasarlanmıştır. Kuzey duvarının yanlarında yer alan girintiler kendi içlerinde üçer eyvana bölünmüş, sivri beşik tonozlarla örtülü olan bu eyvanlardan ortadakilere harimin girişleri, yanlardakilere dikdörtgen açıklıklı birer pencere yerleştirilmiştir. Üçlü eyvan kuruluşlarına mermer korkuluklu birer mahfil oturtulmuş, bu mahfillerin üzerinde de ince uzun dikmelere oturan ahşap döşemeli birer mahfil yerleştirilmiştir. Duvar payelerinin arasına sıkıştırılan bütün bu mahfiller söz konusu payelere oturan sivri beşik tonozlarla örtülüdür.

Caminin kuzey cephesi önünde yer alan ve son cemaat yeri niteliği kazanan galeriler çok daha karmaşık bir düzen arzeder. Harimin kuzeydoğu ve kuzeybatı köşelerine, harimin duvarları ile bunlara sapanan payelerin arasına kuzeye çıkıntılı kare planlı ve kubbeli birer merdiven kulesi yerleştirilmiş, bu kulelerin barındırdığı merdivenlerle gerek harimin yanlarındaki mahfillere, gerekse yan cephelerdeki galerilere geçit sağlanmıştır. Cephedeki çıkıntıların arasında kalan iki girintinin sınırına başlıkları mukarnaslı iki sütun dikilmiş, bu girintiler söz konusu sütunlara oturan üçer kemerden oluşan revak parçalarıyla kapatılmış, arkadaki duvara harim girişiyle birer pencere yerleştirilmiştir. Caminin son cemaat yerinde Mimar Sinan döneminde ilk uygulamalarına tanık olunan çift revaklı tasarımın kendine özgü bir varyantı tercih edilmiştir. Harimin kuzey duvarına sapanan payelerin hizasına tuğla örgülü birer istinat kemeri konulmuş, bu kalın kemerlerden ortada yer alan ikisine birtakım dolgular yardımıyla sivri kemer görünümü verilmiştir. Son cemaat yerinin iç revakı, istinat kemerlerinin ayaklarıyla bunların arasına yerleştirilen üçlü kemer gruplarından meydana gelir. Bu kemerleri taşıyan granit sütunlar baklavalı başlıklarla taçlandırılmış, ortadaki kemerler yandakilerden biraz daha geniş ve daha yüksek tutulmak suretiyle iç revaka ritmik bir görünüm kazandırılmıştır. Dış revak ise ikisi yanlarda olmak üzere başlıkları baklavalı yirmi iki adet granit sütuna oturan sivri kemerlerden oluşur.

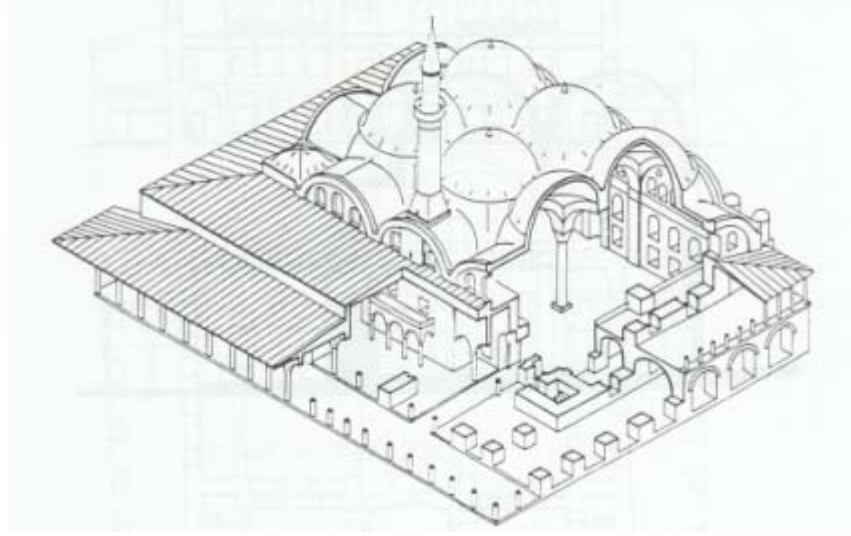
Caminin dış görünümünde, inşa edildiği dönemin Osmanlı mimarisine egemen olan fonksiyonel yaklaşıma ters düşen bir takım zorlamaların bulunmasına karşılık içinde çok birimli tasarımdan beklenmeyecek derecede aydınlık, ferah ve yekpare bir ibadet mekanı ortaya konmuştur. Bunun başlıca iki sebebi, mekanın ortasında iki taşıyıcıda paye yerine ince uzun sütunların kullanılmış ve üst yapının mümkün olduğunca yüksek tutulmuş

olmasıdır. Mekanın duvarlarında üç sıra halinde düzenlenmiş çok sayıda pencere bulunur. Güney ve kuzey cephelerinde yalnızca alt sıradakiler, yan cephelerde bunların yanında galerilere açılan ikinci sıradakiler dikdörtgen açıklıklı, mermer söveli, demir parmaklıklı ve hafifletme kemerli olarak, tepe pencereleri de sivri kemerli olarak tasarlanmıştır. Çift cidarlı alçı revzenlerle donatılan tepe pencereleri, kubbeleri kuşatan sivri beşik tonozların alınlıklarına güney cephesinde beşli, diğer cephelerde üçlü gruplar halinde dağıtılmış, güney cephesindeki alınlıklara ayrıca üçer adet filgözü pencere açılmıştır.

Caminin barındırdığı süslemeler arasında bütünüyle çiniden yapılmış mihrap özellikle dikkat çeker. Caminin inşa edildiği dönemde en parlak çağını yaşayan İznik çiniciliğinin sergilendiği mihrap dıştaki dikdörtgen, içteki sivri kemerli olmak üzere iki çerçeve içine alınmıştır. Mihrabın yüzeyini kaplayan çiniler birbirinden farklı bitkisel kompozisyonlar gösterir. Hepsi sır altı tekniğiyle imal edilmiş olan bu çinilerin büyük çoğunluğu beyaz zeminlidir. Mihrap çinilerinin bir kısmı son yıllarda çalınmış, yerine Kütahya karolar konulmuştur. Mihrabın yanı sıra harimde bulunan diğer önemli bir çini bezeme ögesi kubbeyi taşıyan kemerlerin üzengi hizasında dolaşan, lacivert zemin üzerine beyaz renkli celi sülüs harflerden oluşan ayet kuşağıdır (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.162 ve Şekil 2.163 de görülmektedir.



Şekil 2.162. Piyale Paşa camisi plan ve kesit (URL-2, 2010)

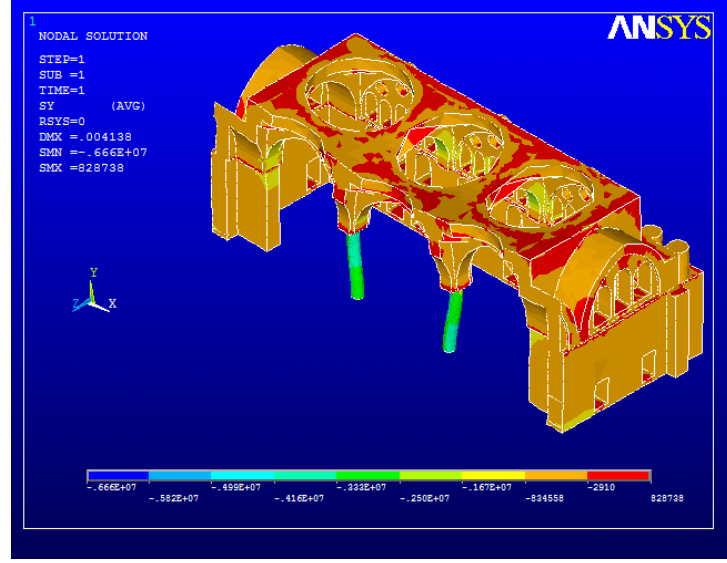


Şekil 2.163. Piyale Paşa camisi aksonometrik görünüş (URL-2, 2010)

2.16.2. Analizler ve İrdemeler

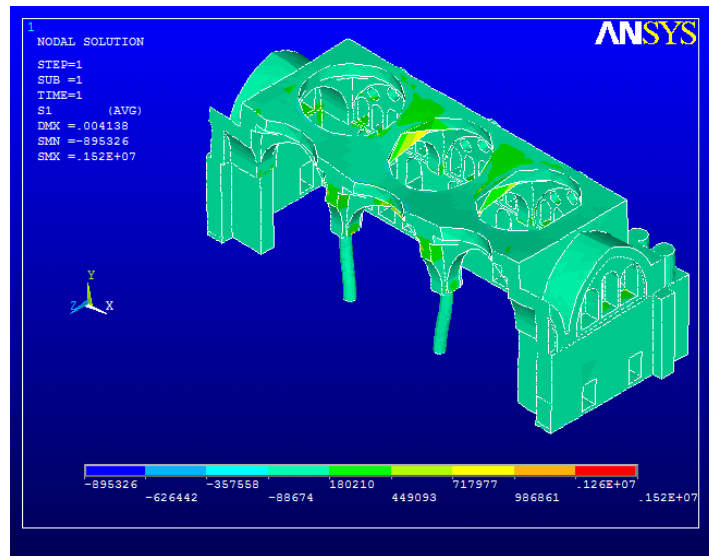
2.16.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Piyale Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.164 den görüldüğü gibi gerilmelerin basınç şeklinde cami geneline yayıldığı görülmektedir. Gerilmeler, iki adet ana taşıyıcı ayak alt noktalarında artış göstermiştir. Değerler 3.33 - 4.16 MPa (basınç) arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

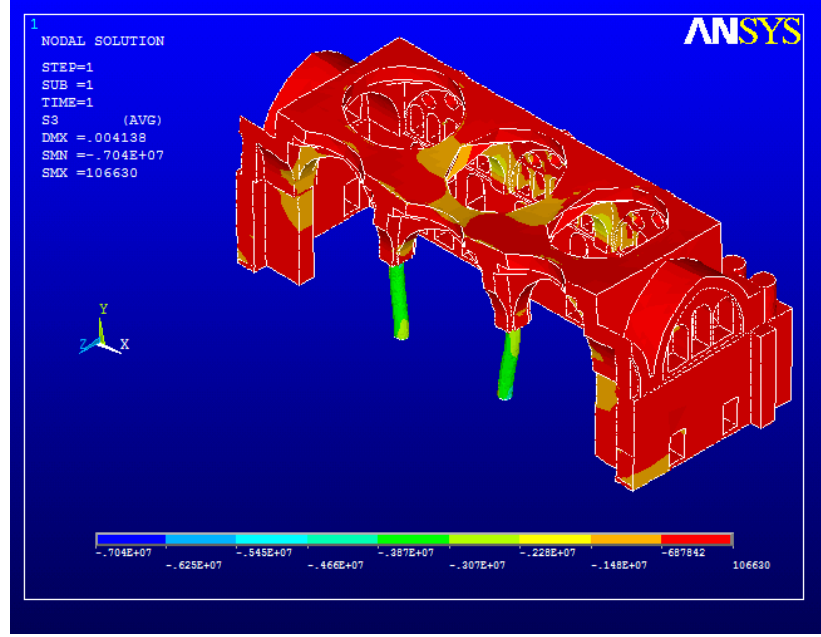


Şekil 2.164. Piyale Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.165 ve Şekil 2.166 da verilmektedir. Camisi taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler camisi genelinde 0 -0.18 MPa (çekme) arasındadır. 3. asal gerilmeler basınç olarak oluşmuş, iki adet ana taşıyıcı ayakta artış göstermiştir. Bu ayaklarda gerilmeler 3.07-3.87 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



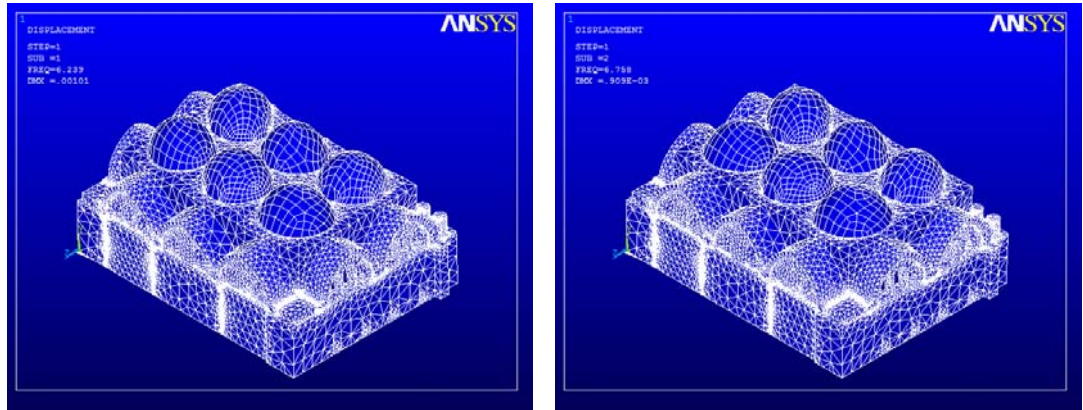
Şekil 2.165. Piyale Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.166. Piyale Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.16.2.2. Modal Analiz

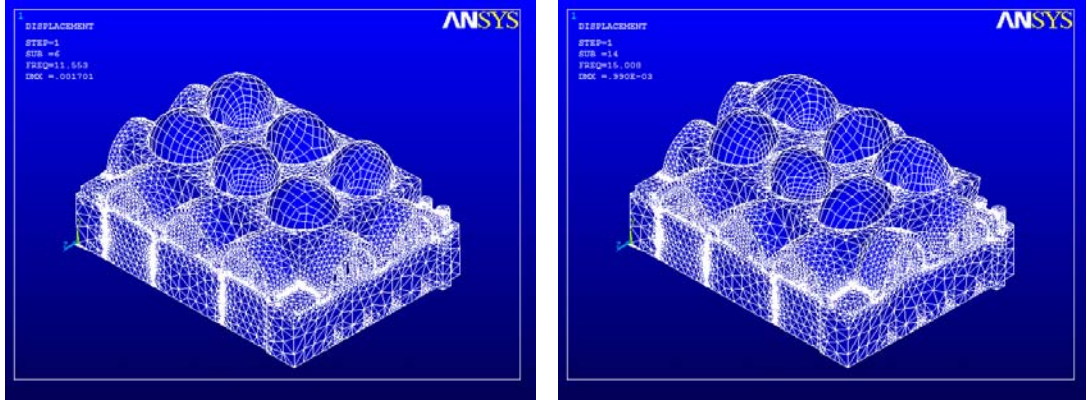
Piyale Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Piyale Paşa camisinin mod şekilleri Şekil 2.167 de görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modlar ötelenmedir. Daha ileriki modlar, kubbeye sıkıştırma etkisi şeklinde kendini göstermektedir.



1. Mod şekli (y eksenı doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenı doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.167. Piyale Paşa camisinin mod şekilleri

Şekil 2.167.'nin devamı



6. Mod şekli (Kubbelere basınç)

14. Mod Şekli (Kubbelere basınç)

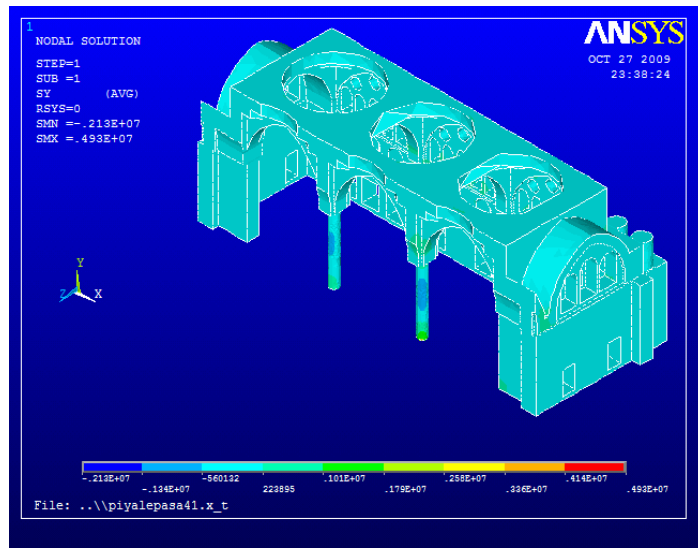
Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.21 den görüldüğü gibi, ilk 20 modda Piyale Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.21. Piyale Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.16028	0.0000909971	0.653485
2	0.14798	0.653241	0.653544
3	0.11400	0.653337	0.655503
4	0.10790	0.658271	0.655544
5	0.090489	0.737976	0.655749
6	0.086554	0.738939	0.701726
7	0.081963	0.744162	0.723429
8	0.081512	0.746294	0.830674
9	0.080123	0.746755	0.855090
10	0.077295	0.746786	0.896214
11	0.074198	0.746787	0.941960
12	0.070517	0.763175	0.942545
13	0.067344	0.785514	0.950540
14	0.066631	0.814601	0.966189
15	0.065443	0.814696	0.982599
16	0.063770	0.975822	0.982804
17	0.059993	0.989123	0.983035
18	0.057983	0.989425	0.983069
19	0.056966	0.999535	0.986593
20	0.056142	1.000000	1.000000

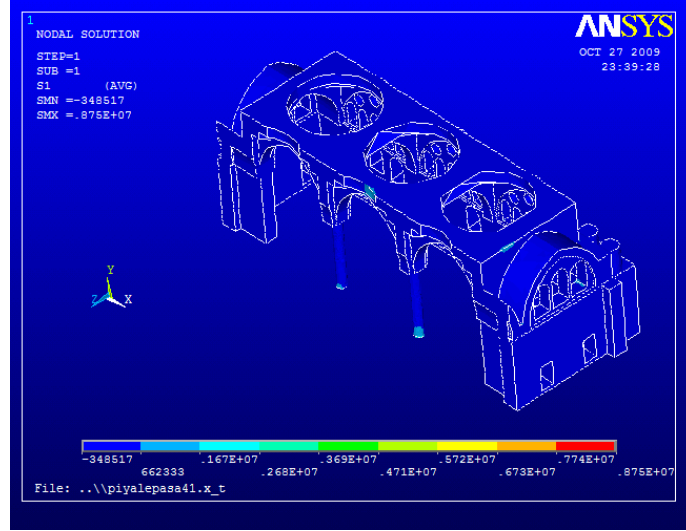
2.16.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Piyale Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.168 de görülen düşey gerilme değerlerinin, ana taşıyıcı ayaklarda artış gösterdiği, bu kısımlarda çekme gerilmesi olarak ortaya çıktığı görülmektedir. Ayak alt noktalarına doğru gerilmelerin 1.01-1.73 MPa değerleri arasında olduğu gözlenmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

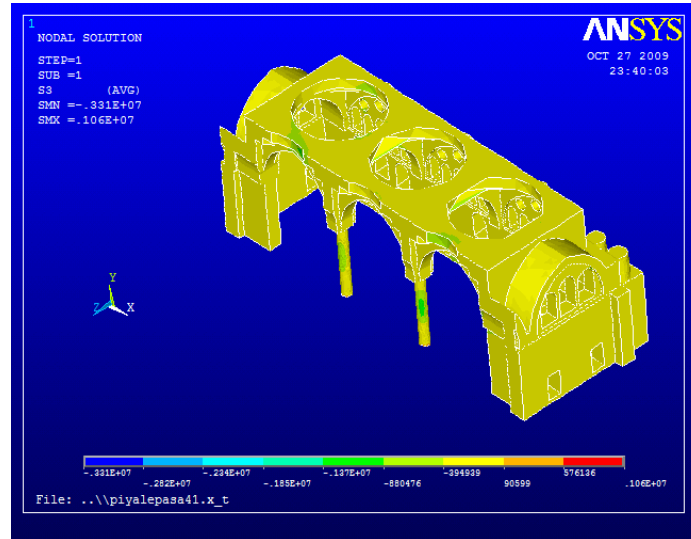


Şekil 2.168. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Piyale Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.169 ve Şekil 2.170 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler camisi genelinde çekme gerilmesi şeklinde oluşmuştur. Ana taşıyıcı ayak alt noktalarında gerilmeler çekme olarak dar bir bölgede 1.67 - 2.68 MPa değerleri arasında oluşmaktadır. 3. asal gerilmeler camisi genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.169. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.170. Piyale Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.17. Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi

2.17.1. Genel Bilgiler

İnşa tarihini veren bir kitabesi olmadığından genellikle mimari özelliklerinden hareketle tarihlendirilmesine çalışılmıştır. Yapının, Kanuni Sultan Süleyman'ın kızı olan Mihrimah Sultan için Mimar Sinan tarafından inşa edildiği kayıtlardan öğrenilmektedir.

Caminin dikdörtgen biçimindeki büyük avlusu, üç taraftan önleri revaklı medrese hücreleriyle çevrilidir. Fakat evvelce son cemaat yerinin önünde kalabalık cemaati korumak için yapılmış sundurmalar tamirlerde bütünüyle kaldırılmış, ayrıca yan cephelere bitişik sundurmalar da sökülmüştür. Avlunun ortasında, on altı sütuna dayanan bir saçağın örttüğü mermer havuzlu şadırvan bulunur. Son cemaat yeri kubbeli yedi bölüm halindedir. Bunların revak kemerlerinin ikisi granit, diğerleri ise mermer sütunlarla desteklenmiştir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.171 de görülmektedir.

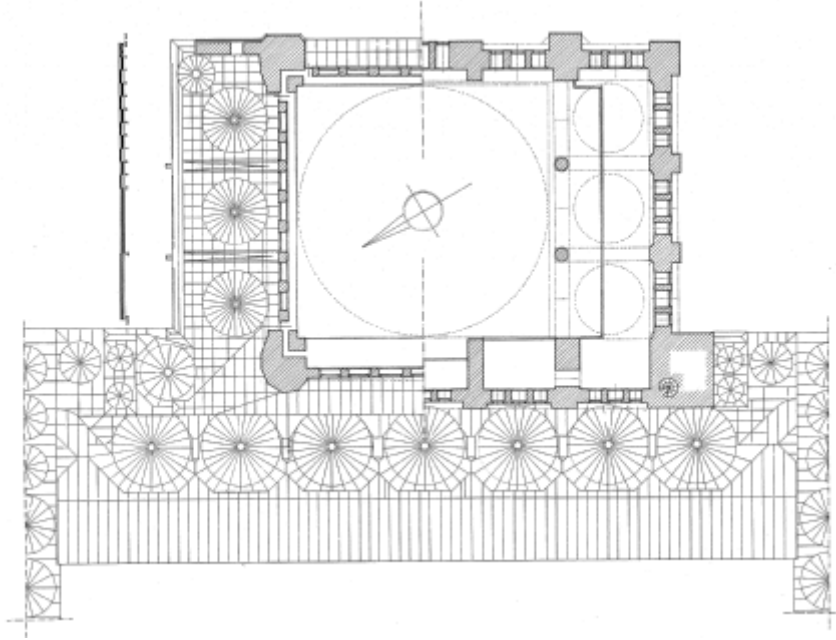


Şekil 2.171. Edirnekapi Mihrimah Sultan camisi (URL-1, 2010)

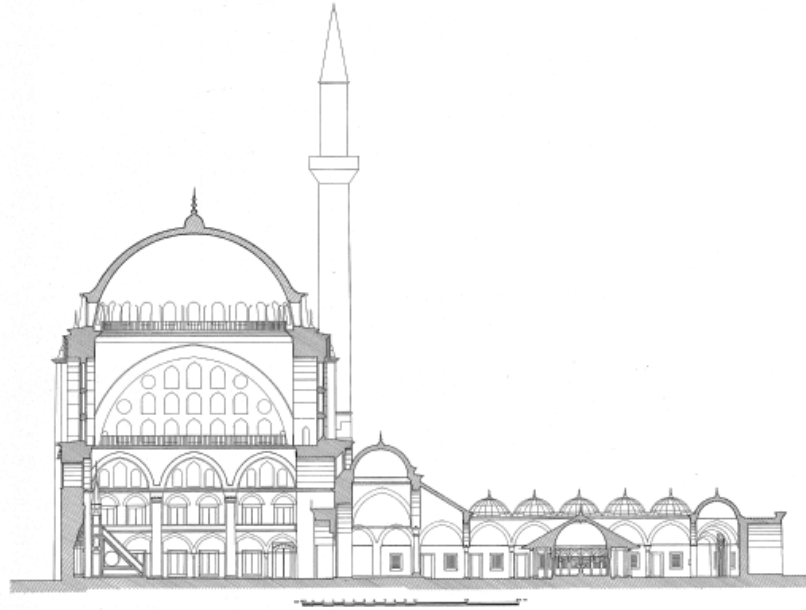
Cami harimi dikdörtgen bir plana sahiptir. Ancak ortadaki ana namaz mekânı, iki yanlardaki kanatlardan her bir tarafta ikişer sütunla ayrılmıştır. Kubbeli üçer bölüm halinde olan bu yan kanatlar alçak olduğundan dört büyük kemerle desteklenen ana kubbe bütün binanın hâkim unsuru olmuştur. Gerek kubbe kasağında sıralananlar, gerekse büyük kemerlerin iç dogularındaki üç dizi halindeki pencereler harimin bol ışıkla aydınlanmasını sağlar. Kubbenin baskısını karşılayan dört kemer köşelerde ağırlık kuleleriyle desteklenmiştir. Yan kanatların içlerindeki mahfiller ise sütunlara oturan kemerler üzerinde bulunur. Kible cephesi dışarıdan takviye duvarı ve payandalarla desteklenmiştir. Edirnekapi Camisi, plan bakımından Eyüp'teki Zal Mahmut Paşa Camisi ile benzerlik göstermektedir.

Camide oymalı güzel bir mermer minber vardır. Fakat iç süslemede çini kullanıldığına dair bir iz görülmediğinden evvelce çinilerle süslenmiş olduğu yolundaki

söylentinin bir dayanağı yoktur. Kible duvarı pencerelerinde mevcut renkli camlı alçı pencereler caminin ilk yapısına ait kabul edilmektedir (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesit görünüşleri Şekil 2.172 ve Şekil 2.173 de görülmektedir.



Şekil 2.172. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi plan (URL-2, 2010)

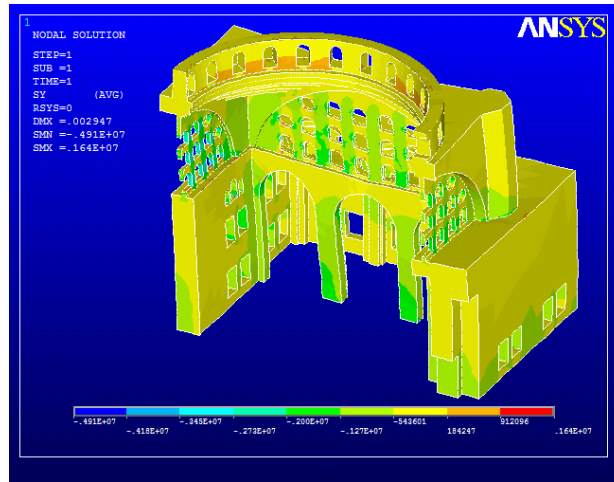


Şekil 2.173 Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi kesit (URL-2, 2010)

2.17.2. Analizler ve İrdelemeler

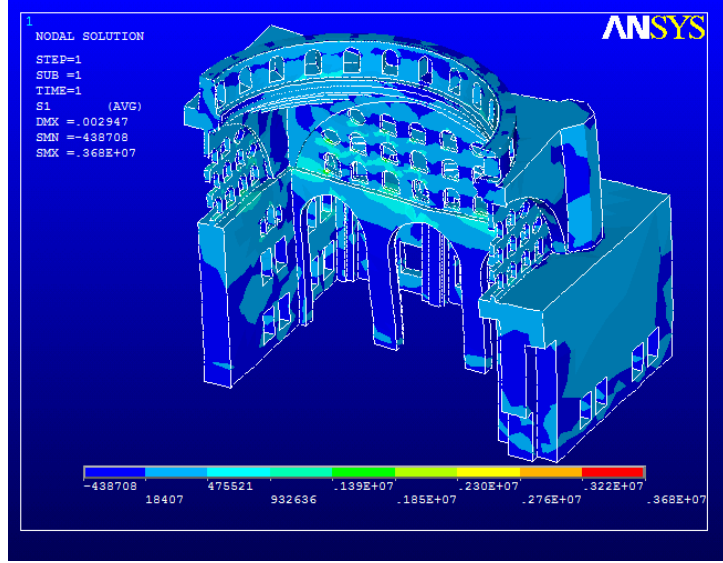
2.17.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Edirnekapı Mihrimah Sultan camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.174 den görüldüğü gibi, gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuş, ana taşıyıcı ayaklar alt noktalarında ve taşıyıcı kemerler altındaki pencerelerde artış göstermiştir. Değerler 1.27 - 2.00 MPa (basınç) arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

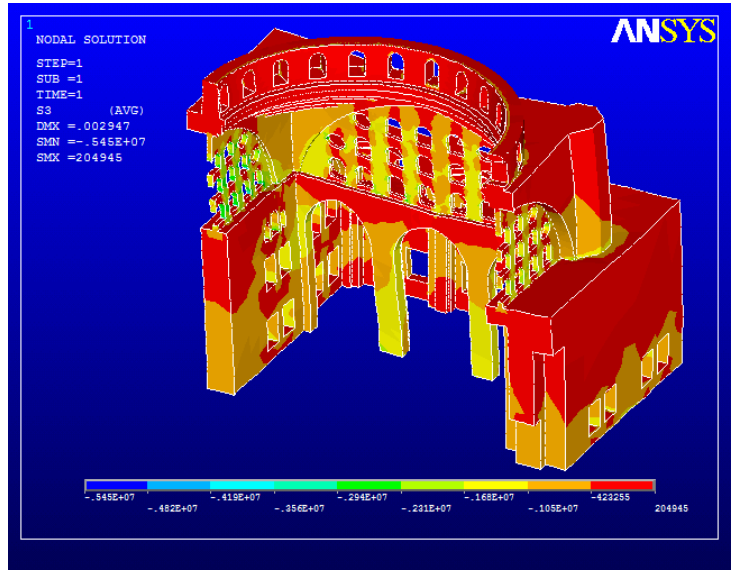


Şekil 2.174. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.175 ve Şekil 2.176 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde basınç şeklinde oluştuğu gözlenmektedir. Pandantiflerde maksimum değeri 0.47 MPa olan çekme gerilmeleri okunmaktadır. 0.93-1.39 MPa arasında çekme gerilmeleri ana taşıyıcı kemerler altındaki pencerelerde oluşmuştur. 3. asal gerilmeler ana taşıyıcı kemerler altındaki pencerelerde artış göstermektedir. Buralarda gerilmeler 2.31-2.94 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.175. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.176. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

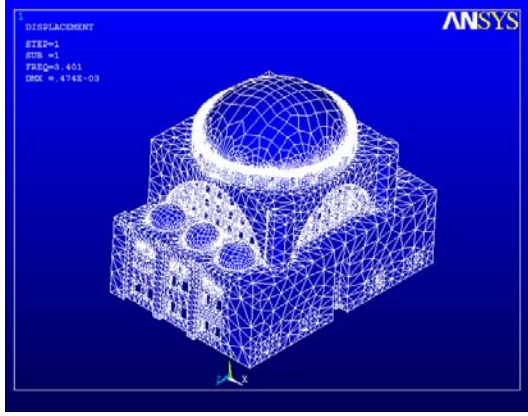
2.17.2.2. Modal Analiz

Edirnekapı Mihrimah Sultan camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.22 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

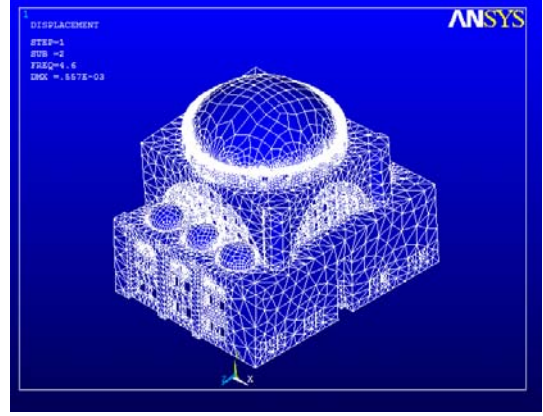
Çizelge 2.22 Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.29407	0.818528	0.0000134210
2	0.21739	0.818556	0.714706
3	0.18793	0.818603	0.777513
4	0.15905	0.818730	0.777516
5	0.14304	0.818730	0.833493
6	0.13209	0.838163	0.843704
7	0.13142	0.841740	0.902211
8	0.12308	0.842039	0.903166
9	0.11595	0.842080	0.925523
10	0.11422	0.860041	0.925528
11	0.10592	0.950886	0.925537
12	0.094879	0.954203	0.925553
13	0.091730	0.954217	0.926180
14	0.090019	0.954219	0.969424
15	0.089322	0.954246	0.969511
16	0.085512	0.954388	0.972274
17	0.084819	0.991287	0.972302
18	0.084080	0.991390	0.972303
19	0.083933	0.991984	0.972305
20	0.080780	0.994432	0.972321
21	0.078928	0.994446	0.992514
22	0.078786	0.994550	0.992961
23	0.077559	0.994556	0.996265
24	0.077409	0.994562	0.997261
25	0.075935	0.998943	0.997333
26	0.075610	0.999004	0.998742
27	0.075413	0.999914	0.998812
28	0.075065	0.999926	0.998857
29	0.074052	0.999929	0.999146
30	0.073605	1.000000	1.000000

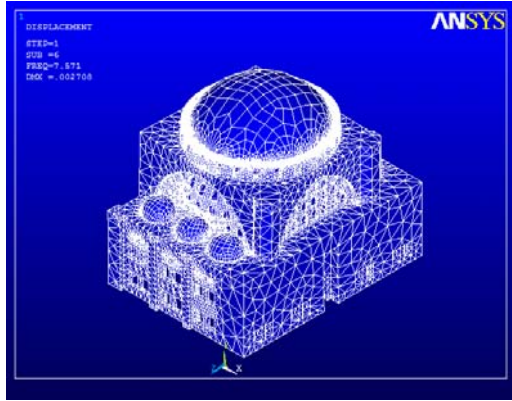
Edirnekapı Mihrimah Sultan camisinin 1., 2., 6. ve 11. mod şekilleri Şekil 2.177 de görülmektedir. Etkili modlar her iki yönde ötelenme olarak ortaya çıkmıştır. Diğer modlar ana taşıyıcı kemerler altındaki dört adet pencere kısmının düzlem dışı hareketini içermektedir.



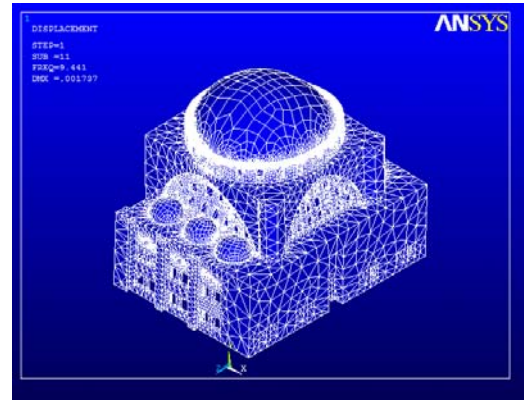
1. Mod Şekli (x eksenini doğrultusunda ötelenme)



2. Mod Şekli (y eksenini doğrultusunda ötelenme)



6. Mod Şekli (Ana Taşıyıcı Kemer Altı Pencere Kısmı Düzlem Dışı Ötelenme)

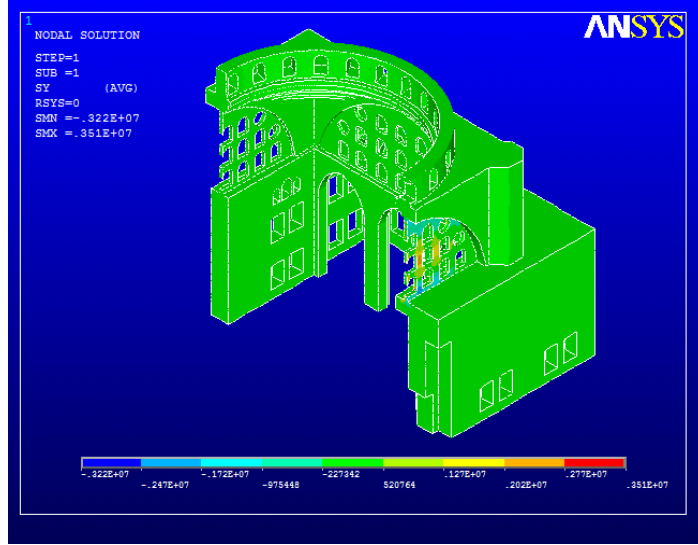


11. Mod Şekli (Ana Taşıyıcı Kemerler Alt Kısm Pencere Düzlem Dışı Ötelenme)

Şekil 2.177. Edirnekapi Mihrimah Sultan camisinin mod şekilleri

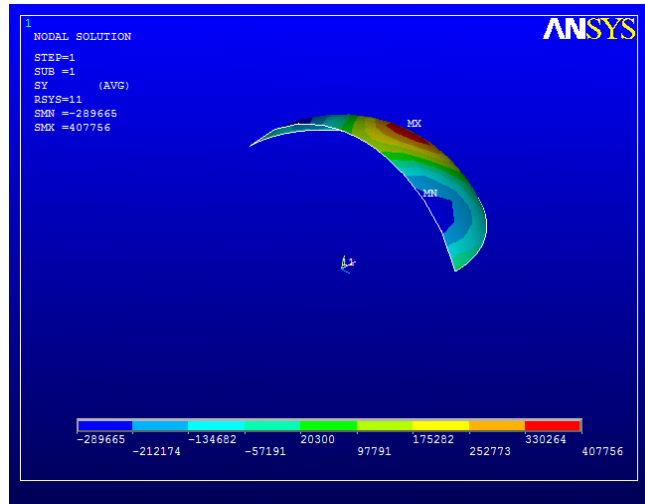
2.17.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Edirnekapi Mihrimah Sultan camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.178 de görülen düşey gerilme değerleri, çekme olarak 2.02 - 2.77 MPa aralığında ana taşıyıcı kemerler altındaki pencere kısımlarında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



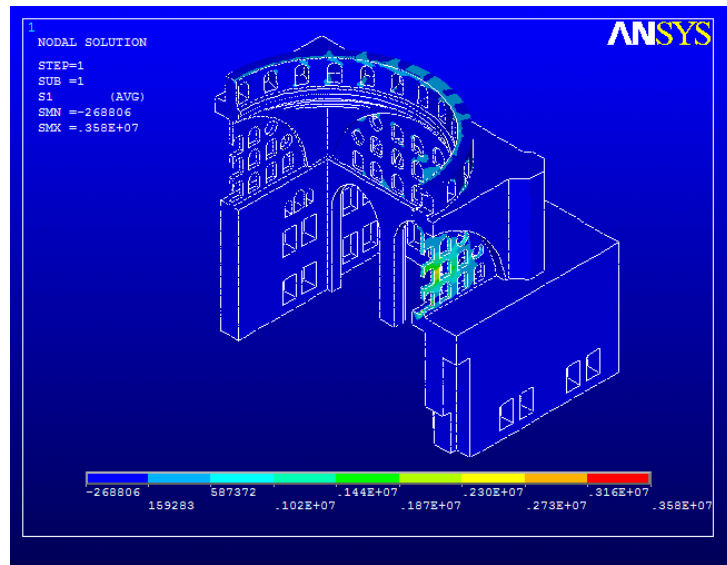
Şekil 2.178. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şekil 2.179 da camisi kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme gerilmesi şeklinde olduğu gözlenmektedir. Maksimum değer 0.40 MPa olup, gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

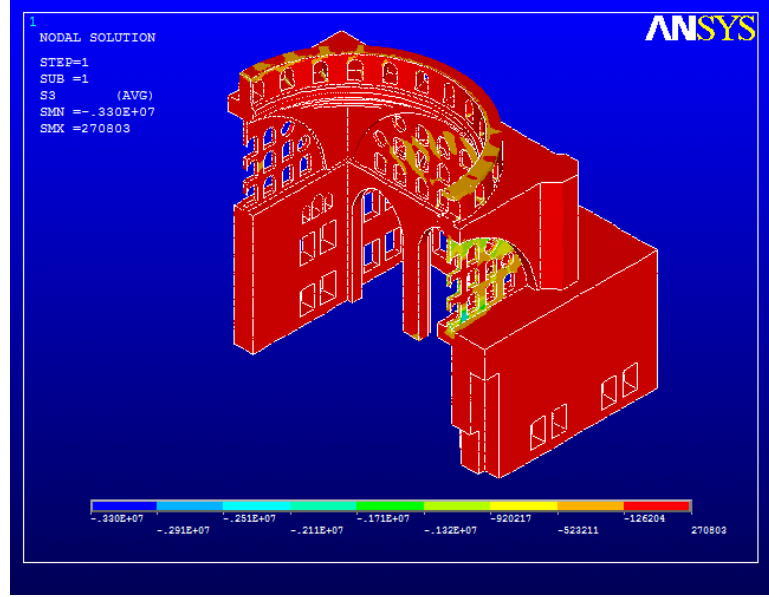


Şekil 2.179. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Edirnekapı Mihrimah Sultan camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.180 ve Şekil 2.181 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler çekme olarak ana taşıyıcı kemer altındaki pencerelerde oluşmaktadır. Değerler maksimum olarak 2.3-2.73 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak ortaya çıkmakta, kemer altlarındaki pencerelerde artış göstermektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



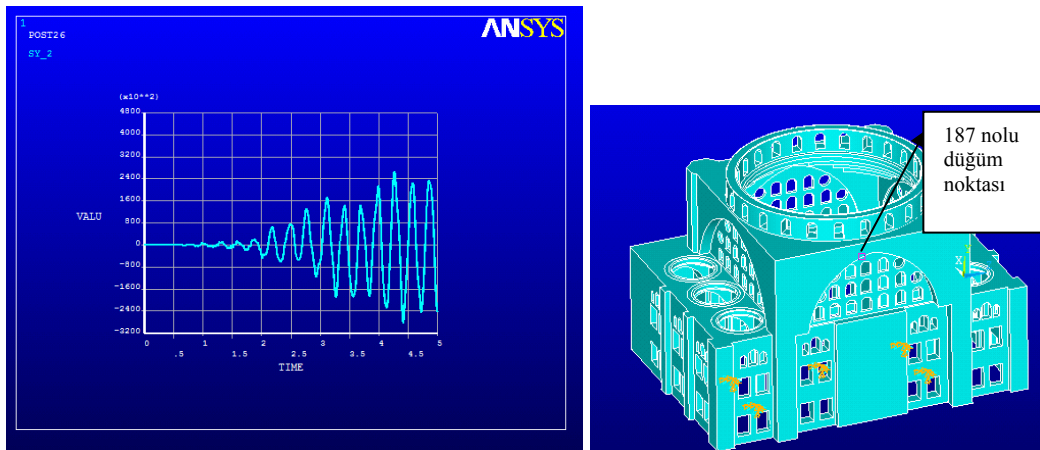
Şekil 2.180. Edirnekapı Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.181. Edirnekapi Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (çekme) dağılımı

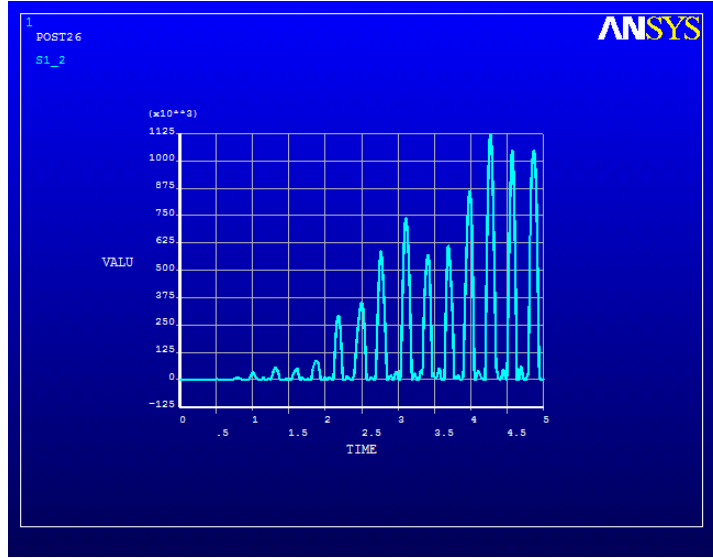
2.17.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Edirnekapi Mihrimah Sultan camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 187 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.182 de sunulmaktadır.



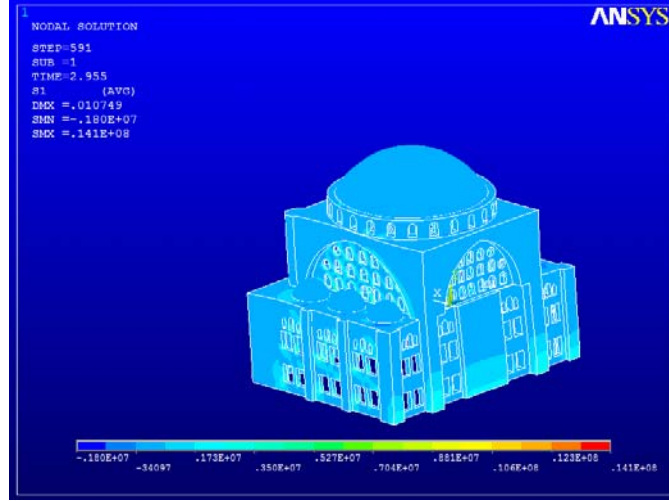
Şekil 2.182. 187 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilme değişimi

Asal gerilmenin zamanla değişimini gösteren grafik Şekil 2.182 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme 0–1.18 MPa arasında, düşey gerilme –0.32–0.24 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.183. 187 nolu düğüm noktası 1. asal gerilme (çekme) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Edirnekapı Mihrimah Sultan camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.955 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.184 de sunulmaktadır.



Şekil 2.184. $T = 2.955$ s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

1. asal gerilmeler çekme olarak oluşmakta ve ana taşıyıcı kemer altındaki pencereli kısımda 8.81–10.6 MPa arası değerler almaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

2.18. Üsküdar Mihrimah Sultan Camisi

2.18.1. Genel Bilgiler

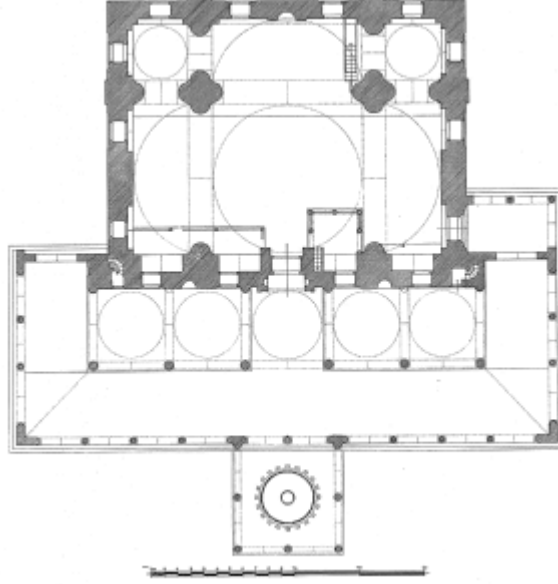
Kanuni Sultan Süleyman tarafından kızı Mihrimah Sultan adına yaptırıldığı kabul edilen caminin inşasına 1540 ların ilk yıllarında başlanmış, cami kitabesine göre 1547 de tamamlanmıştır. Mimar Sinan'ın mimarbaşı olduktan sonra Şehzade Külliyesi ile eş zamanlı olarak inşa ettiği ilk önemli yapı gruplarından biridir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.185 de görülmektedir.



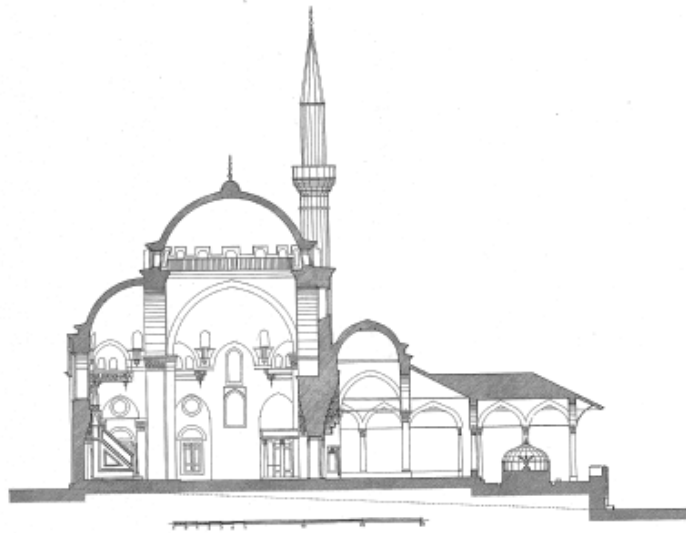
Şekil 2.185. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi (URL-1, 2010)

İskele Camisi olarak da tanınan cami, merkezi kubbeyi üç yönde destekleyen yarım kubbelerden oluşan harim kısmı ile beş kubbeli son cemaat yeri ve bunu üç yönde çeviren ikinci bir son cemaat mahallinden meydana gelmektedir. Dikdörtgen plana sahip olan harim de merkezi kubbe ve yarım kubbeler yonca planlı payeler ve duvarlara basan sivri kemerlerle taşınmakta, köşelerde oluşan boşlukları ise küçük kubbeler örtmektedir. Pencere sayısının yeterli olmaması sebebiyle son derece loş olan harimde dikkati çeken en önemli özellik, Mimar Sinan'ın Şehzade Camisi'nde uyguladığı dört yarım kubbeli merkezi şemadan farklı bir tasarıma yönelmiş olmasıdır. Büyük bir ihtimalle topoğrafyadan dolayı tercih edilen bu düzen, taçkapıdan sonra ana kubbenin altına geçişle hemen mekanın kavranmasını sağlayan etkiyle beraberinde getirmiştir. Bu açıdan camisi, Mimar Sinan'ın sonraki yapılarında yoğunlaşacağı mekan araştırmalarının başlangıcı kabul edilebilir. Caminin kıyıda dar bir alan üzerinde inşa edilmesi klasik revaklı bir avlu şekillenmesine imkan vermemiştir. Ayrıca dıştaki şadırvanı da içine alan ahşap örtü sistemiyle kapatılan ikinci bir son cemaat yeri kuzey rüzgarlarına açık olan yapıda mekanı değerlendiren ve aynı zamanda önemli bir yol güzergahı olan bu yerde her vakit yoğun cemaat olabilmesi için iyi bir çözümdür. Böylece Boğaziçi'nin başlangıç noktasındaki bu önemli merkezde kıyı ve denizle olağan üstü bir panoramik yerleşim sağlanmıştır. Bu etkili mimariyle Sinan, güçlü bir sanatkar olmanın yanında iyi bir şehir plancısı olduğunu daha kariyerinin ilk yıllarında ortaya koymuştur. Camisi, tasarım ve yerleşimdeki başarısına karşılık nisbetleri bakımından her ne kadar geometrik biçimlenişte son derece yalın

çizgilere sahip olsa da, özellikle son cemaat yeri ağır görüntüsü ile bulunduğu alana bütün yüküyle çökmüş izlenimi uyandırır (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.186 ve Şekil 2.187 de görülmektedir.



Şekil 2.186. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi plan
(URL-2, 2010)

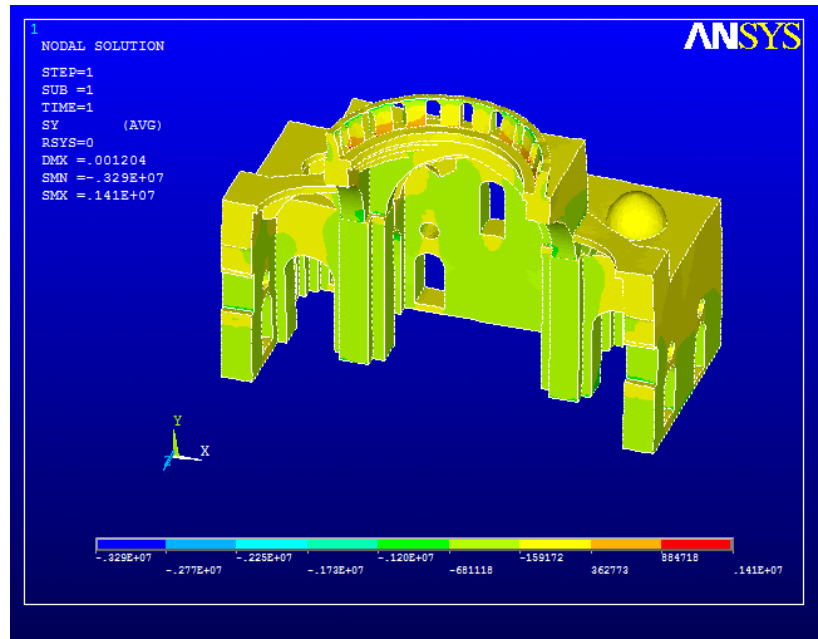


Şekil 2.187. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi kesit
(URL-2, 2010)

2.18.2. Analizler ve İrdelemeler

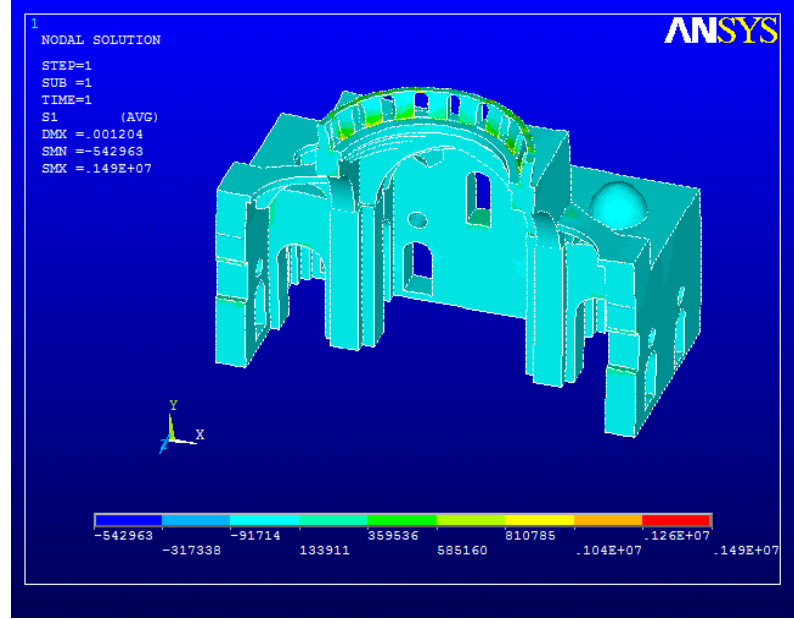
2.18.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Üsküdar Mihrimah Sultan Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.188 den görüldüğü gibi gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmakta, ana taşıyıcı ayak alt noktalarında maksimum değerlere ulaşmakta, buralarda 0.68 - 1.20 MPa arasında değerler almaktadır. Asıl kubbeyitaşıyan kasnak kısmı alt noktalarında 0.36 - 0.85 MPa değerleri arasında çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

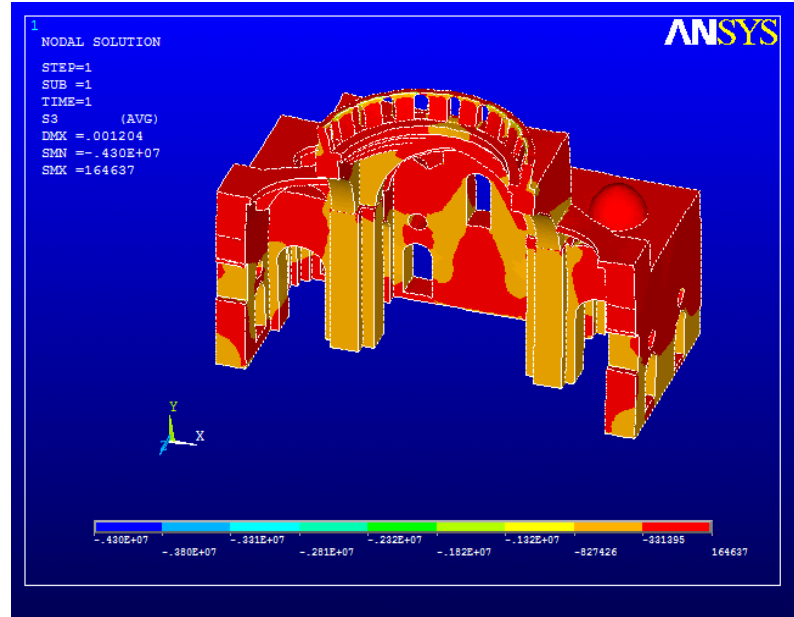


Şekil 2.188. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.189 ve Şekil 2.190 da verilmektedir.



Şekil 2.189. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi
1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.190. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen 1. asal gerilme değerleri incelendiğinde, gerilmelerin camisi geneline homojen bir dağılım gösterdiği, değerlerin 0 - 0.13 MPa arasında olduğu gözlenmektedir. Asıl kubbeyitaşıyan kasnak kısmı alt noktalarında değerler 0.36 - 0.59 MPa arasında seyretmektedir. 3. asal gerilme değerleri sistem

genelinde basınçtır ve oldukça düşük seviyededir (0.82- 0.33 MPa basınç). Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

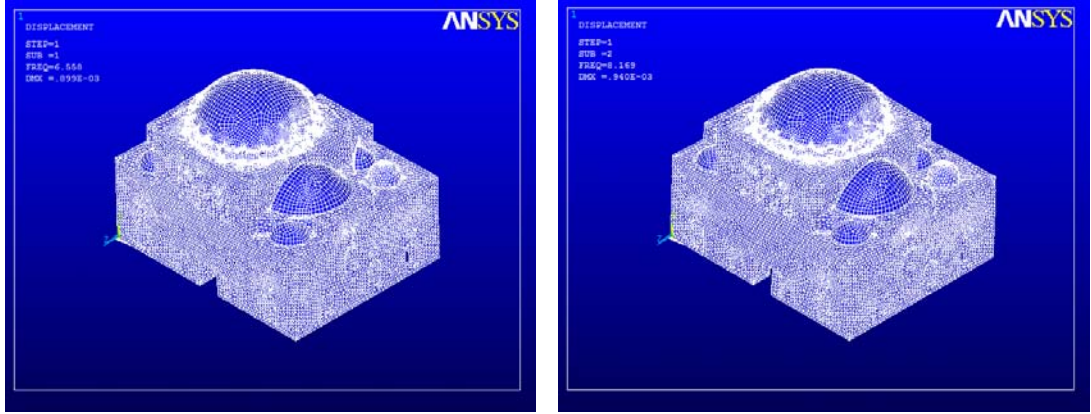
2.18.2.2. Modal Analiz

Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.23 den görüldüğü gibi, ilk 15 modda Üsküdar Mihrimah Sultan camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

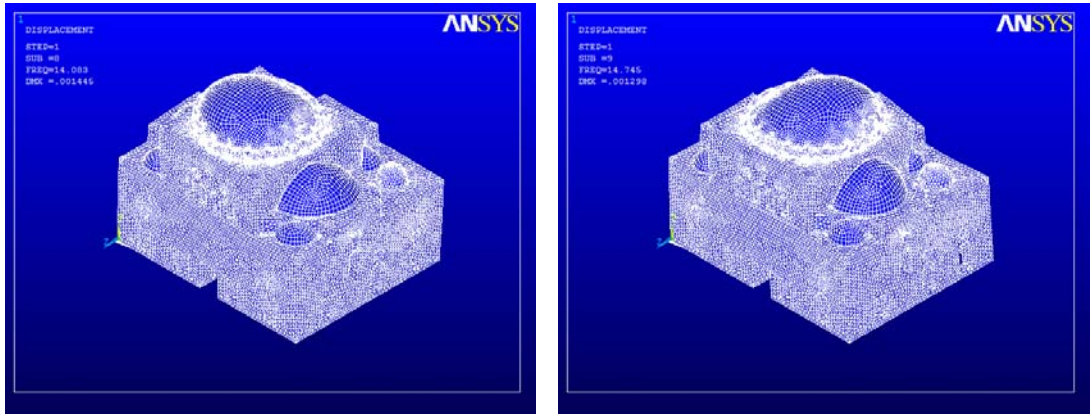
Çizelge 2.23. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksen doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksen doğrultusu)
1	0.15249	0.0000171060	0.660151
2	0.12241	0.727928	0.660152
3	0.11624	0.728133	0.730071
4	0.097129	0.749848	0.730095
5	0.082655	0.751532	0.730100
6	0.075596	0.751736	0.751557
7	0.073945	0.792296	0.751639
8	0.071008	0.793569	0.907269
9	0.067820	0.938881	0.907731
10	0.059959	0.938917	0.907771
11	0.059481	0.938921	0.935798
12	0.058874	0.938932	0.936461
13	0.056143	0.939856	0.961023
14	0.055485	0.999841	0.961265
15	0.054050	1.000000	1.000000

Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin 1., 2., 8. ve 9. mod şekilleri Şekil 2.191 de görülmektedir. Etkili modlar her iki doğrultuda ötelenme olarak oluşmuştur. İleriki modlarda kubbe ötelenmesi hareketin şeklini belirlemektedir.



1. Mod şekli (y eksenine doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenine doğrultusunda ötelenme)

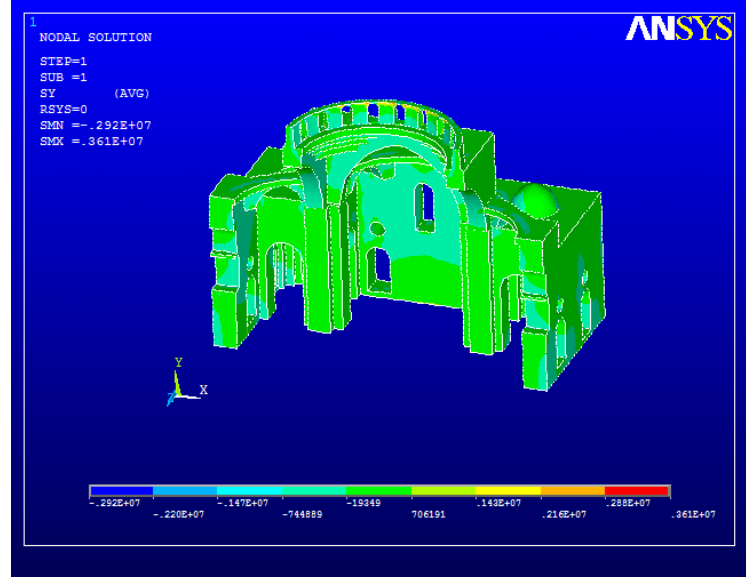


8. Mod Şekli (Kubbe y yönünde ötelenme) 9. Mod Şekli (Kubbe x yönünde ötelenme)

Şekil 2.191. Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin mod şekilleri

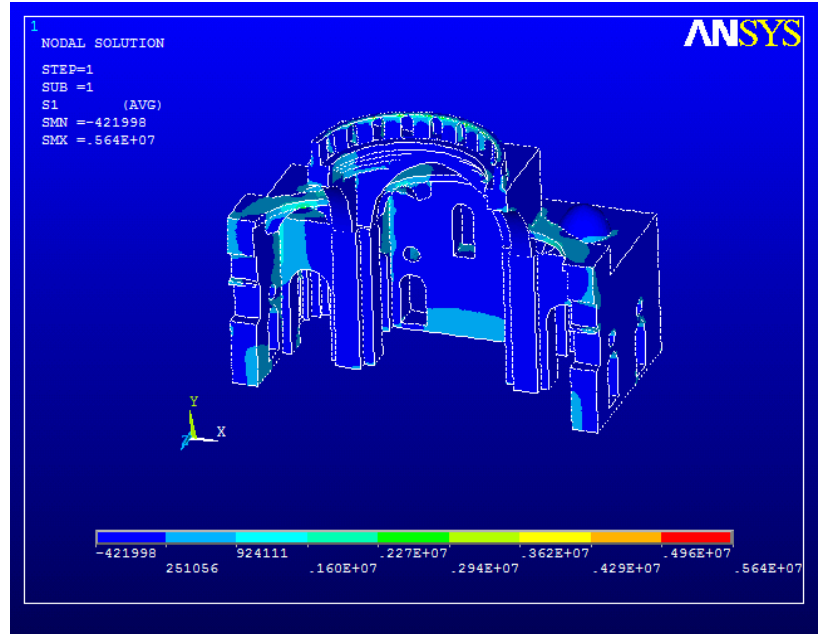
2.18.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.192 de görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde 0-0.70 MPa değerleri arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

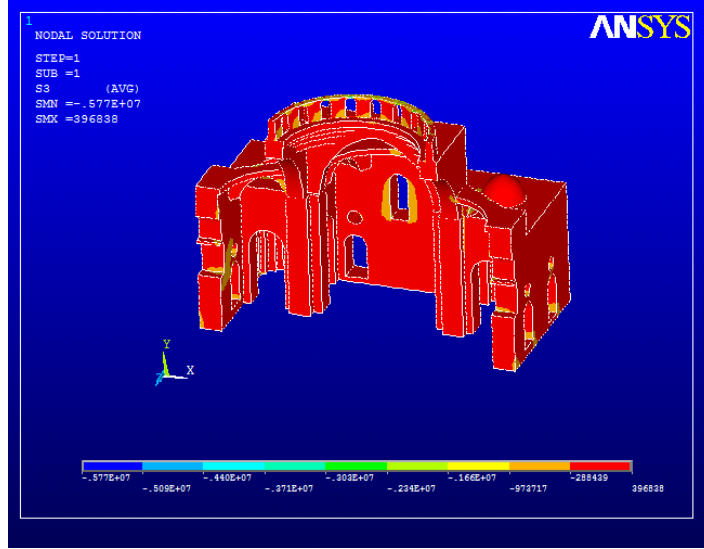


Şekil 2.192. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Üsküdar Mihrimah Sultan camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.193 ve Şekil 2.194 de görülmektedir.



Şekil 2.193. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.194. Üsküdar Mihrimah Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

1. asal gerilmeler asıl kubbeyitaşıyan kasnak kısmı üst noktalarında artış göstermiş, buralarda 1.6-2.27 MPa değerleri arasında değişmiştir. 3. asal gerilme değerleri, cami genelinde basınçtır ve 0.28-0.98 MPa arasında değerler almaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.19. Rüstem Paşa Camisi

2.19.1. Genel Bilgiler

Cami, tarihi yarımada içindeki çarşı bölgesindeki Uzun Çarşı Caddesinin, Haliç kıyılarında sonlandığı noktada inşa edilmiştir. Banisi Sadrazam Rüstem Paşadır. Rüstem Paşa Hırvat asıllı Bosnalı bir devşirme olup, I. Süleyman'ın kızı Mihrimah Sultan ile evlidir. Ayrıca Osmanlı İmparatorluğu'nda 2 kez sadrazamlık görevinde bulunmuştur. Caminin mimarı Mimar Sinandır.

Yapının inşa edildiği arazi yoğun bir ticaret bölgesi içerisinde yer almaktadır. Bizans döneminde bölgeye hakim olan Venedikliler ticaretin yürütmesine büyük katkılarda bulunmuşlardır. Bu dönem zarfında yapının inşa edildiği alanda San Akindino Kilisesi olduğu tahmin edilmektedir. Bu kilisede ticaretin güvenilirliği adına ölçü aletlerinin tartı ayarları yapılmaktadır. Fetihten sonra aynı arazide Fatih (II. Mehmet) dönemin ilk mescidi olan

Hacı Halil Ağa Mescidi yapılmıştır. Bu mescidin yapımı aynı zamanda bölge etkin olan Yahudi nüfusunu biraz olsun azaltıp, bölgeyi Müslümanlaştırma politikalarından biridir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.195 de görülmektedir.



Şekil 2.195. Rüstem Paşa camisi (URL-1, 2010)

Hacı Halil Ağa Mescidi'nin Yenibahçe'ye taşınması ve çevredeki bazı yapıların istimlak edilmesi ile bugünkü Rüstem Paşa Camisi ve çevresindeki han yapıları inşa edilmiştir. Rüstem Paşa Camisi'nin yapım tarihi tam olarak bilinmemektedir çünkü yapının bir kitabesi mevcut değildir. Vakfiye kayıtlarına göre 1561 yılı tahmin edilmektedir. Büyük bir ihtimalle yapının bitirilmesi Rüstem Paşanın vefatının ardından eşi Mihrimah Sultan tarafından gerçekleştirilmiştir.

Yapı, çarşı kotunun altı metre yüksekliğindeki bir platform üzerine inşa edilmiştir. Ana mekanın (ibadet edilen) altı çapraz tonozlarla örtülü olup, mahzen olarak kullanılmıştır. (Bugün bir kısmı dükkan ve atölye olarak kullanılmaktadır). Son cemaat yeri ve terasın bir kısmının altındaki mekanlar ise beşik tonozla örtülüdür. Uzun Çarşı Caddesine bakan kısmında ise orta kısmında haznesi olan bir çeşme ile dükkanlar bulunmaktadır. Bu dükkanlar beşik tonozla örtülüdür. Yapının terasına bu cepheden iki merdivenle çıkılmaktadır. Bunların üzerinde ise müezzin ve kayyum odaları bulunmaktadır. Ayrıca kuzeydoğu ve güney batı yönlerinden terasa çıkılan birer merdiven

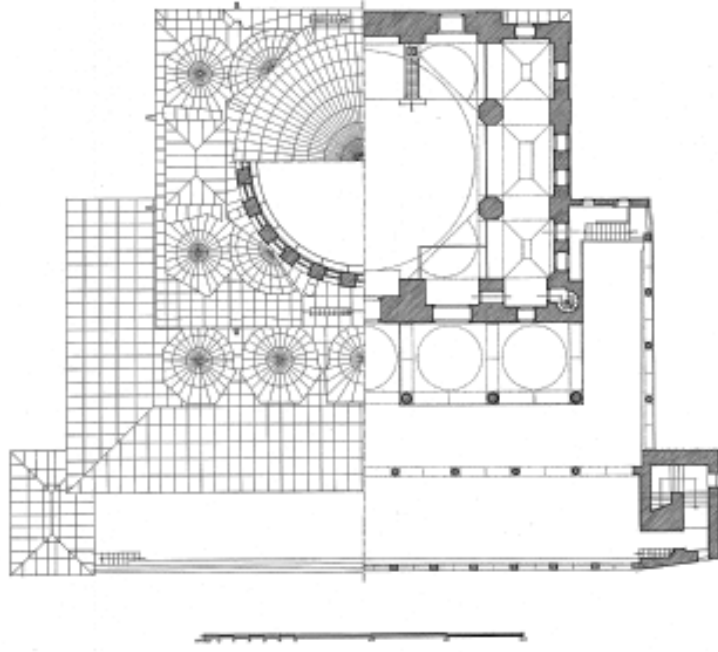
daha mevcuttur. Bu merdivenlerden aynı zamanda yapı içindeki yan mekanlara da ulaşılabilir. Bu merdivenlerden aynı zamanda yapı içindeki yan mekanlara da ulaşılabilir.

Yapının son cemaat yeri mukarnaslı başlıklı sütunlarla sahip beş birimden oluşmaktadır. Onun önünde ise başka Sinan yapılarında da karşılaştığımız (Kılıç Ali Paşa Camisi) ve yapıyı üç taraftan saran ahşap örtülü ikinci bir revak mevcuttur. Buna ek olarak terasta bir şadırvan mevcut değildir. Kuzey batıda, cadde kotunda bulunan şadırvan, sekizgen planlı, bezemesiz bir şadırvandır. Bu özelliklerinden dolayı cami ile aynı dönemde yapılmadığı düşünülmektedir.

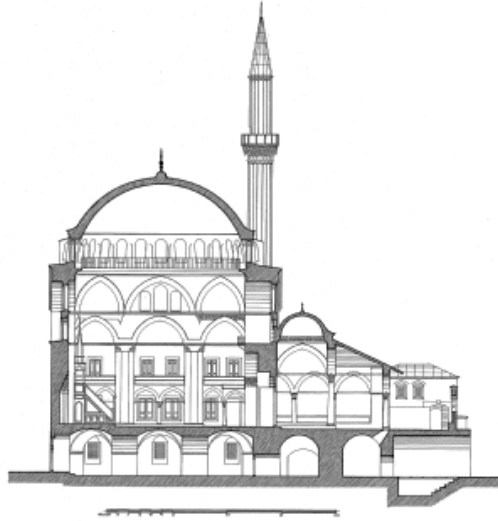
Yapı mihrap duvarı boyunca gelişen dikdörtgen bir plana sahiptir. Ortada büyük bir kubbeyle örtülü bir mekan ve yanlarda ise daha alçak iki yan mekan mevcuttur. Ana mekandaki kubbe, ikisi mihrap duvarına gömülü, ikisi son cemaat mekanının duvarına gömülü ve dört tane de serbest ayaklar ile taşınmaktadır. Yan mekan ise aynalı tonozlarla örtülüdür. Yalnız orta birimlerdeki tonozların dışa yansması tonoz olarak devam etmiştir. Diğer dört tonozun yansması ise kubbe olarak gerçekleşmiştir. Yapıda yapılan birçok değişiklik 1766 yılında gerçekleşen büyük depremin sonucudur. Bu depremde yapının minaresi ve kubbenin bir kısmı çökmüştür. Yerine yapılan kubbe tamburu ise ondüveli bir kornişe sahiptir. Aynı zamanda kible ve yan taraflardaki duvarlarda örtü sisteminin altındaki büyük kemerlerin içleri boşaltılarak açılan pencerelerle mekan daha fazla aydınlatılmıştır. Bunun da bir Sinan uygulaması olmadığı tahmin edilmektedir. (Mimar Sinan bu yapıda da dahil olmak üzere üçlü pencere sistemini kullanmıştır.) Yapının mihrap ve minberi klasik özellikleri taşımaya devam etmektedir. Yalnızca mihrap içi ve minberin külâhı çinilerle kaplıdır.

Yapı aynı zamanda sahip olduğu çini süslemeleriyle de önemli bir yere sahiptir. Banisinin sahip olduğu servetin bir simgesi olarak gösterilebilecek kadar zengin bir süslemeye sahiptir. (Mimar Sinan yapılarında genelde yapının bazı bölümlerini vurgulayacak kadar az ve yeterli süslemeyi tercih etmektedir). Bu çiniler İznik atölyelerinde üretilmiştir. Ancak cami için gereken çini sayısının fazlalığı, niteliği gibi sorunlar aynı zamanda Kütahya'da da bir atölye açılması ihtiyacını doğurmuştur. İç mekanda bütün yapının içini kaplayacak şekilde kubbe kadar yükselen, dış mekanda ise son cemaat yerinin kemer üzengilerine kadar çini kaplıdır. Bu yüzeyde ayrıca iki küçük mermer mihrap bulunmaktadır. Çinilerin görünümü yapının birçok yerinde; yeterli çininin kolay sağlanamayışı, yapının başından geçen deprem yangınlar ve hırsızlıklardan dolayı

bir bütünlük göstermemektedir (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.196 ve Şekil 2.197 de görülmektedir.



Şekil 2.196. Rüstem Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

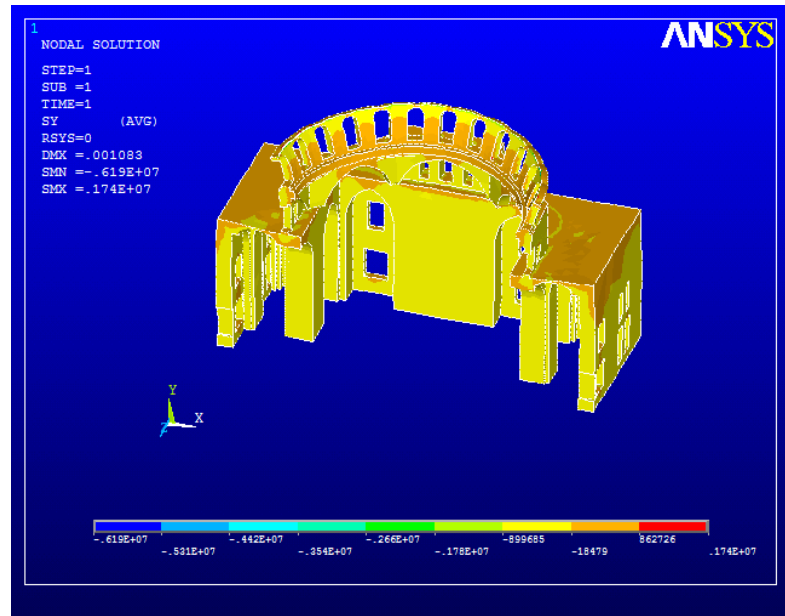


Şekil 2.197. Rüstem Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.19.2. Analizler ve İrdemeler

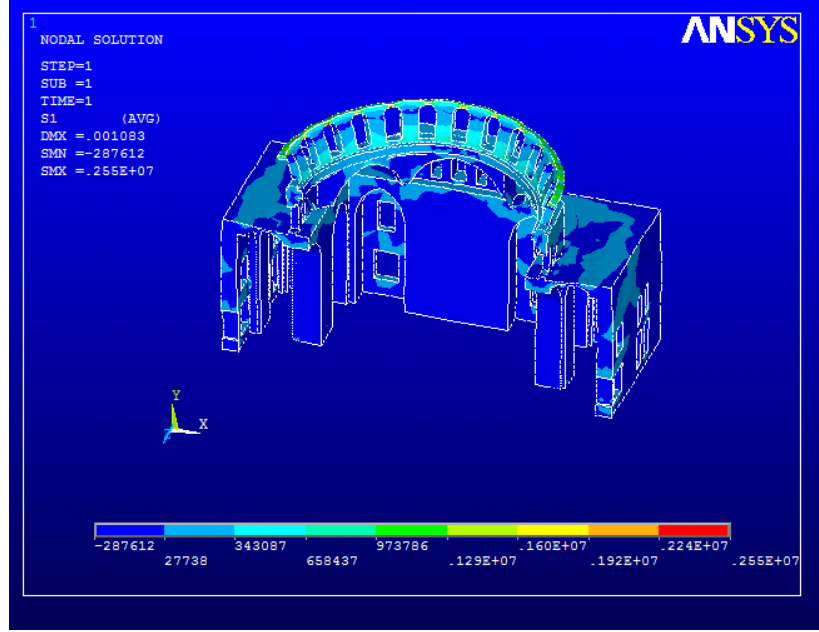
2.19.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Rüstem Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.198 den görüldüğü gibi, gerilmeler ana taşıyıcı ayak altlarında maksimum değerlerine ulaşmış, bu noktalarda gerilmeler $-0.89- 0$ MPa (basınç) değerleri arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.198. Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.199 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde $-0.28- 0$ MPa değerleri arasında olduğu gözlenmektedir. Gerilmeler çekme olarak kubbe mesnet bölgesinde artış göstermekte, buralarda $0.97-1.29$ MPa değerleri arasında kalmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.199. Rüstem Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

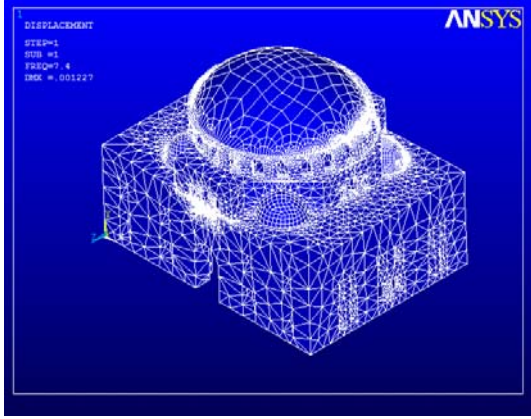
2.19.2.2. Modal Analiz

Rüstem Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz ününe alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.24 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Rüstem Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

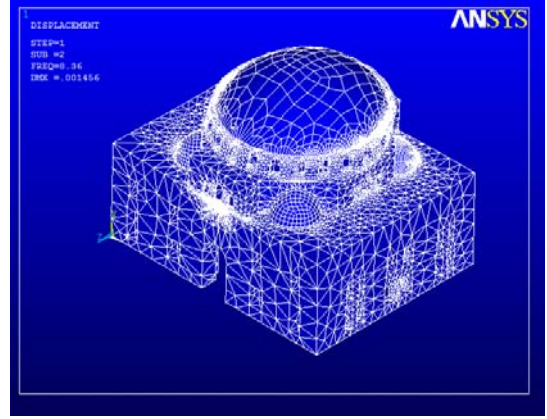
Çizelge 2.24. Rüstem Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.13514	0.0000164481	0.739559
2	0.11962	0.616728	0.739559
3	0.10127	0.616734	0.740777
4	0.095211	0.616816	0.740780
5	0.082684	0.857708	0.741474
6	0.081898	0.858149	0.938452
7	0.077766	0.858172	0.939366
8	0.073039	0.864244	0.939427
9	0.069177	0.864252	0.983721
10	0.066556	0.865517	0.983724
11	0.065493	0.865518	0.983924
12	0.065423	0.865731	0.983925
13	0.064961	0.865778	0.990796
14	0.062353	0.865800	0.990919
15	0.061653	0.866575	0.994553
16	0.060246	0.960782	0.994553
17	0.059532	0.960783	0.995109
18	0.059292	0.998428	0.995109
19	0.056304	0.999006	0.995115
20	0.055543	0.999018	0.996505
21	0.053379	0.999107	0.996506
22	0.053373	0.999139	0.996509
23	0.052058	0.999156	0.996509
24	0.051752	0.999253	0.996510
25	0.049693	0.999256	0.996716
26	0.048931	0.999587	0.996946
27	0.048380	0.999644	0.999029
28	0.048114	0.999936	0.999972
29	0.046974	0.999963	0.999994
30	0.046846	1.000000	1.000000

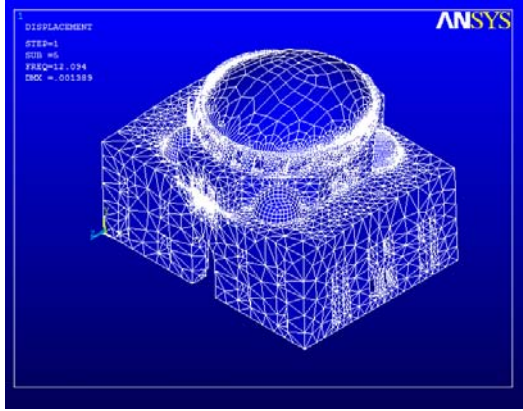
Rüstem Paşa camisinin mod şekilleri Şekil 2.200 de görülmektedir. Etkili modlar ilk iki mod olarak ortaya çıkmıştır ve ötelenmedir. Hareketin şeklini belirleyen daha ileriki modlar kubbe ötelenmesi ve çarpılması şeklinde oluşmuştur.



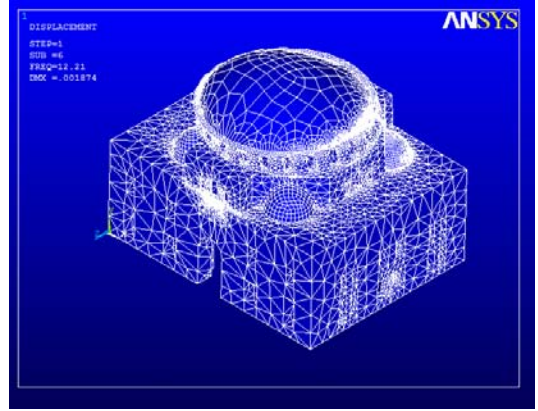
1. Mod şekli (y yönünde ötelenme)



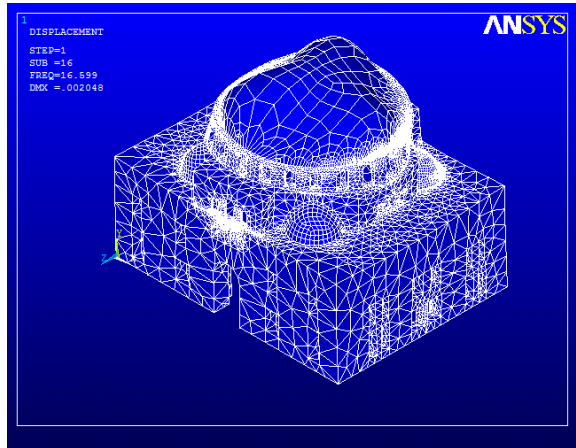
2. Mod şekli (x yönünde ötelenme)



4. Mod şekli (x yönünde kubbe ötelenmesi)



5. Mod şekli (y yönünde kubbe ötelenmesi)

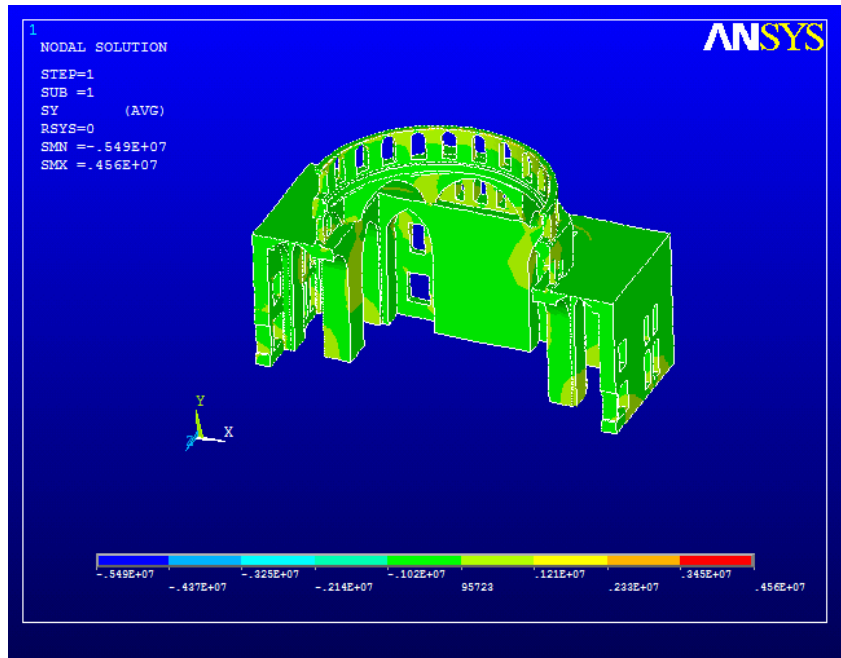


16. Mod şekli (kubbe çarpılması)

Şekil 2.200. Rüstem Paşa camisinin mod şekilleri

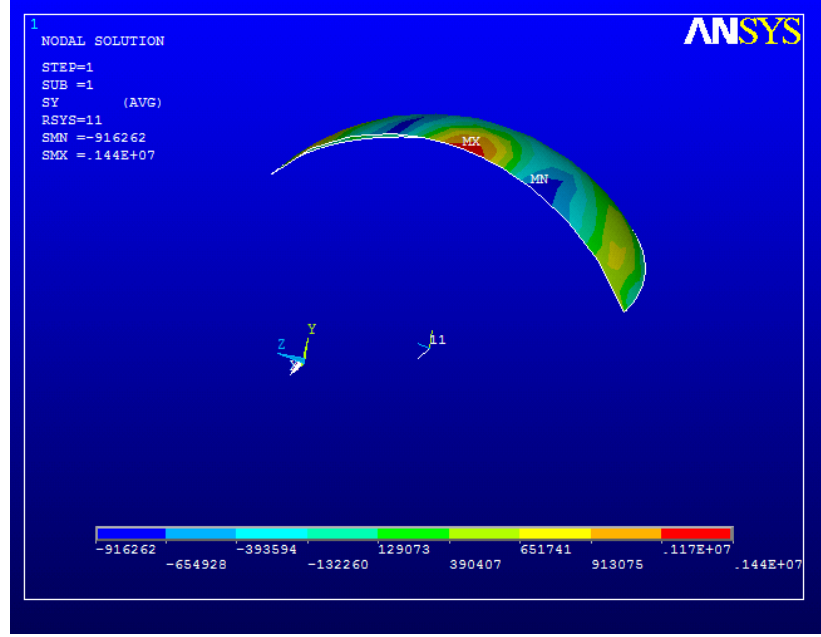
2.19.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Rüstem Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.201 de görölen düşey gerilme değerleri, ana taşıyıcı ayak tabanlarında, askı kemerleri mesnet noktalarında artış göstermiş, buralarda 0 - 1.21 MPa (çekme) değerleri arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.201. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

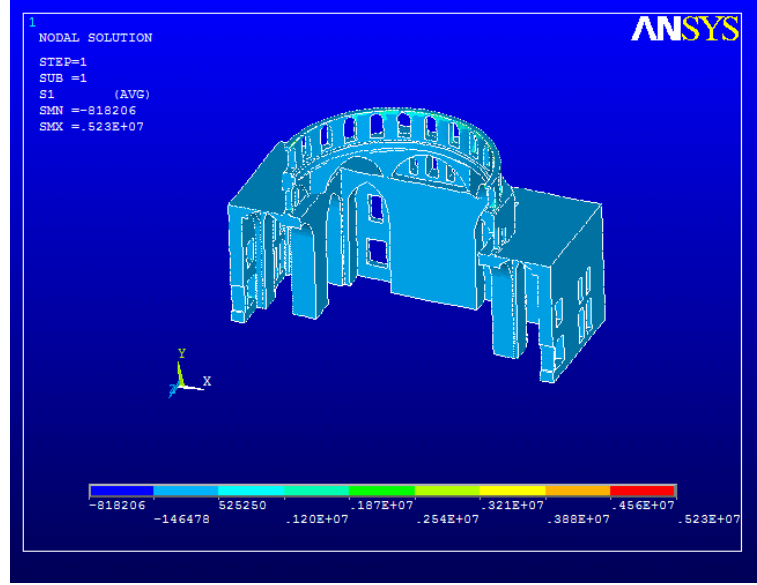
Şekil 2.202 de cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görölmektedir.



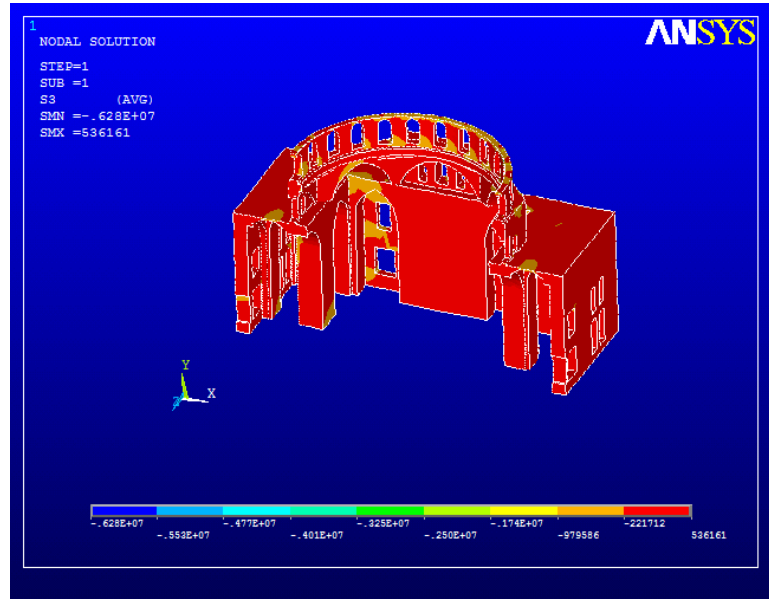
Şekil 2.202. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Şekil 2.202 den kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme gerilmesi olarak oluştuğu ve maksimum değerlerin kubbe tepe noktasında belirdiği gözlenmektedir. Burada gerilme değeri 1.44 MPa olarak ortaya çıkmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

Rüstem Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.203 ve Şekil 2.204 de görülmektedir.



Şekil 2.203. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

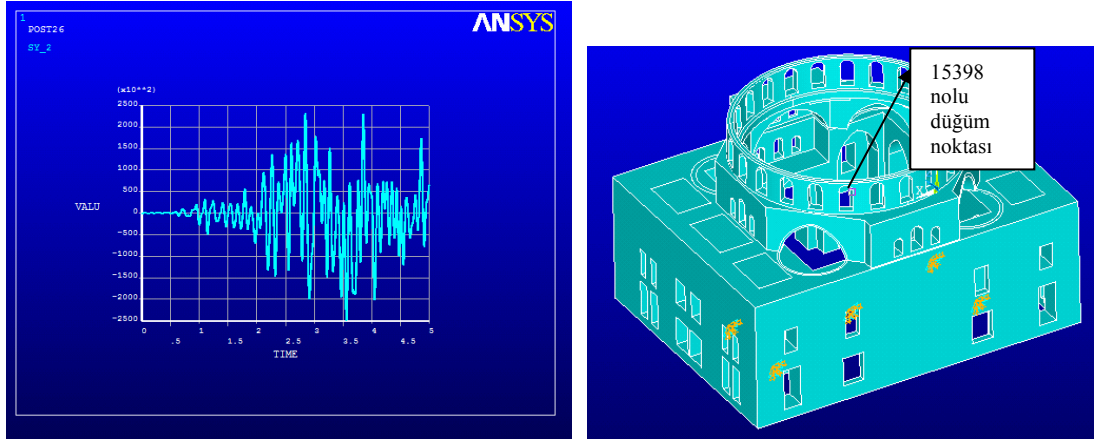


Şekil 2.204. Rüstem Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

1. asal gerilmeler cami genelinde 0 - 0.52 MPa değerleri arasında kalmıştır. 3. asal gerilmeler ana taşıyıcı ayak altlarında artış göstermiş, buralarda 0.97-0.22 MPa (basınç) olarak ortaya çıkmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

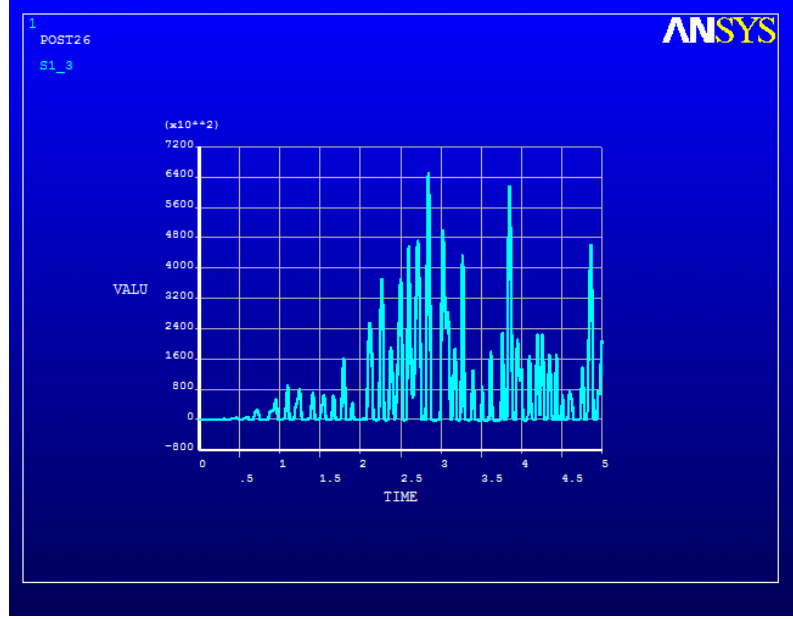
2.19.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Rüstem Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 15398 nolu nokta ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.205 de sunulmaktadır.

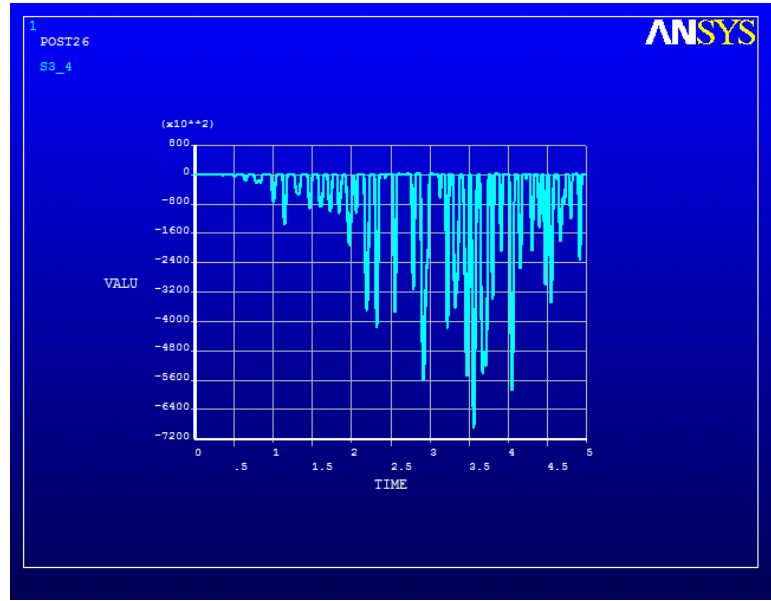


Şekil 2.205. 15398 nolu nokta ve bu noktada elde edilen düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.206 ve 2.207 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme değerleri 0 – 0.65 MPa arasında, 3. asal gerilme değerleri -0.69 – 0 MPa arasında, düşey gerilme değerleri -0.25 - 0.23 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

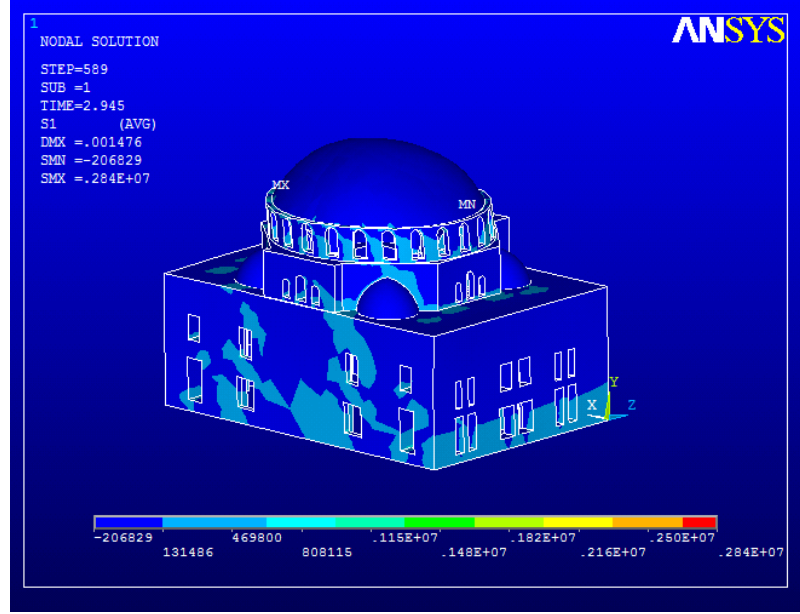


Şekil 2.206. 15398 nolu nokta 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.207. 15398 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Rüstem Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.208 de sunulmaktadır.



Şekil 2.208 T=2.945 s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Asal gerilmeler çekme şeklinde oluşmaktadır. Etkili değerler 0.13 – 0.47 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.20. Molla Çelebi Camisi

2.20.1. Genel Bilgiler

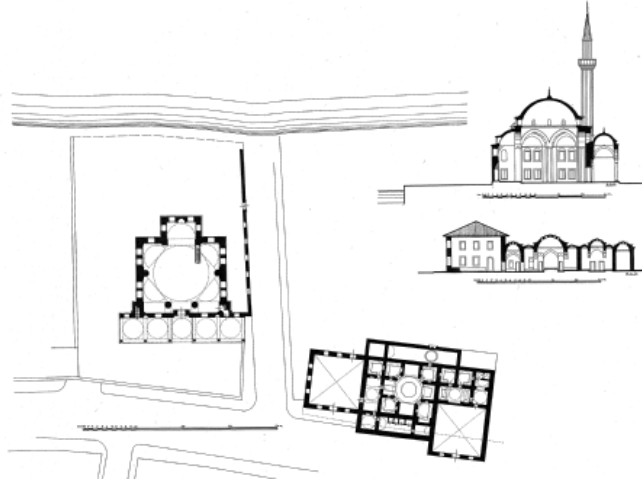
Mimar Sinan'ın yalın bir denemesi olarak literatüre geçen ve Fındıklı Camisi adıyla da bilinen yapı altı destekli camiler grubuna girmektedir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.209 da görülmektedir.



Şekil 2.209. Molla Çelebi camisi (URL-1, 2010)

Ana kubbe kuzey yönü hariç beş yarım kubbe ile yanlara doğru genişletilmiş, mihrap önünde yer alan yarım kubbe ise diğerlerine oranla daha derin olduğundan mihrap bölümü dışarıya taşırılmıştır. Harime girişi sağlayan cümle kapısı mihrap ekseninde ve dıştan basık kemerli, içten dikdörtgen şeklinde mermer sövelidir. Kubbeyi taşıyan altı payeden güneyde yer alan iki tanesi mihrap nişinin köşelerine yerleştirilmiştir. Doğu ve batıdaki payeler yarım sekizgen, kuzeyde yer alan iki paye sekizgen kesitli olup serbest şekilde bulunmaktadır. Kuzeydeki iki paye dışında diğerleri altıgen kasnaklı kubbeyi dıştan destekleyen, üzerleri küçük kubbelerle örtülü birer ağırlık kulesiyle yapının dışında son bulur. Eteğinde on yuvarlak kemerli pencere bulunan dıştan altıgen kasnaklı ana kubbe kuzey hariç beş yönde yarım kubbelerle yanlara doğru genişletilmiştir. Alt yapıdan yarım kubbelere geçişler pendentiflerle, mihrap yönündeki yarım kubbeye ise mukarnaslarla sağlanmıştır. Ayrıca kubbe eteğinde diğerlerinden farklı üç adet yuvarlak kemerli pencere bulunmaktadır. Bu bölümdeki oldukça sade alçı mihrap mukarnaslı bir yaşmağa sahiptir. İki yanında ise altı üstlü pencerelerden başka dikdörtgen çerçeveli, mermer söveli birer niş mevcuttur. Kuzeyde serbest olarak duran iki paye ile kuzey duvarı arasında bir açıklık vardır. Bu bölüm iki yanda birer yarım tonoz, ortada ise payeleri birleştiren sivri kemerin diğer kemerlere göre daha geniş ele alınması ile kapatılmıştır. Kemer içini dolduran duvar yüzeyi revzenlidir. Böylece yapı kuzeye doğru genişletilmiş ve bu bölüme altı üstlü ahşap mahfiller yerleştirilmiştir. Üst kat mahfiline geçiş, dışta son cemaat yerinde minare çıkışının simetrisi durumunda olan basık kemerli kapıdan sağlanmaktadır. Ayrıca içten

geçişi bulunan minarenin basamaklarından mahfil seviyesinde ayrılan koridorun arkasından yine basık kemerli bir açıklıkla üst kat mahfiline ulaşılır. Caminin iç mekanında alt kat pencerelerinin üstleri, üst kat pencerelerinin çevresi, yarım kubbeler, kemerler, pandantifler ve ana kubbenin içi son yıllarda yenilenirken mavi, kırmızı, sarı, beyaz renkli bitkisel motifler süslü kalem işleriyle bezenmiştir. Mimar Sinan çağının bütün sadeliğini bünyesinde toplayan cümle kapısı iki renkli taşın alternatif biçimde kullanılması ile oluşan basık kemerli, mermer sövelidir. Silmelerle hareketlendirilmiş olan kapının dikdörtgen mermer alınlığı boş bırakılmış ve üste dikdörtgen açıklıklı bir pencere yerleştirilmiştir. girişin iki yanındaki dikdörtgen pencerelerden alt kattakiler sivri hafifletme kemeri altında mermer sövelere sahiptir. Pencerelerin dış yanlarında birer mihrabiye ile kesme taştan basık kemerli birer kapı yer almaktadır. Bunlardan batıdaki minareye geçişi, doğudaki yapının üst kat mahfiline çıkışı sağlamaktadır. Caminin ana kütesinden yanlara doğru taşan son cemaat yerinin iki köşesindeki sivri kemerli açıklıklardan batıdaki hazireye, doğudaki bahçeye açılmaktadır. Yapının diğer cephelerinde sivri boşaltma kemeri altında dikdörtgen şeklinde mermer söveli, demir şebekeli alt kat pencerelerinin üzerinde sivri kemerli ikinci kat pencereleri yer almaktadır (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.210 da görülmektedir.

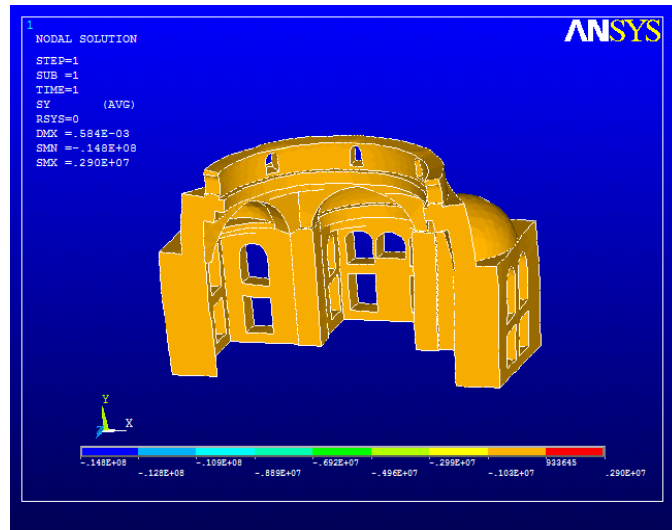


Şekil 2.210. Molla Çelebi camisi plan ve kesit (URL-2, 2010)

2.20.2 Analizler ve İrdelemeler

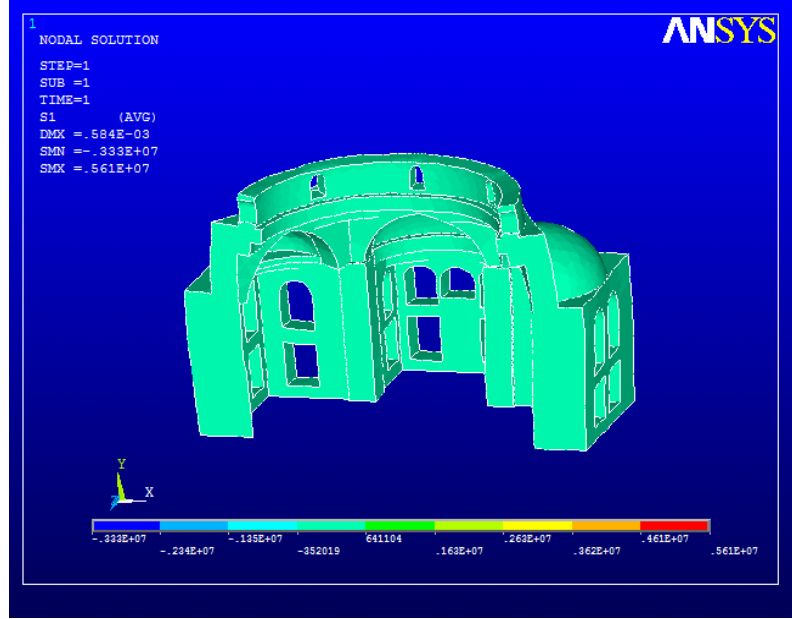
2.20.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Molla Çelebi Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.211 den görüldüğü gibi gerilmeler camisi genelinde $-1.03-0.93$ MPa değerleri arasında çıkmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

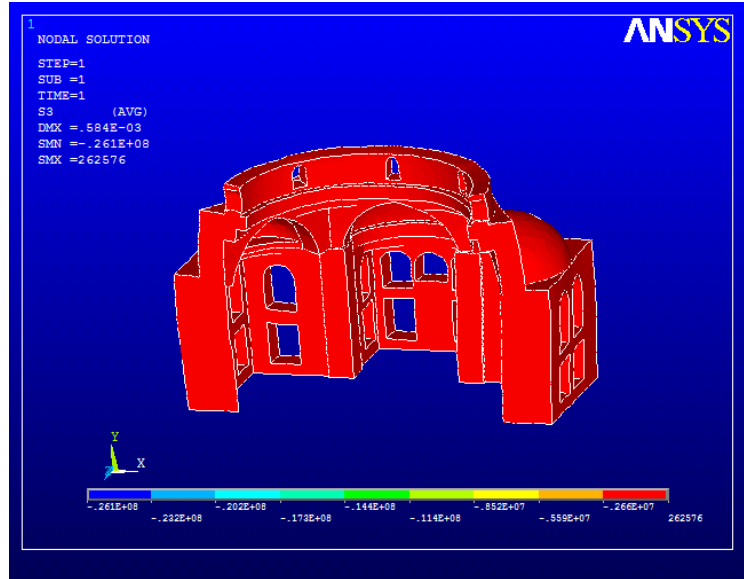


Şekil 2.211. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.212 ve Şekil 2.213 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin camii genelinde $-0.35 - 0.64$ MPa değerleri arasında olduğu görülmektedir. 3. asal gerilmeler $-2.6 - 0.26$ MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.212. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.213. Molla Çelebi camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.20.2.2. Modal Analiz

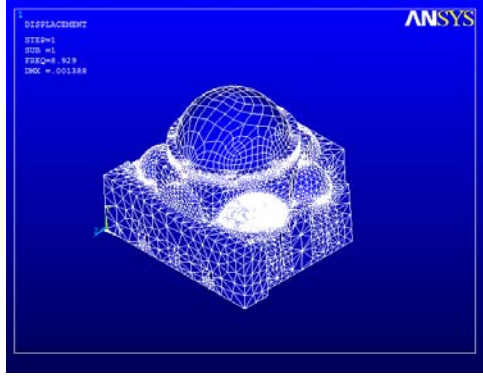
Molla Çelebi camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar

verilmiştir. Çizelge 2.25 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Molla Çelebi camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

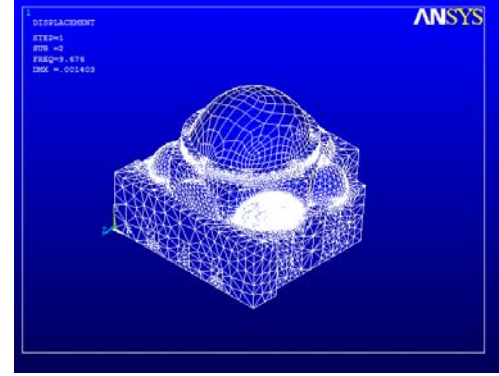
Çizelge 2.25. Molla Çelebi camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.11199	0.000327086	0.774496
2	0.10335	0.675423	0.774982
3	0.086522	0.675525	0.834540
4	0.079550	0.720571	0.834549
5	0.066180	0.721255	0.834893
6	0.058535	0.721273	0.905777
7	0.056047	0.757395	0.913136
8	0.055447	0.824902	0.916821
9	0.051478	0.824967	0.916886
10	0.050212	0.915142	0.916889
11	0.045450	0.915143	0.924722
12	0.044872	0.918449	0.926518
13	0.044478	0.921598	0.928327
14	0.043340	0.922091	0.935119
15	0.043040	0.922332	0.936466
16	0.040859	0.922770	0.936663
17	0.040006	0.923019	0.936976
18	0.039298	0.924687	0.950313
19	0.038969	0.930424	0.958760
20	0.038338	0.930488	0.960746
21	0.037805	0.934106	0.960750
22	0.037446	0.958083	0.961123
23	0.036475	0.960735	0.965266
24	0.036322	0.962582	0.966825
25	0.035966	0.962587	0.980392
26	0.035232	0.962631	0.998833
27	0.034704	0.969201	0.999205
28	0.034120	0.983565	0.999835
29	0.033021	0.991537	0.999899
30	0.032510	1.000000	1.000000

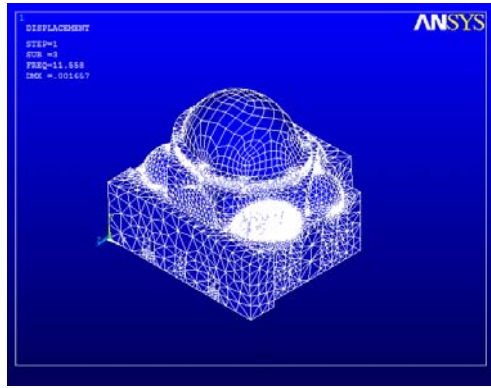
Molla Çelebi camisinin 1., 2., 3., 6., 8. ve 10. mod şekilleri Şekil 2.214 de görülmektedir. İlk modlar ötelenme etkili iken, ileriki modlar kubbe ötelenmesi ve çarpılması şeklinde oluşmaktadır.



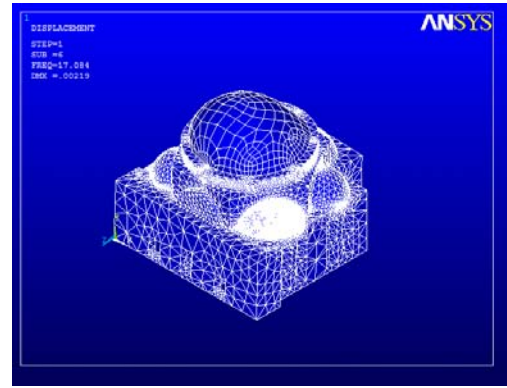
1. Mod şekli (y eksenli doğrultusunda ötelenme)



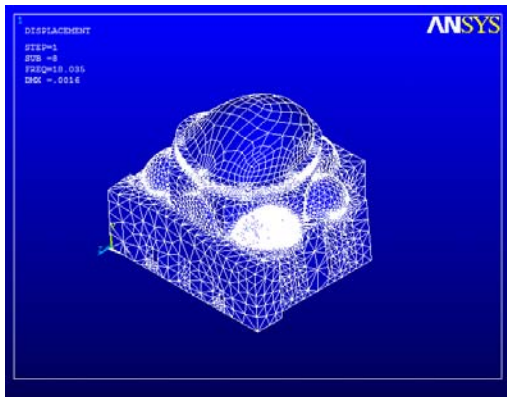
2. Mod şekli (x eksenli doğrultusunda ötelenme)



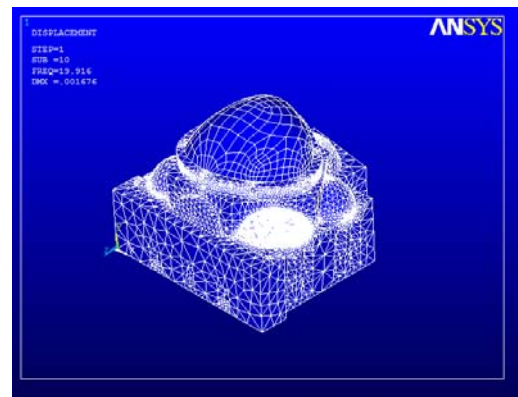
3. Mod şekli (kubbe sıkıştırma)



6. Mod şekli (kubbe y eksenli doğrultusu ötelenme)



8. Mod şekli (kubbe x eksenli doğrultusu ötelenme)

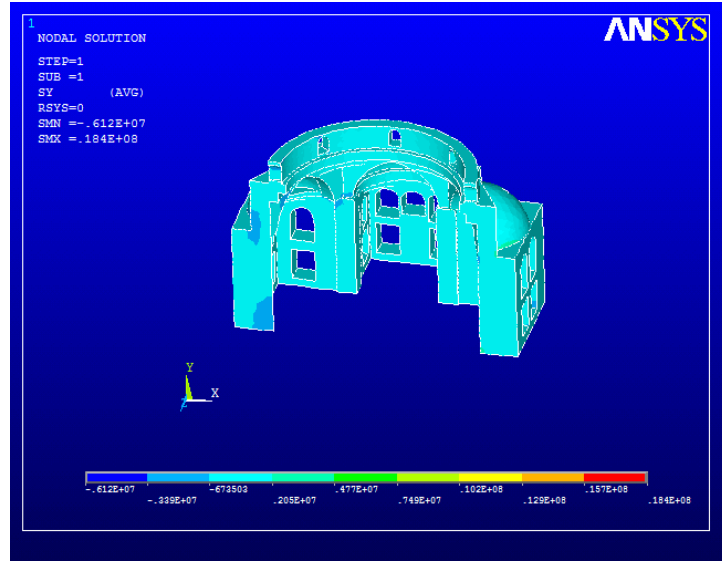


10. Mod şekli (kubbe çarpılma)

Şekil 2.214. Molla Çelebi camisinin mod şekilleri

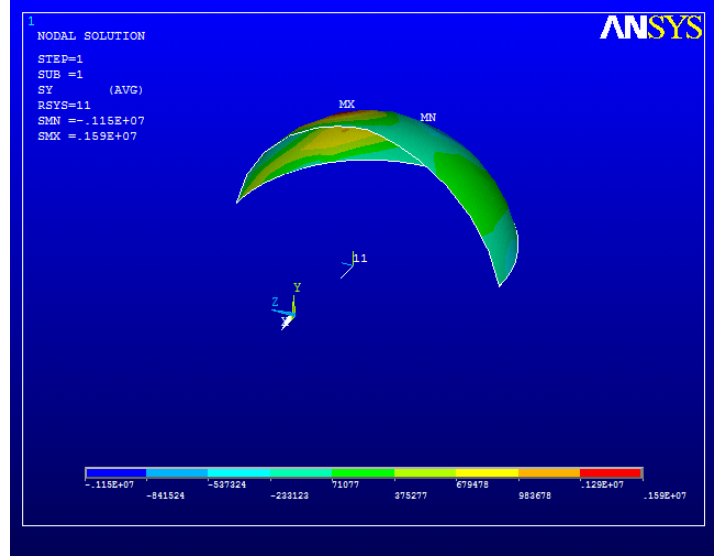
2.20.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Molla Çelebi camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.215 de görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde $-0.67 - 2.05$ MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



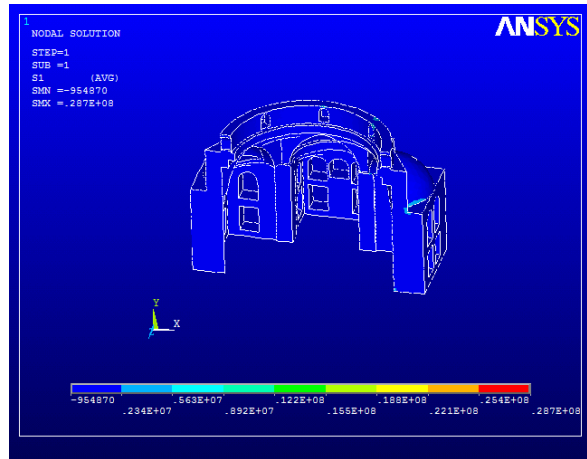
Şekil 2.215. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şekil 2.216 da cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmeler çekme gerilmesi şeklinde oluştuğu ve maksimum değerinin 1.59 MPa olduğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

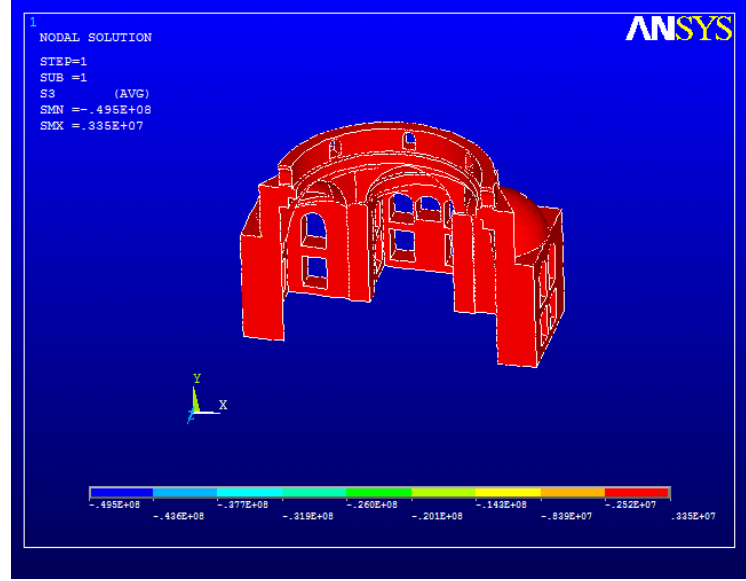


Şekil 2.216. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Molla Çelebi camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.217 ve Şekil 2.218 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler cami genelinde maksimum 2.34 MPa çekme değerine ulaşmıştır. 3. Asal gerilmeler cami genelinde -2.52 - 3.35 MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



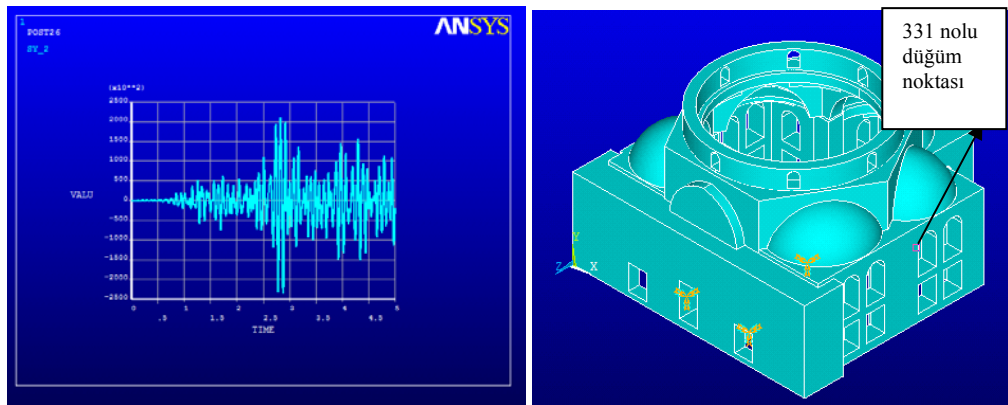
Şekil 2.217. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme)dağılımı



Şekil 2.218. Molla Çelebi camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.20.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

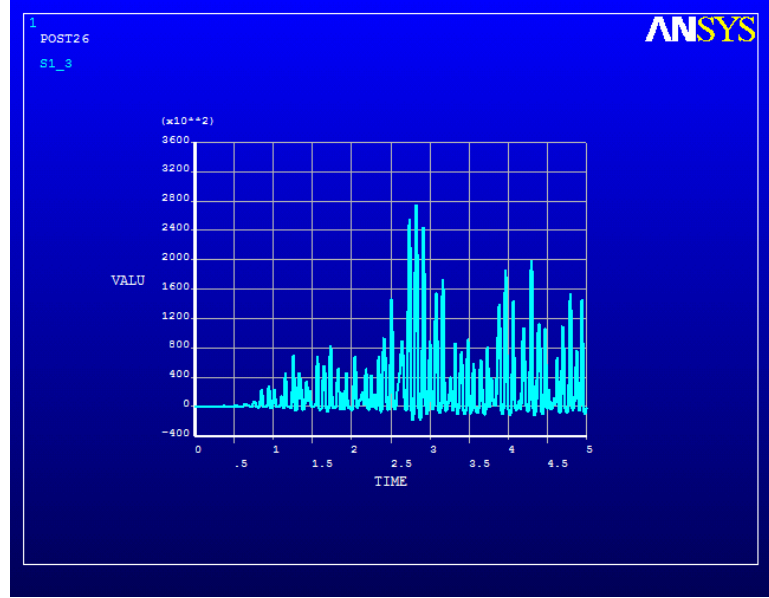
Molla Çelebi camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 331 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.219 da sunulmaktadır.



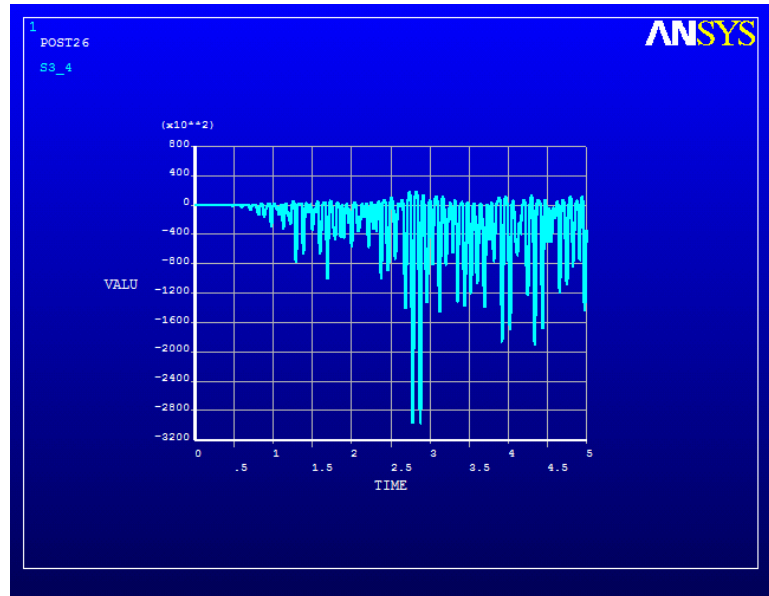
Şekil 2.219. 331 nolu nokta ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.220 ve 2.221 de verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme değerleri 0 – 0.27 MPa arasında,

3. asal gerilme değerleri $-0.297 - 0$ MPa arasında, dūşey gerilme değerleri $-0.235-0.21$ MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

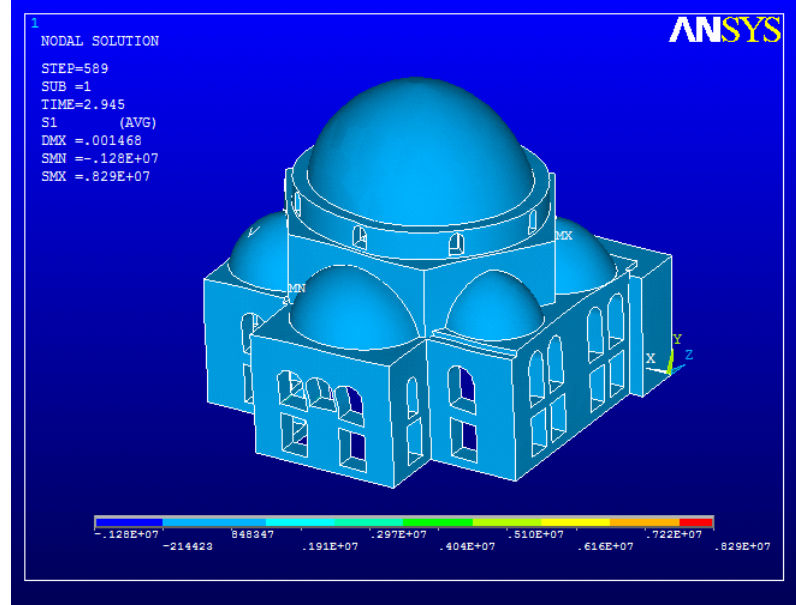


şekil 2.220. 331 nolu nokta 1. asal gerilme (ekme) değişimi



şekil 2.221. 331 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Molla Çelebi camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.222 de sunulmaktadır.



Şekil 2.222. T=2.945 s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Asal gerilmeler cami genlinde çekme olarak oluşmaktadır. Etkili değerler 0.85 – 1.91 MPa aralığındadır. Alt ve üst pencere kenarları zorlanmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.21. Kadirga Sokullu Mehmet Paşa Camisi

2.21.1. Genel Bilgiler

Sokollu Mehmet Paşa Külliyesi, Mimar Sinan'ın İstanbul Kadirga'da Şehit Mehmet Paşa yokuşunda bulunan ve cami ile külliye'den oluşan bir eseridir. Sinan'ın en güzel eserlerinden biri sayılır. Üç padişaha sadrazamlık yapan Sokollu Mehmet Paşa adına 1571'de karısı Esmehan Sultan tarafından yaptırılmıştır.

Dik yokuşlardan oluşan sokakların arasında kurulan külliye, bu güçlükten plan olarak da yararlanmış, üç sokaktan ve üç farklı kottan girilen külliye'nin avlusuna merdivenlerle

ulaşılarak pek sık rastlanmayan bir zenginlik yaratılmıştır. Eğimli bir arazide, tek minareli, tek kubbelidir. Avluda mermer bir şadırvan yer alır. Çevresinde medresenin bölümleri bulunur. Camide, İznik çinileri ve orijinal kalem işleri de bulunmaktadır. Sokollu Mehmet Paşa'nın İstanbul'da iki yerde kendi adını taşıyan camilerden biridir. Öteki cami, Azapkapı'daki Sokollu Mehmet Paşa Camisi'dir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.223 de görülmektedir.



Şekil 2.223. Kadırga Sokollu Mehmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

Son cemaat yeri platformu sağlı sollu uzanır ve ortada caminin orta büyüklükteki giriş kapısından camiye girilir. Mihrap çevresinde insan boyundan büyük iki mum ve mihrap üzerinde hat sanatlı çini süsleme boydan boya kaplıdır. Caminin ses ve aydınlatma sistemi her Sinan camisindeki gibi mükemmeldir. Giriş sahını sağ ve soldan ikinci kata çıkar. Kabe-i Muazzama'da bulunan Hacerü'l Esved muhafazaya alınırken çevresinden kopan 10 cm. büyüklüğündeki parçalar, caminin inşaatı sırasında getirilmiş ve caminin giriş kapısının üzerinde, mihrabın üst orta kısmında, minber giriş kapısının üzerinde ve minber kubbesinde olmak üzere dört ayrı noktaya altın çerçeve ile gömülmüş. Caminin kuzeyinde şerefe kısmından üstü yıkılmış eski bir tuğla minare vardır.

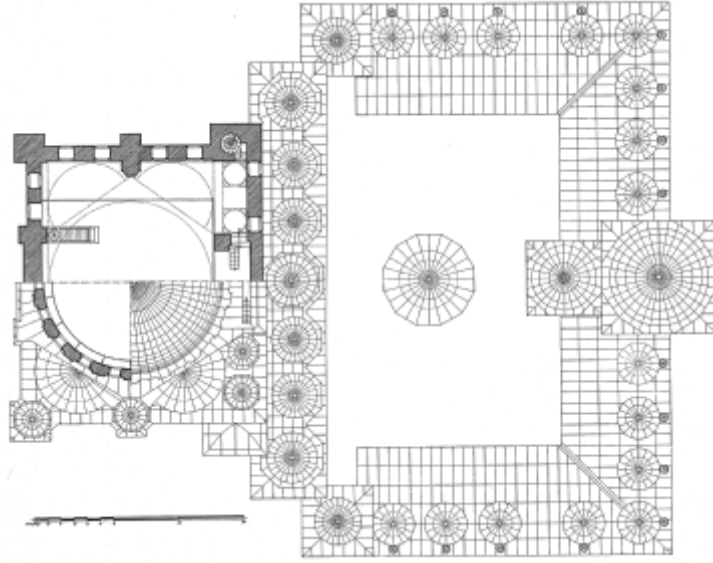
Yapıldığı günden beri deprem, yangın gibi hiçbir doğal afetten zarar görmeden, her dönem ibadete açık biçimde günümüze gelmeyi başarmış bir yapıdır. Merdivenlere atılan

ilk adımda bu sevimli caminin sıcak ve davetkâr görünümü insanı büyülemektedir. Küçük avlunun üç tarafı revaklar ve üzerleri kubbeli 16 medrese odasıyla kuşatılmıştır. Bugün bu odalar Kur'an kursu olarak işlevini sürdürmektedir. Tek minareli küçük bir cami olmasına rağmen, Mimar Sinan'ın ustalık dönemine denk geldiği için yapının her yerinde bir özen göze çarpmaktadır. Revakları kubbeye bağlayan kemerler önemli bir mimari tarzı simgelediklerini adeta haykırmaktadırlar. Merdivenli girişin üzerindeki dersane, avlunun ortasındaki sütun ve mermer şebekeleri sanatkârane işlenmiş kubbeli şadırvan, avluya değişik bir hava vermektedir.

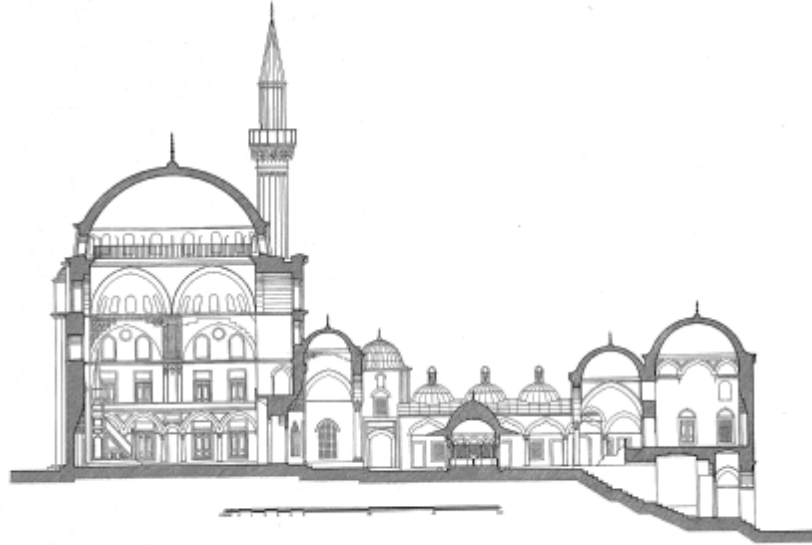
Mimar Sinan, bu camide klâsik devir altıgen plânını tekrar fakat daha da üretken bir biçimde uygulamıştır. Altı ayak üstünde yükselen kasnağa oturmuş merkezi kubbe ana mekânı kaplamaktadır. Büyük kubbenin iki yanında ikişer kubbeye örtülmüş ve bayanlara ayrılmış bölümler bulunmaktadır.

Cami içerisindeki benzersiz özelliklere sahip çiniler, diğer hiçbir camide görülmeyen biçimde; mermer mihraptan tavana kadar olan bölümde, minber külâhının üzerinde, pencere alınlıklarında ve kubbe kemerlerinde kullanılmıştır. Süslemede çini bolca kullanılmış ama bu kullanım mimariyi ezecek boyuta ulaşmamıştır. Sinan'ın, Süleymaniye Camisi'nde akustik keşfinde nargileden faydalandığı bilinen bir konudur. Tasarım etabında akustiğe büyük önem veren, detaylı hesap ve plânlama sonucu oluşan tasarımı uygulayan büyük mimar, bu camideki akustik meselesini de boş küplerle çözmüştür. Kubbe kasnağı üzerinde bulunan oyukların içine küpleri gömmüştür. Mekân içindeki tüm sesi, bu küplerle kubbeye toplamıştır (URL -1, 2010).

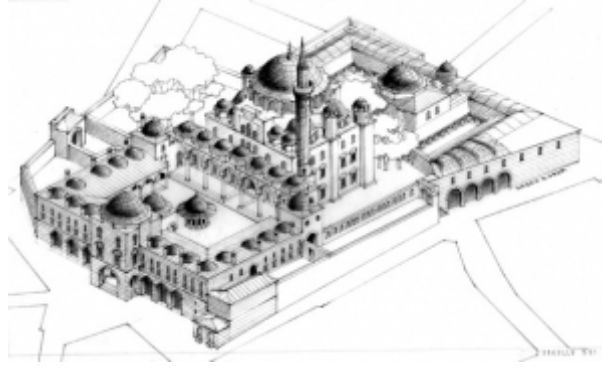
Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan, kesit ve aksonometrik görünüşleri Şekil 2.224, Şekil 2.225 ve Şekil 2.226 da görülmektedir.



Şekil 2.224. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi plan
(URL-2, 2010)



Şekil 2.225. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi kesit
(URL-2, 2010)

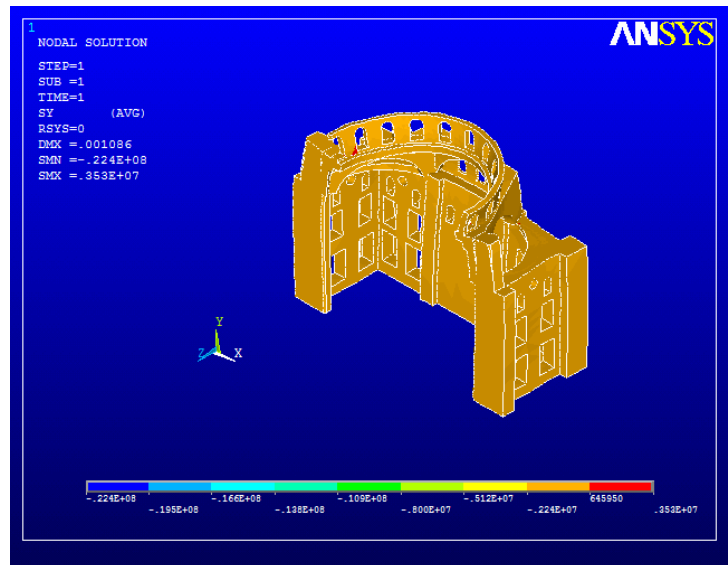


Şekil 2.226. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi aksonometrik görünüş (URL-2, 2010)

2.21.2. Analizler ve İrdemeler

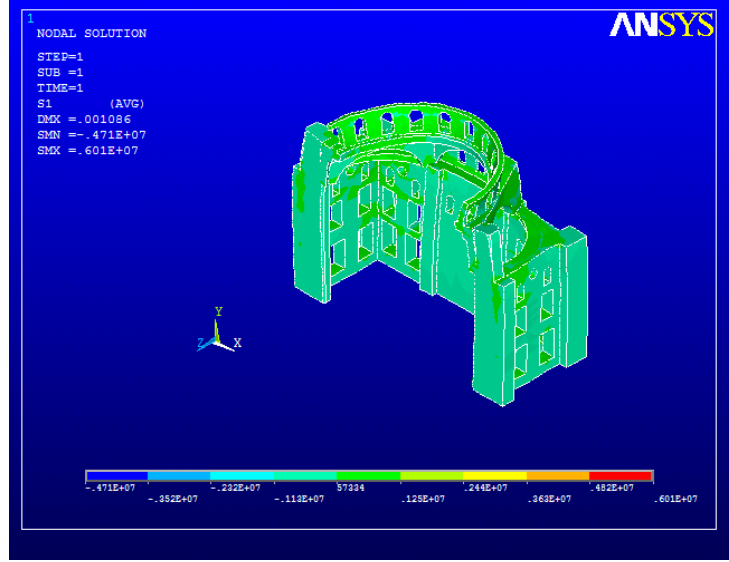
2.21.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.227 den görüldüğü gibi gerilmeler -0.22 - 0.65 MPa değerleri arasında kalmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

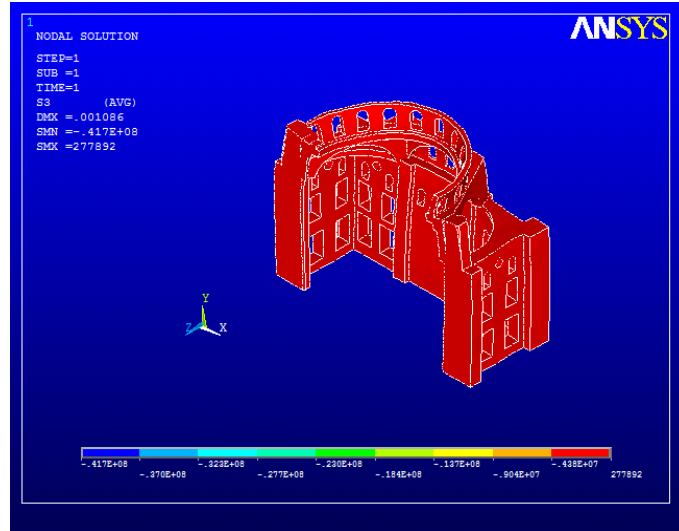


Şekil 2.227. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düsey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.228 ve Şekil 2.229 de verilmektedir.



Şekil 2.228. Kadirga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.229. Kadirga Sokullu Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin camisi genelinde kubbe kasağı ve kubbe mesnet noktalarında artış gösterdiği, buralarda 0-1.25MPa aralığında değerler aldığı görülmektedir. 3. asal gerilmeler -4.38-0.27

MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

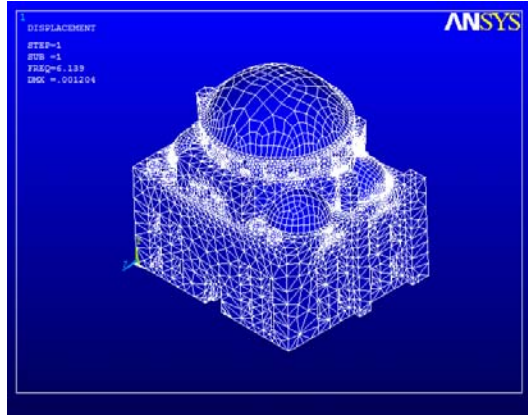
2.21.2.2. Modal Analiz

Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.26 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

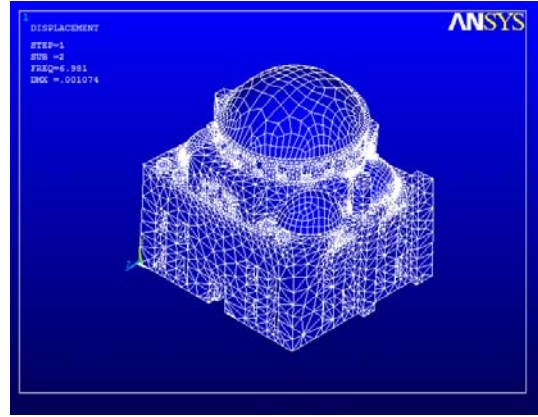
Çizelge 2.26. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenı doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenı doğrultusu)
1	0.16289	0.000897565	0.807313
2	0.14324	0.720241	0.808632
3	0.13116	0.720706	0.834679
4	0.10377	0.766032	0.834715
5	0.090520	0.772448	0.834808
6	0.085107	0.772472	0.835687
7	0.075192	0.773182	0.836492
8	0.073772	0.773563	0.934372
9	0.068440	0.952563	0.934496
10	0.067105	0.952581	0.938853
11	0.061856	0.952586	0.938885
12	0.060056	0.955817	0.938985
13	0.057445	0.955863	0.938986
14	0.054881	0.957242	0.938994
15	0.053311	0.957255	0.953547
16	0.052845	0.959409	0.953597
17	0.051838	0.960698	0.963172
18	0.051755	0.972027	0.964232
19	0.050670	0.972064	0.967462
20	0.049047	0.972491	0.967802
21	0.048821	0.972543	0.967827
22	0.048123	0.973564	0.977487
23	0.048014	0.977700	0.979414
24	0.046815	0.977774	0.990754
25	0.046700	0.977826	0.999176
26	0.045364	0.988436	0.999388
27	0.045166	0.988528	0.999940
28	0.044750	0.999931	0.999940
29	0.043721	0.999951	0.999988
30	0.043628	1.000000	1.000000

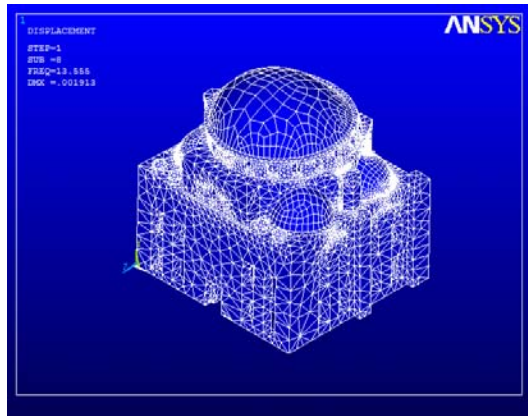
Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin 1., 2., 8. ve 9. mod şekilleri Şekil 2.230 da görülmektedir. Etkili modlar ötelenme şeklinde kendini göstermiş, daha az katkısı olan ileriki modlar, kubbe ötelenmesi şeklinde oluşmuştur.



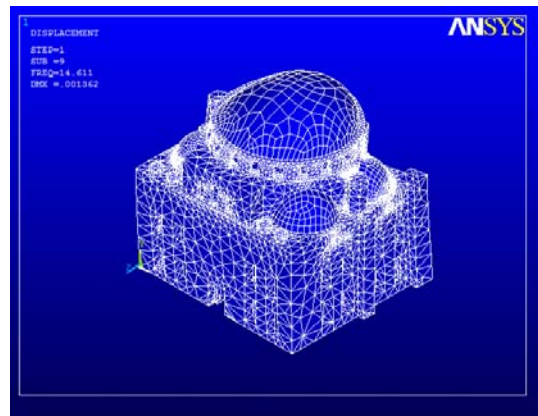
1. Mod şekli (y eksenli doğrultusu ötelenme)



2. Mod şekli (x eksenli doğrultusu ötelenme)



8. Mod şekli (kubbe y doğrultusu ötelenme)



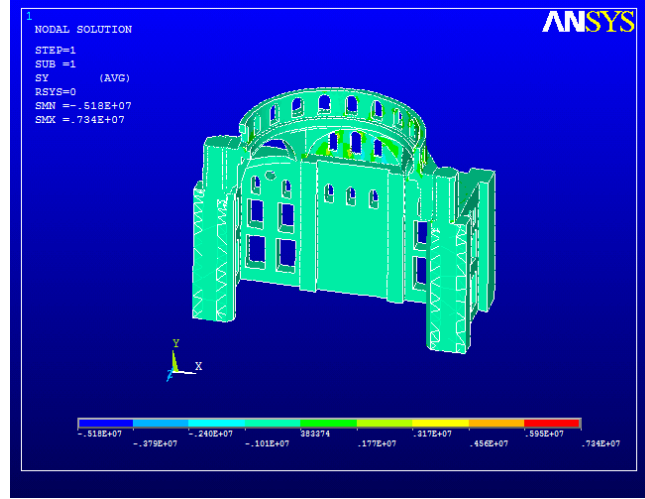
9. Mod şekli (kubbe x doğrultusu ötelenme)

Şekil 2.230. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri

2.21.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

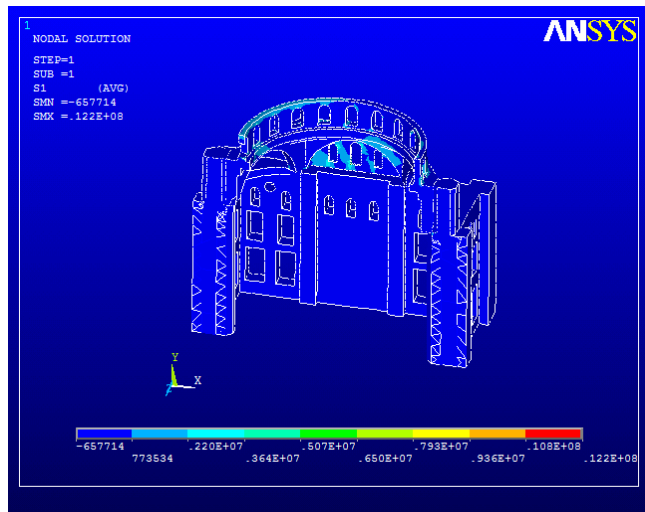
Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.231 de görülen düşey gerilme değerleri, kubbe kasağı tabanında ve üst pencere boşlukları etrafında artış göstermekte, buralarda 0.38 - 1.77 MPa

değerleri arasında kalmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

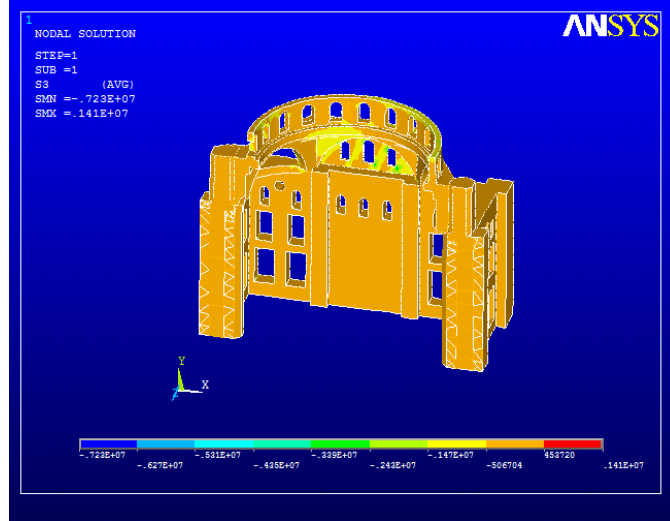


Şekil 2.231. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.232 ve Şekil 2.233 de görülmektedir.



Şekil 2.232. Kadırga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.233. Kadirga Sokullu Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Yukarıdaki şekillerden görüldüğü gibi 1. asal gerilmeler üst pencere boşlukları etrafında artış göstermekte, buralarda 0.77 -2.20 MPa aralığında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde ortaya çıkmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.22. Şemsi Ahmet Paşa Camisi

2.22.1. Genel Bilgiler

Şemsi Paşa Camisi, Şemsi Paşa semtinde, Şemsi Paşa Caddesi üzerinde ve deniz kenarındadır. Avlusunun iki kapısı olup, biri deniz tarafına, diğeri ise eskiden Tekel binalarının bulunduğu şimdiki park yönüne açılmaktadır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.234 de görülmektedir.

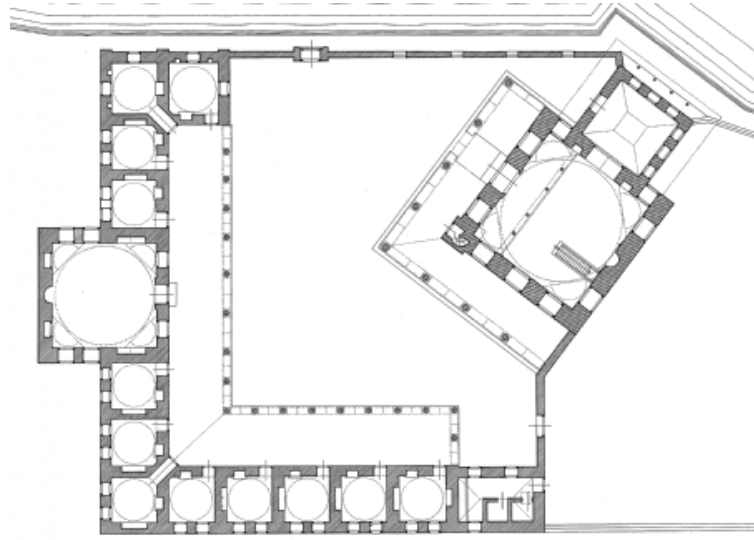


Şekil 2.234. Şemsi Ahmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

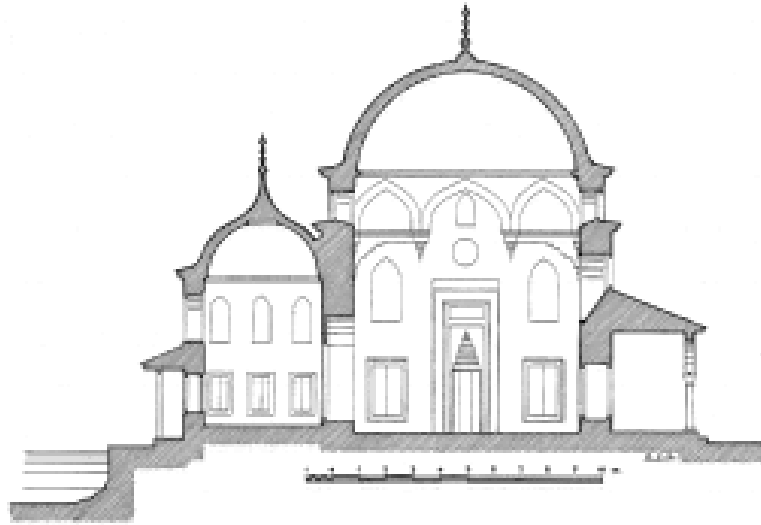
Kesme taştan harpuştalı olarak yapılmış olan bu kapıların üzerinde kitâbe yoktur. Avlu duvarlarında, klâsik demir parmaklıklı pencereler bulunmaktadır. Tekel binaları tarafındaki kapıdan girildiğinde, sağ tarafta küçük bir hazîrenin, sol tarafta ise abdest mahallinin bulunduğu görülür. Avlunun, kuzey ve doğu tarafını 'L' şeklinde medrese çevirmiştir. Mabet 988 (1580) tarihinde Mimar Sinan tarafından yapılmıştır.

Kare plânlı camisin tek kubbesi kurşun kaplıdır. Kubbe, sekiz yüzlü bir kasnağa oturtulmuştur. Kasnağın dört yüzü, köşelerde olmak üzere, yarım kubbeciklerle takviye edilmiştir. Kasnakta ayrıca dört pencere vardır. Camisin son cemaat yeri ve sağ tarafı, on mermer sütunun taşıdığı bir revak ile çevrilmiştir. Revakların üzeri düzdür. Kesme taştan yapılan camisin kemerli cümle kapısı üzerinde dört mısralı şu kitâbe bulunmaktadır: Şemsi Paşa eyledi bu camisi bünyâd çün Umarız kim ola merhûmun yeri dârü's-selâm Ulvi'yâ hâtif görünce didi kim târîhi Secde-gâh olsun Habîb'in ümmetine bu makâm Rakam yazılı değildir. Tarih mısraının ebced hesabı 988 rakamını vermektedir. Fakat 991- 1046 (1583- 1636) tarihleri arasında yaşamış ve Şakaik-i Nu'maniye'ye bir zeyl yazmış olan Nev'izâde Atâî Efendi, bu zeylinde ve Yayabaşı zâde eş-Şeyh Hızır Efendi bahsinde; "980 (1572) hududunda Üsküdar'da Şemsi Paşa'nın cami-i şeriŞ ve darü'l-hadis ve hankâhı tamam olundukta ibtida bunlar muhaddis ve müfessir ve zaviyedar olmuş idi" dediğine göre 988 tarihi yanlış olmalıdır. Kemerli, beyaz ve kırmızı mermerden yapılmış olan bu kapının sağ tarafında minare kapısı vardır. Bu küçük mabet alt üst pencereli olup, üst pencereleri vitraylıdır. Çok güzel bir görünümü vardır. Yarım kubbeleri ve mermer mihrabı istalaktitlidir. Minberi sonradan yapılmış olup ahşaptır. Caminin içi, çini ve kalem işi gibi süslemeden âridir. Sol tarafındaki türbenin, cami sahnına bakan büyük penceresine bir

demir şebeke yerleştirilmiştir. Bu geniş pencerenin iki yanına, duvara gömülü olarak dolapçıklar yapılmıştır. Kubbe göbeğine ve kasnağına güzel bir yazı ile âyetler yazılmıştır. Sağ taraftaki minaresi mabet gibi kesme taştan yapılmış olup şerefesinin altı istalaktitlidir. Minare, son cemaat yerine pek az çıkıntı yapmakta olup camisin esas yapısı üzerine ve köşeye oturtulmuştur (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesit görünüşleri Şekil 2.235 ve Şekil 2.236 da görülmektedir.



Şekil 2.235. Şemsî Ahmet Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

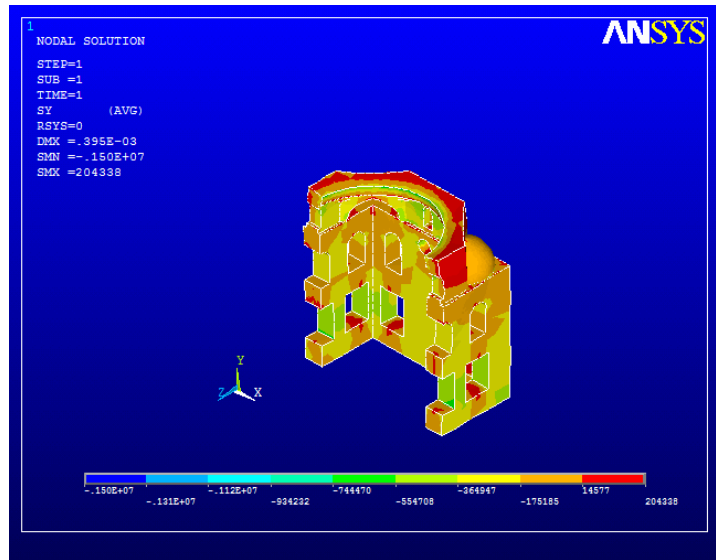


Şekil 2.236. Şemsî Ahmet Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.22.2. Analizler ve İrdelemeler

2.22.2.1. Öz Ağırlık Analizi

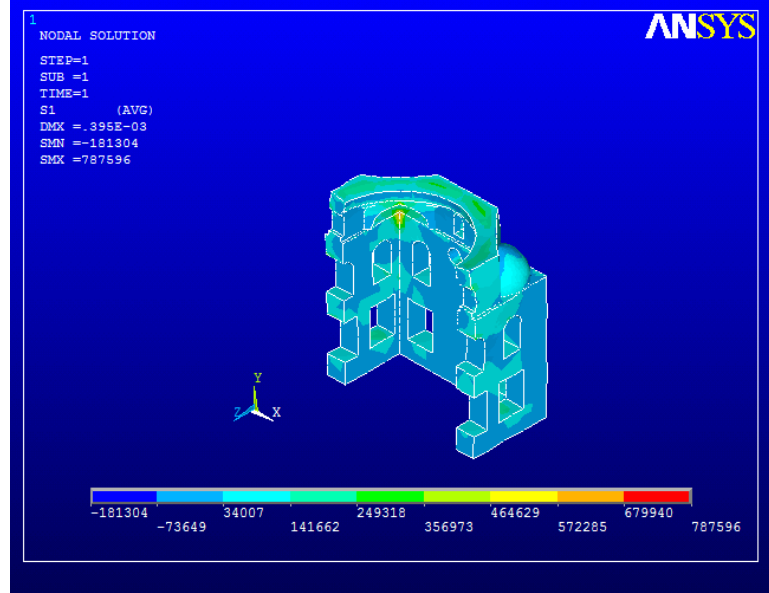
Şemsi Ahmet Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.237 den görüldüğü gibi, gerilmeler alt pencere boşlukları etrafında artış göstermiş, buralarda değerler 0.74 - 0.55 MPa (basınç) arasında kalmıştır. Kubbe mesnetinde ve alt pencere boşlukları etrafında çekme gerilmeleri oluşmuştur. Çekme gerilmeleri 0-0.20 MPa arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



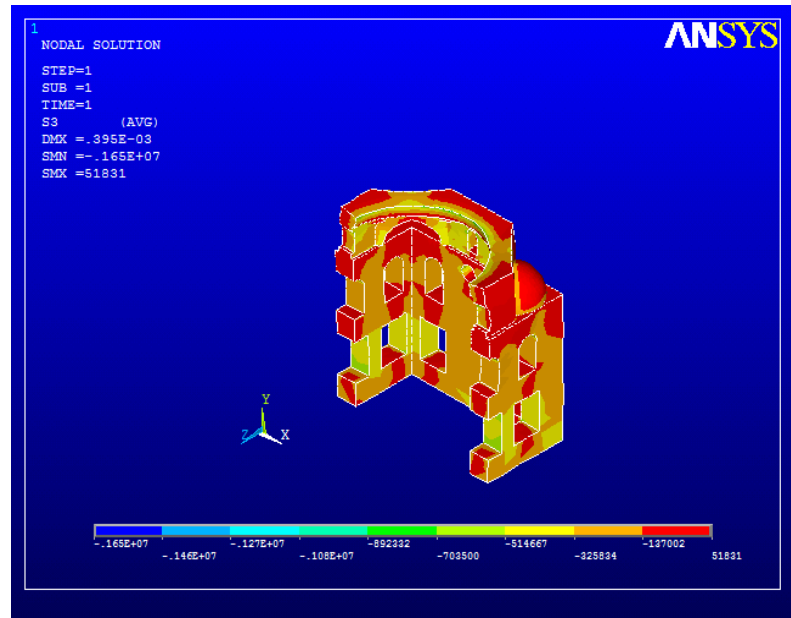
Şekil 2.237. Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.238 ve Şekil 2.239 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler alt ve üst pencere boşlukları etrafında yoğunlaşmış, pencere üstü duvar köşesi etrafında yüksek değerler almıştır. Pencere boşlukları civarında gerilmeler 0.14 - 0.25 MPa arasında, duvar köşesinde 0.57-0.68 MPa değerleri arasında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Gerilme değerleri çok küçüktür. Alt pencereler yan kısımlarında gerilmeler -0.89- (-0.72) MPa

arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.238. Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi
1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.239. Şemsi Ahmet Paşa camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

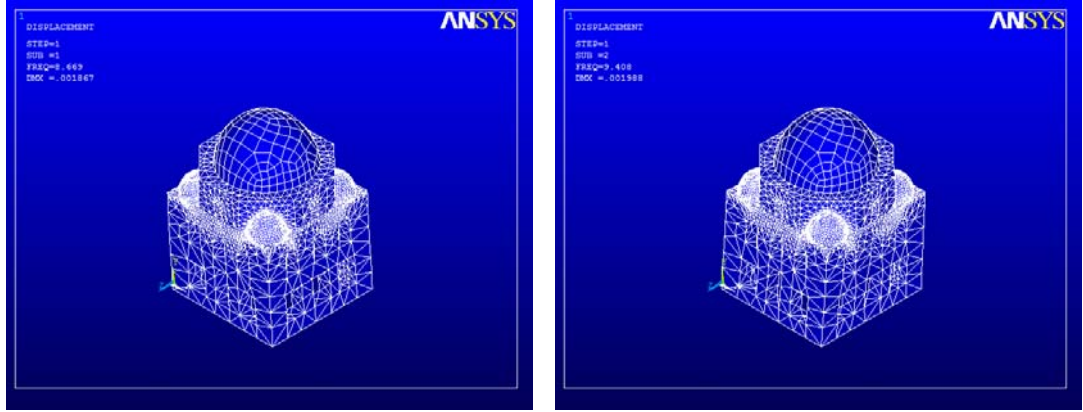
2.22.2.2. Modal Analiz

Şemsi Ahmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.27 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Şemsi Ahmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.27. Şemsi Ahmet Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.11536	0.0000335583	0.875744
2	0.10630	0.818962	0.875779
3	0.067132	0.824599	0.875784
4	0.056257	0.824607	0.875807
5	0.055888	0.826770	0.875807
6	0.042303	0.826865	0.960942
7	0.040721	0.938644	0.961000
8	0.037542	0.938646	0.961295
9	0.035764	0.938672	0.961360
10	0.034241	0.938691	0.961958
11	0.033727	0.948100	0.961958
12	0.029284	0.948101	0.962272
13	0.028940	0.948477	0.962272
14	0.027931	0.948584	0.975318
15	0.027821	0.963862	0.975389
16	0.024533	0.968528	0.975397
17	0.024283	0.968530	0.980255
18	0.023397	0.968566	0.980283
19	0.022664	0.968566	0.991997
20	0.022228	0.991555	0.991997
21	0.022064	0.991560	0.992019
22	0.021968	0.991575	0.992019
23	0.020790	0.993975	0.992019
24	0.020571	0.993976	0.992046
25	0.019901	0.998188	0.992047
26	0.019654	0.998188	0.999366
27	0.019302	0.998218	0.999373
28	0.018083	0.998218	0.999679
29	0.017701	0.998220	0.999998
30	0.017492	1.000000	1.000000

Şemsi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekilleri Şekil 2.240 da görülmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi etkili modların x ve y eksenini doğrultularında ötelenme olduğu görülmektedir.

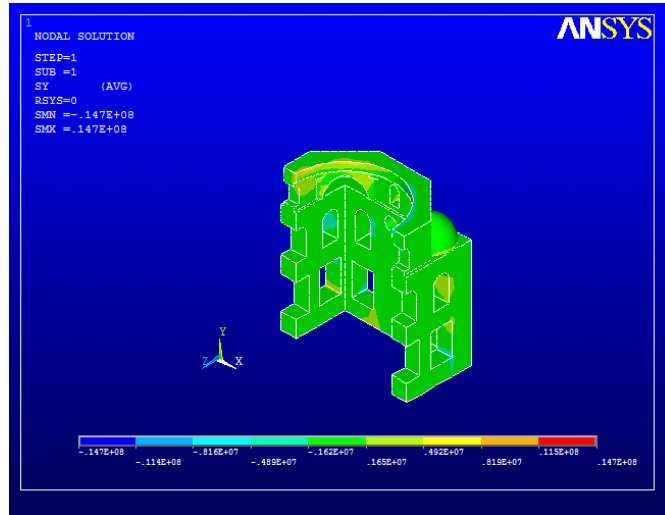


1. Mod şekli (y eksenine doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenine doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.240. Şemsi Ahmet Paşa camisinin ilk iki mod şekli

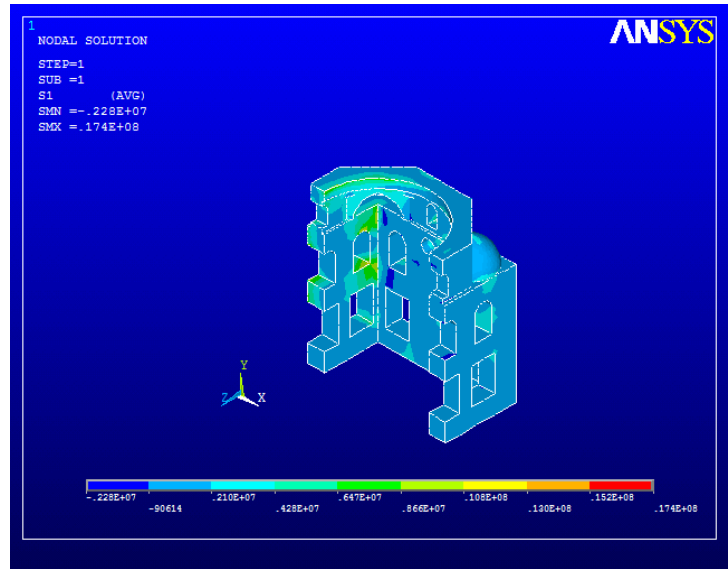
2.22.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Şemsi Ahmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.241 de görülen düşey gerilme değerleri, çekme olarak üst pencere yan taraflarında artış göstermiş, buralarda gerilmeler 1.65-4.92 MPa arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

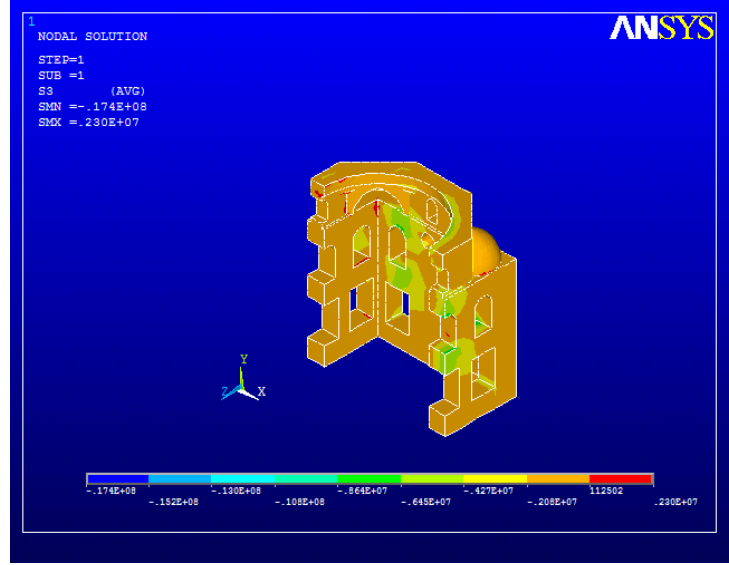


Şekil 2.241. Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şemsi Ahmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.242 ve Şekil 2.243 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler üst pencere kısımlarında ve kubbe mesnedinde çok yüksek değerler almaktadır. Pencere boşlukları etrafında gerilmeler 4.8 - 8.66 MPa gibi çok yüksek çekme gerilmelerine maruz kalmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuş, üst pencere boşlukları tabanında artış göstermiştir. Buralarda değerler 0.86-0.64 MPa (basınç) arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



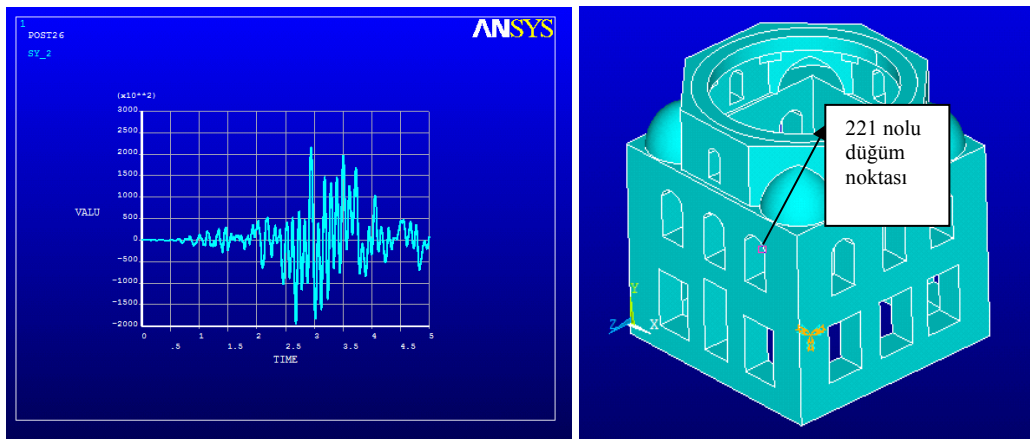
Şekil 2.242. Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.243. Şemsi Ahmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

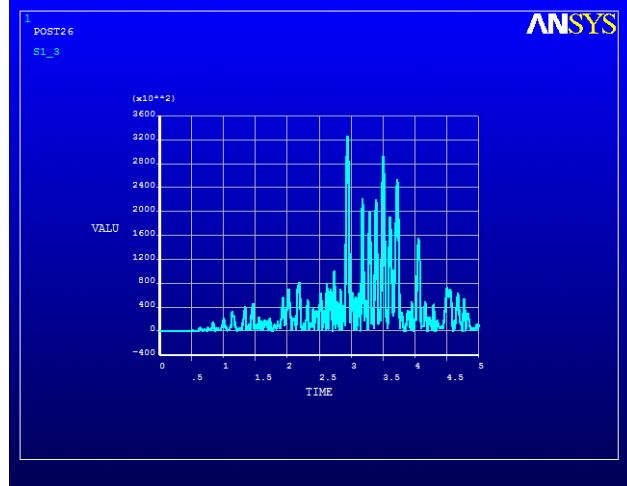
2.22.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Şemsi Ahmet Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 5sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 221 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.244 de sunulmaktadır.

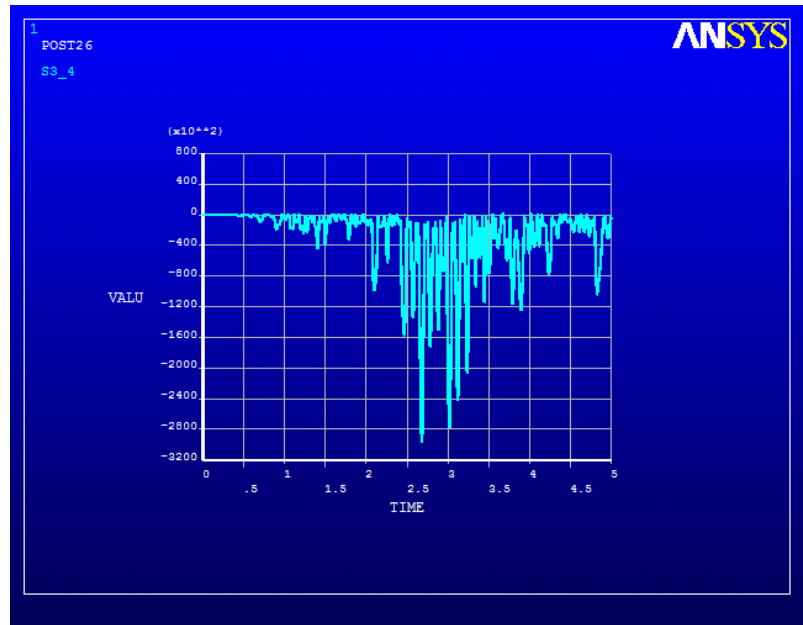


Şekil 2.244. 221 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.245 ve 2.246 da verilmektedir. Şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme 0 -0.32 MPa arasında, 3. asal gerilme -0.29-0 MPa arasında, düşey gerilme -019-0.21 MPa arasında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

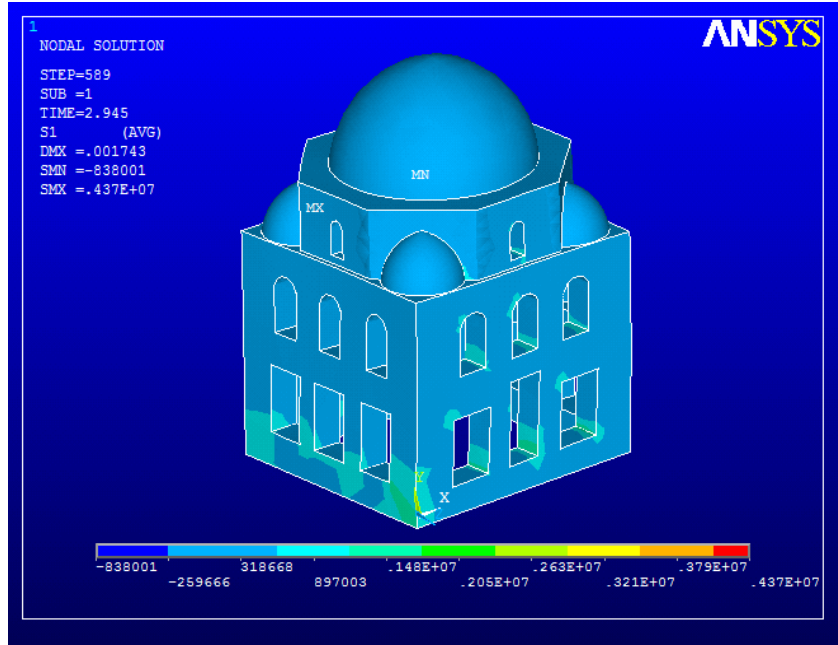


Şekil 2.245. 221 nolu nokta 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.246. 221 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Şemsi Ahmet Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 2.945 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.247 de sunulmaktadır.



Şekil 2.247. T=2.945 s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Gerilmeler çekme gerilmesi şeklinde 1.48 – 2.05 MPa aralığında oluşmaktadır. Gerilmeler pencere boşluklarında yoğunlaşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.23. Tophane Kılıç Ali Paşa Camisi

2.23.1. Genel Bilgiler

Tophane Meydanı'ndadır. Uluç Ali Reis olarak da bilinen Kaptan-ı Derya Kılıç Ali Paşa tarafından 1581 yılında Mimar Sinan'a yaptırılmıştır. Mimar Sinan'ın yaşlılık dönemindeki Beyazıt ve Süleymaniye Camisi'leri gibi Ayasofya şemasından esinlenerek yaptığı eserlerdendir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.248 de görülmektedir.



Şekil 2.248. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi (URL-1, 2010)

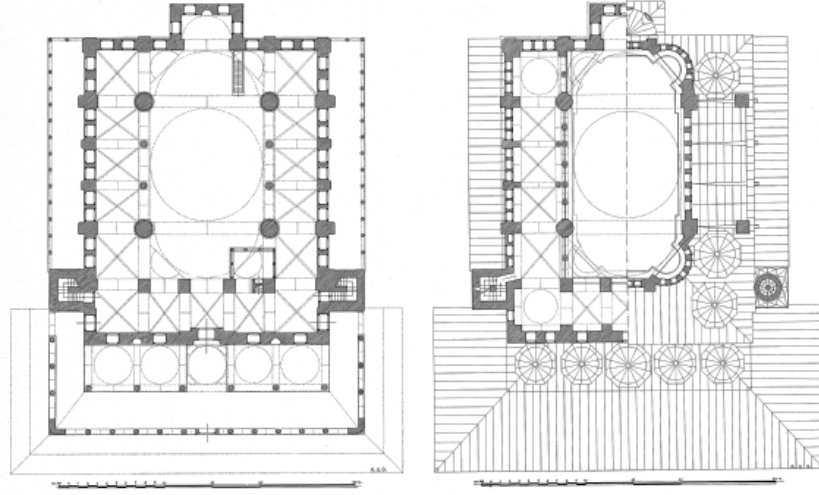
Halk arasında anlatılan hikayeye göre, cami yaptırmak için Sultan III. Murad`dan yer isteyen Kılıç Ali Paşa`ya Kaptan-ı Derya olması yüzünden camiyi denize yaptırması söylenmiştir. Bu yüzden denizi toprakla doldurarak kıyısına camiyi yaptırmıştır. Cami geniş bir avlu tarafından çevrelenmektedir. Son cemaat yeri altı sütunlu ve beş kubbelidir. Önü ise ahşap bir revakla çevrilidir.

Son cemaat yerinin üzeri, aşağı doğru meyilli bir sundurma ile kapatılmıştır. İç bahçenin üç kapısı da işlemelidir. Son cemaat yerinin pencere üstlerindeki çini panolarda ve kible kapısının üzerinde ayetler yazılıdır.

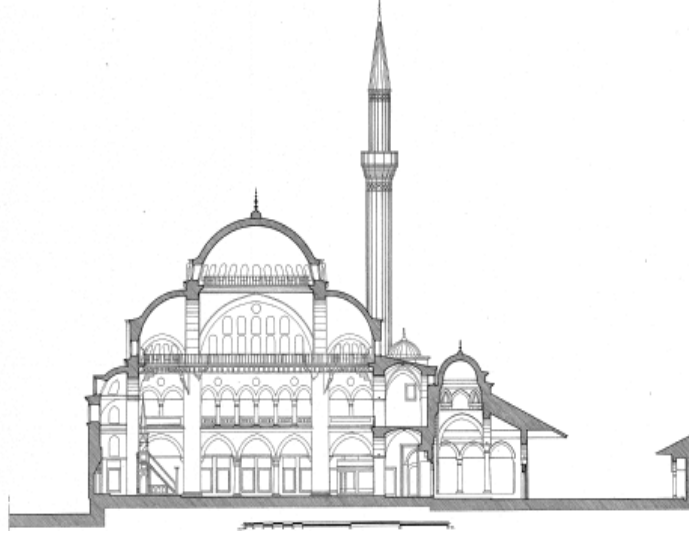
Bahçesinde sekiz mermer sütunlu ve kubbeli bir şadırvanı vardır. Ayasofya`nın planının geliştirilmiş bir örneği olan cami tam bir dikdörtgen biçimindedir. Pencere üstleri çinilerle süslüdür. Dört mermer fil ayağına dayanan büyük kubbesi, kible ve kapı tarafındaki iki küçük yarım kubbe desteklemektedir. Mihrabı dışa çıkıntılıdır. Ayrıca merkezi kubbenin yükü dört büyük payanda kemeriyile dış duvarlara aktarılmıştır. Böylece taşıyıcı duvarlara çok sayıda pencere açmak mümkün olmuştur. Dört köşede de birer ufak kubbe yer almıştır. Caminin içerisinde çiçek motifleriyle süslü renkli çiniler bulunmaktadır. Kubbesinden sarkan XVI. yüzyıla ait bir gemici feneri 1948 yılında Deniz Müzesi`ne kaldırılmıştır.

Sağda tek şerefeli bir minaresi yükselir. Kılıç Ali Paşa ya ait olan türbe caminin bahçesinde ve kible yönünde bulunmaktadır. Bahçe duvarının caddeye bakan kısmında ise sebül yer almaktadır. Avlu çerçevesi 1956 yılında gerçekleştirilen yol çalışmalarında özgün biçimini yitirmiş ve avlu duvarı geri çekilmiştir (URL -1, 2010).

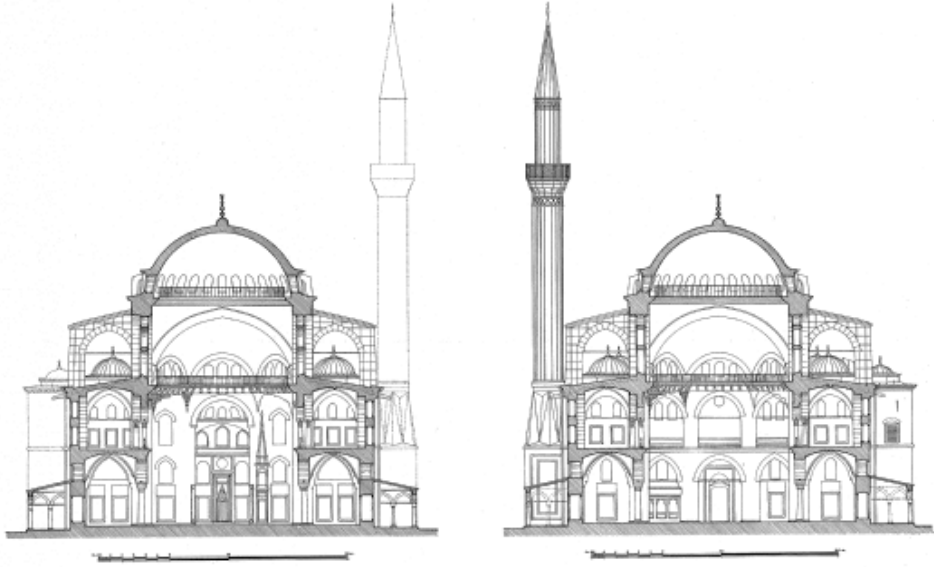
Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan, kesit ve aksonometrik görünüşleri Şekil 2.249, Şekil 2.250, Şekil 2.251 ve Şekil 2.252 de görülmektedir.



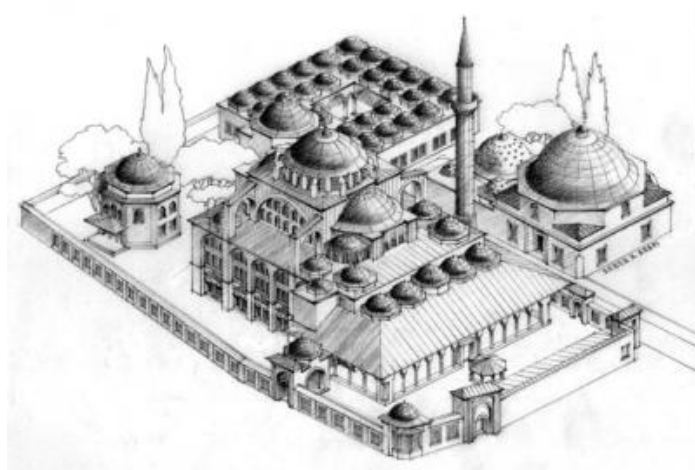
Şekil 2.249. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.250. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi kesitler (URL-2, 2010)



Şekil 2.251. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi kesitler (URL-2, 2010)



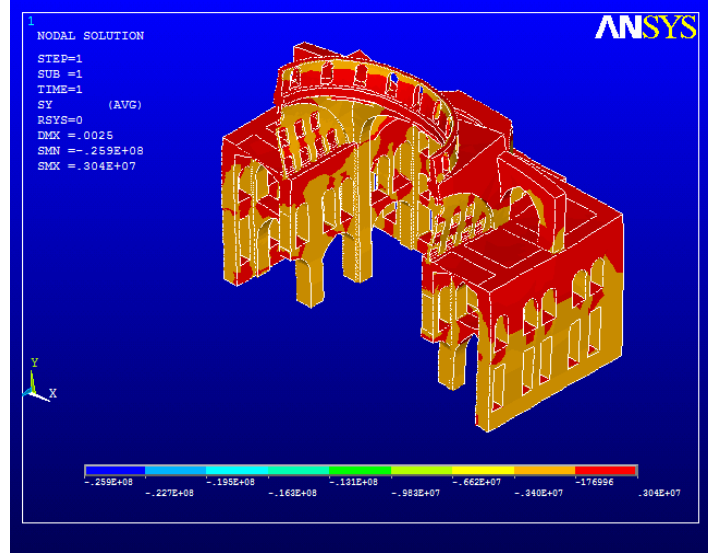
Şekil 2.252. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi aksonometrik görünüşü (URL-2, 2010)

2.23.2. Analizler ve İrdellemeler

2.23.2.1. Öz Ağırlık Analizi

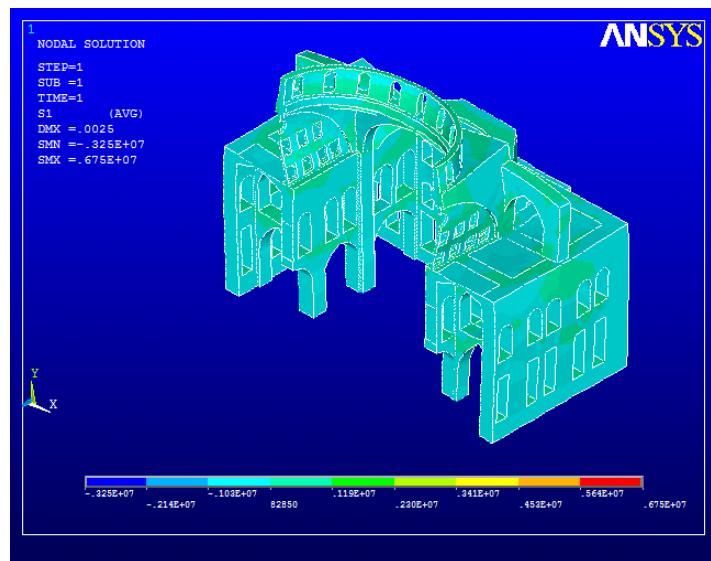
Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.253 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler ana taşıyıcı ayakların alt noktalarında ve kemer altı pencerelerde artış

göstermiş, buralarda gerilmeler 3.4 – 0.17 MPa (basınç) değerleri arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

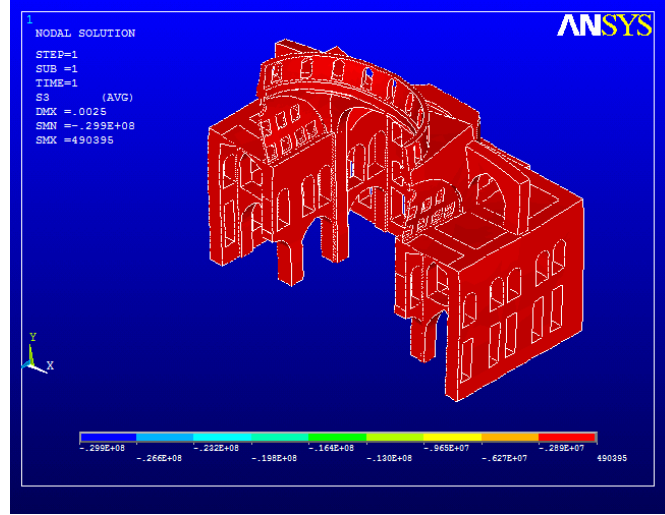


Şekil 2.253. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.254 ve Şekil 2.255 de verilmektedir.



Şekil 2.254. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.255. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler üst pencere kenarlarında, asıl kubbeyitaşıyan kasnak kısmı alt noktalarında, taşıyıcı kemer altı pencerelerde artış göstermiş, gerilmeler buralarda 0 – 1.19 MPa değerleri arasında kalmıştır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuş ve maksimum 2.89 MPa değerini almıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

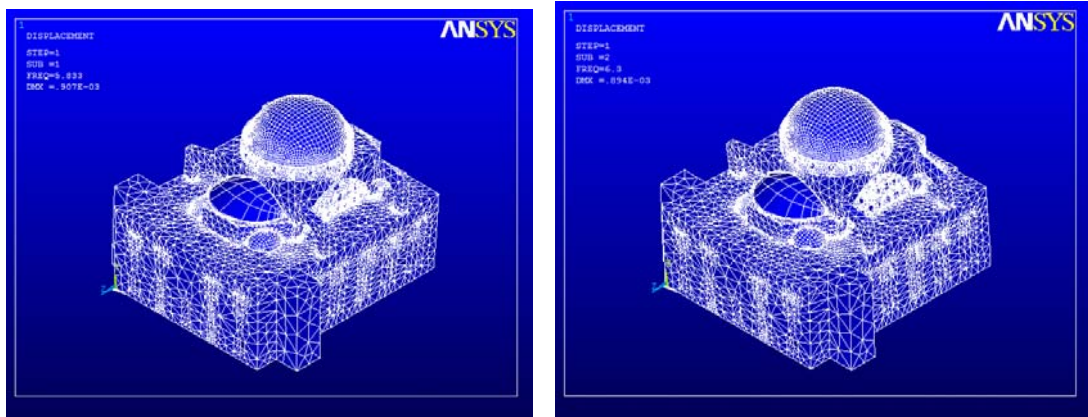
2.23.2.2. Modal Analiz

Tophane Kılıç Ali Paşa Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.28 den görüldüğü gibi, ilk 15 modda Tophane Kılıç Ali Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

Çizelge 2.28. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.17145	0.710670	0.000723233
2	0.15872	0.711429	0.836192
3	0.12965	0.711491	0.838484
4	0.12694	0.739654	0.838638
5	0.10499	0.744521	0.838639
6	0.09661	0.838274	0.838680
7	0.09197	0.838325	0.942422
8	0.08649	0.838365	0.943220
9	0.08228	0.838453	0.994220
10	0.07975	0.886350	0.994689
11	0.07847	0.930661	0.994798
12	0.07310	0.932293	0.995753
13	0.07309	0.932331	0.999939
14	0.07163	0.932352	0.999999
15	0.06866	1.000000	1.000000

Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin 1., 2., 6., 7. ve 11. mod şekilleri Şekil 2.256 da görülmektedir. Etkili modların ötelenme olduğu görülmektedir. Daha ileriki modlar kubbe ötelenmesi ve sıkışması şeklinde ortaya çıkmıştır.

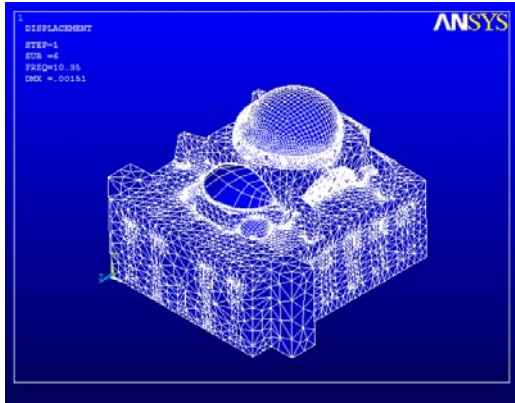


1. Mod şekli (x eksenî doğrultusunda ötelenme)

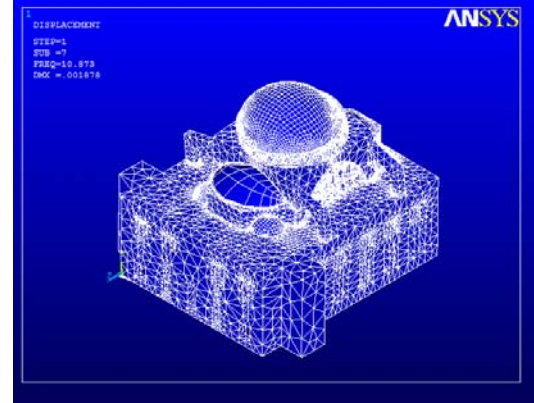
2. Mod şekli (y eksenî doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.256. Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin mod şekilleri

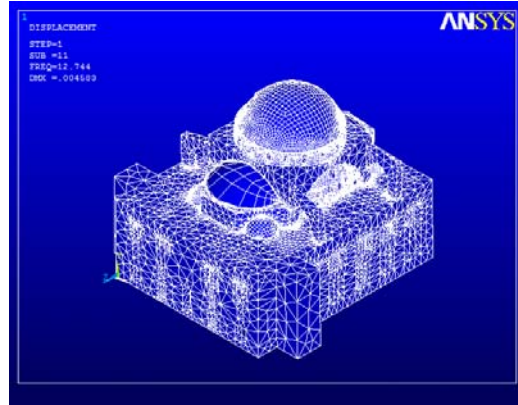
Şekil 2.256.'ın devamı



6. Mod şekli (Kubbe ve askı kemer sistemi x doğrultusunda ötelenme)



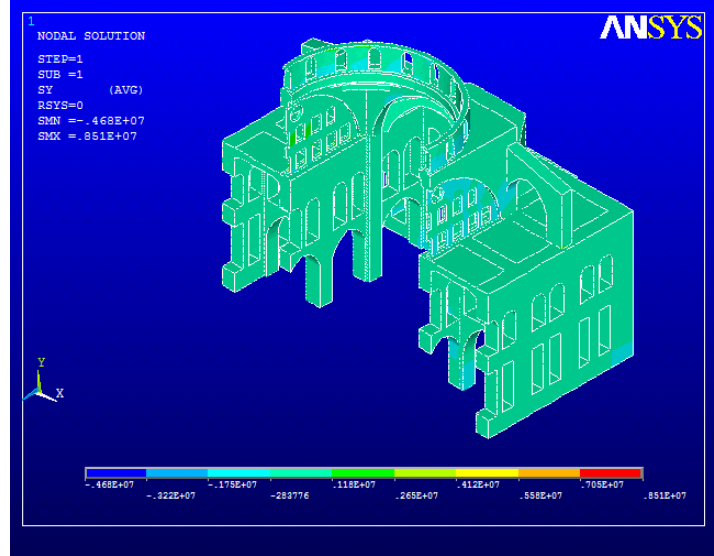
7. Mod şekli (Kubbe ve askı kemer sistemi y doğrultusunda ötelenme)



11. Mod şekli (kubbe sıkıştırma)

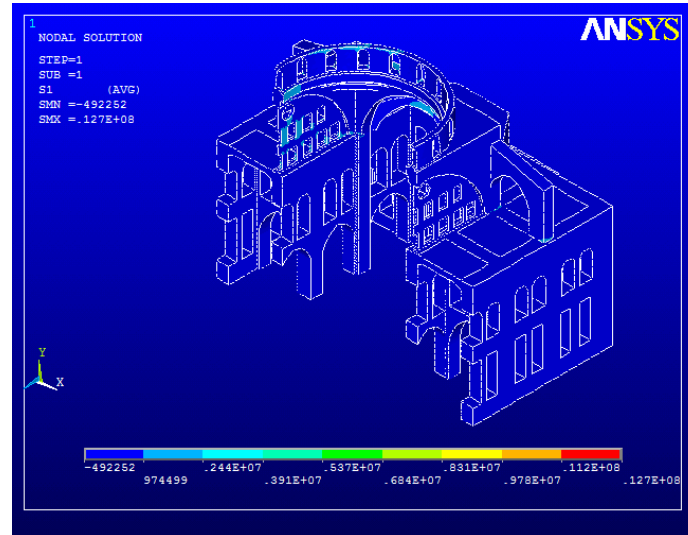
2.23.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.257 de görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde -0.28 -1.18 MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

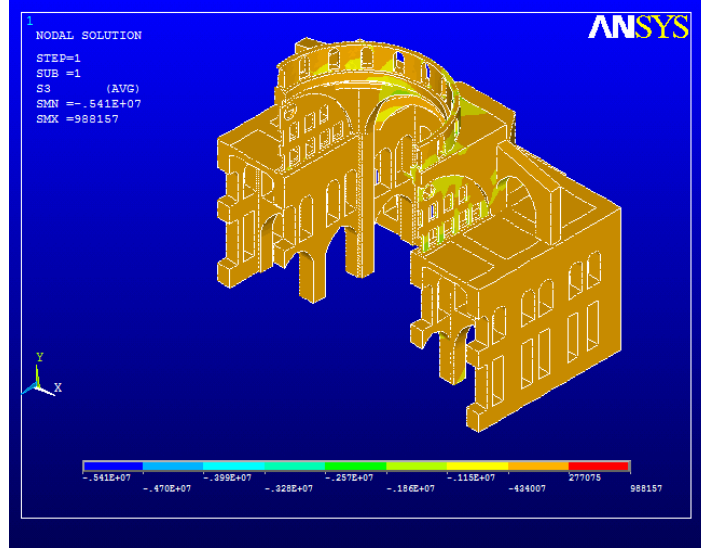


Şekil 2.257. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Tophane Kılıç Ali Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.258 ve Şekil 2.259 da görülmektedir.



Şekil 2.258. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.259. Tophane Kılıç Ali Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Yukarıdaki iki şekilden görüldüğü gibi 1. asal gerilmeler cami genelinde maksimum değeri 0.97 MPa olan çekme gerilmesi şeklinde oluşmuştur. Ana taşıyıcı kemer altındaki pencerelerde ve kubbe kasağında gerilmeler 0.97 – 2.44 MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Ana taşıyıcı kemer altı pencerelerde gerilmeler artış göstermiş, buralarda değerler -1.15 - -(0.43) MPa arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.24. Atik Valide Sultan Camisi

2.24.1. Genel Bilgiler

Camiyi kuzey, doğu ve batı yönlerinde çevreleyen şadırvan avlusuna, her biri ayrı yöndeki dört kapıdan girilmektedir. Güneydeki kapı, kısmen hazire olarak kullanılan, şadırvan avlusuyla aynı seviyedeki dış avluya açılmakta, medrese avlusuna geçit veren kuzeydeki ile sokaklara açılan diğer ikisinde merdivenler bulunmaktadır. Avlu duvarının dış yüzeyinde üçü batı girişinin, biri de doğu girişinin yanında olmak üzere toplam dört adet sivri kemerli çeşme yer almaktadır. Güneydekinin dışında kalan girişlerin üzerine, kaburgalı çapraz tonozlara oturan, kare planlı ve kubbeli birer oda yerleştirilmiştir. Avluyu

kuşatan revaklar, bu odalarla aynı boyutlarda ve pandantifli kubbelerle örtülü otuz sekiz birimden oluşmaktadır. Her birimde dikdörtgen açıklıklı ve sivri tahfif kemerli birer pencere yer almaktadır. Avlunun ortasında yakın zamanda tamir edilmiş olan çokgen hazneli şadırvan yükselmektedir. Camisinin fotoğrafı Şekil 2.260 da görülmektedir.



Şekil 2.260. Atik Valide Sultan Camisi (URL-1, 2010)

Caminin giriş cephesindeki dış revak, köşelerde ve ortada yer alan dört paye ile on altı sütuna oturan, beyaz mermer ve somakiden örülmüş sivri kemerlerle dışarıya açılmaktadır. Ortadaki payelerin taçkapı ile aynı eksende bulunan açıklığı basık bir kemerle geçilmiştir. Kurşunla kaplı olan ahşap çatı ise kısa bir saçakla son bulmaktadır. Dış revağın içine gömülmüş olan son cemaat yeri beş birimlidir. Yüksek tutulmuş olan ortadaki birim aynalı tonozla, diğerleri pandantifli kubbelerle örtülüdür. Tamamen beyaz mermerden yapılmış olan taçkapı, kaval silmeli dış çerçevesi, basık kemerli açıklığı, mukarnaslı ve sarkıtlı kavsarası, köşelerde kum saatli sütunçeleri, yanlarda yarım sekizgen planlı ve mukarnaslı hücreleriyle titiz bir işçiliğin yanı sıra klasik üslubun bütün özelliklerini aksettirmektedir. Kemerin üzerinde yer alan ve Valide Sultan'ın adı ile 1583 tarihini veren manzum kitabe, ahşap bir levha üzerine hatla yazılmıştır. Taçkapıya göre simetrik olarak sağda ve solda pencereler, birer küçük mihrap ile minare girişleri ve ayrıca doğu köşesinde de üst kat mahfillerine çıkan merdivenin girişi yer almaktadır. Harimin ilk inşa döneminden kalan orta bölümü kubbe ile örtülüdür. Yapının gerek dış görünüşüne gerekse iç mekanına hakim olan bu merkezi kubbe güneyde ve kuzeyde ikişer duvar

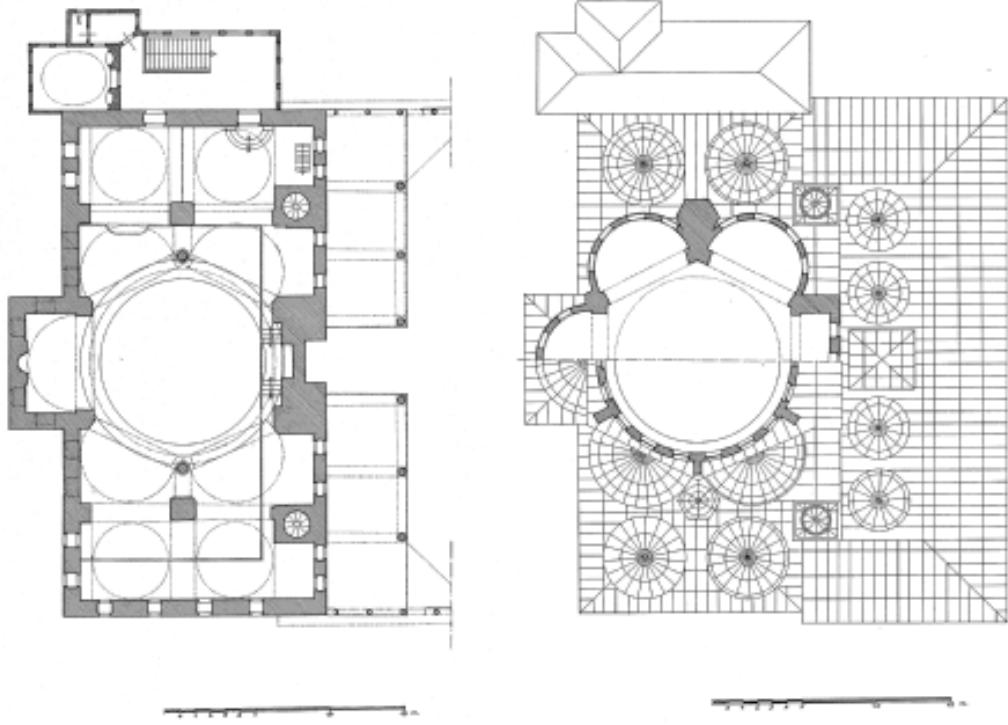
payesine, batıda ve doğuda birer kahverengi somaki sütuna oturan altı adet sivri kemerle taşınmaktadır. Sütunlar küçük kemerlerle arkalarındaki payelere bağlanmışlardır. Merkezi kubbe ikisi batıda, ikisi doğuda, biri de güneyde olmak üzere toplam beş yarım kubbe ile takviye edilmiş ve bütün bu örtü unsurları ile düşey satırların arasına küçük pendants yerleştirilmiştir. Harim kible yönündeki iki duvar payesi arasında, bir yarım kubbe derinliği kadar ileriye doğru geniş tutulmuş, bu şekilde güney duvarının ortasında mihrabı barındıran ve üstü bu yöndeki yarım kubbe ile örtülü olan bir çıkıntı elde edilmiştir. Doğudaki ve batıdaki sütunların arkasında yer alan payeler ilk yapılaşlarında duvar payesi niteliğinde iken harimin genişletilmesi sırasında, buradaki duvarların kaldırılması üzerine orta payesi durumuna gelmişlerdir. Bu payeler, güneydeki ve kuzeydeki duvarlarla geri çekilen doğu ve batı duvarlarındaki payelere birer sivri kemerle bağlanmış ve her iki yönde kemer açıklıkları çapında ikişer kubbe inşa edilmiş, böylece harim ikişer kubbeli iki sahınla yanlara doğru genişletilmiştir.

Bursa kemercikleriyle donatılmış korkulukların sınırladığı mahfiller, harimi batı, doğu ve kuzey yönlerinde kuşatmaktadır. Müezzinlere mahsus olan kuzey kanadında taçkapı hizasına gelen kesimin zemini yükseltilmiş ve yine aynı hizanın yukarısında duvar payeleri arasındaki girintiye iki mahfil daha yerleştirilmiştir. Bunlardan alttaki taçkapı kitlesinin üzerine oturmakta, diğeri bu kitleye basan sivri kemerli bir revak tarafından taşınmaktadır. Mahfillerin güneybatı kesimi hünkar mahfiline dönüştürülmüş ve sonradan yapılan ahşap çıkmalarla genişletilmiştir. Beden duvarlarında yetmiş üç, yarım kubbelerin eteklerinde yirmi üç, merkezi kubbenin kasnağında on sekiz tane olmak üzere pencerelerden ışık alan ve ayrıca başarılı nisbetlerle şekillendirilmiş bulunan harim son derece ferahdır. Kare planlı kaidelere, üçgen yüzeylerden oluşan kürsülere, çokgen gövdelere ve peteklere sahip olan minareler XVIII. Yüzyılda, muhtemelen meşhur 1765 depreminde, doğudaki kaidesine, batıdaki de şerefesinin altına kadar yıkılmış, daha sonraki tarihlerde şerefelerin altındaki yumurta dizisi ve ahşap külahın altındaki girlandlar gibi o dönemde revaçta olan barok üsluba uygun detaylarla yeniden inşa edilmişlerdir.

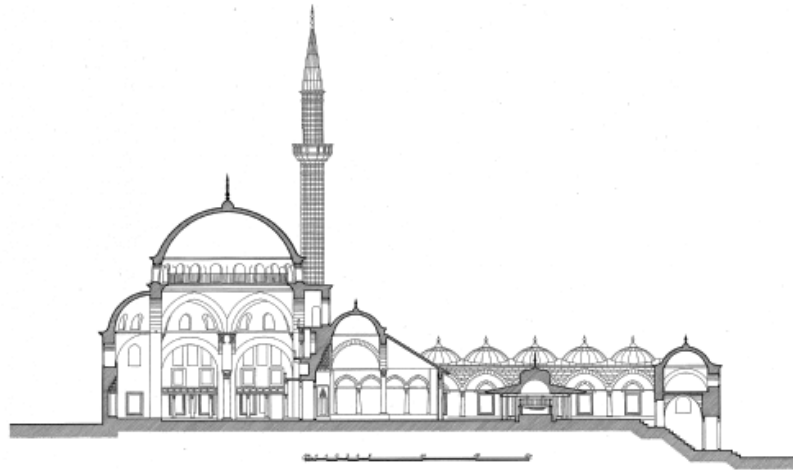
Hünkar dairesi, dış avlu ve şadırvan avlusu yönünde tamamen direkler üzerine oturan bir yapıdır. Zemin katta, Osmanlı baroğuna has birleşik kemerle donatılmış giriş, küçük bir taşlık ve üst kata çıkan ahşap bir merdiven yer almaktadır. Caminin güneybatı köşesindeki kubbeli birimin altına rastlayan hünkar mahfili ile bağlantılı üst kat, padişah ve maiyetinin dinlenmelerine mahsus mekanlardan meydana gelmektedir. Bu mekanların, iç yüzleri bağdadi sıvalı duvarları, dikdörtgen açıklıklı ve pancurlu pencereleri, hafif içbükey

saçakları ve her iki yönde ilerleyen çıkmaları hünkar dairesine eski bir İstanbul konağı görünümü kazandırmaktadır. Mahfilin harime bakan ve orta yerinde kavisli bir çıkma yapan doğu sınırında, baroğun bütün özelliklerini sergileyen oymalı ve yaldızlı ahşap hotozlarla taçlandırılmış kafesler sıralanmaktadır. Biri kuzey, diğeri güney duvarında olmak üzere iki pano halinde düzenlenmiş resimler, Batılılaşma dönemi Türk resim sanatının dikkate değer örneklerindedir. Mahfilin güney duvarında iki pencere arasına, perde ve kandil motifleriyle süslenmiş ufak bir mihrap yerleştirilmiştir. Batı duvarındaki pencerelerden birisi hünkar dairesiyle bağlantıyı temin etmek üzere kapıya, diğeri de iptal edilerek kafeslerle aynı malzeme ve üslup özelliklerine sahip bir hotozun taçlandığı nişe dönüştürülmüştür.

Sinan'ın hemen bütün eserlerinde olduğu gibi Atik Valide Camisi'nde de nispetlerin ahengi ile anlam kazanan cephelerde süsleme yok denecek kadar azdır. Buna karşılık iç mekanda oldukça zengin bir süsleme programının uygulanmış olduğu görülmektedir. Hepsi sıratlı tekniğinde imal edilmiş olan ve renkli kompozisyonlarında natüralist çiçek motifleri ağır basan çiniler mihrap çıkıntısında yoğunlaşmaktadır. Kubbede, kemerlerin iç satıhlarında ve pandantiflerde yer alan ve rumi, palmet, şakayık gibi klasik süsleme unsurlarını ihtiva eden kalem işleri ile koyu kırmızı zemin üzerine açık kırmızı boya ve yaldızla yapılmış, tezhip denilebilecek incelikte bir işçiliğe sahip olan mahfil tavanlarındaki tezyinat ve ayrıca renkli camlarla işlenmiş alçı revzenler de zikredilmeye değer sanat çalışmalarıdır (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.261 ve Şekil 2.262 de görülmektedir.



Şekil 2.261. Atik Valide Sultan camisi plan (URL-2, 2010)

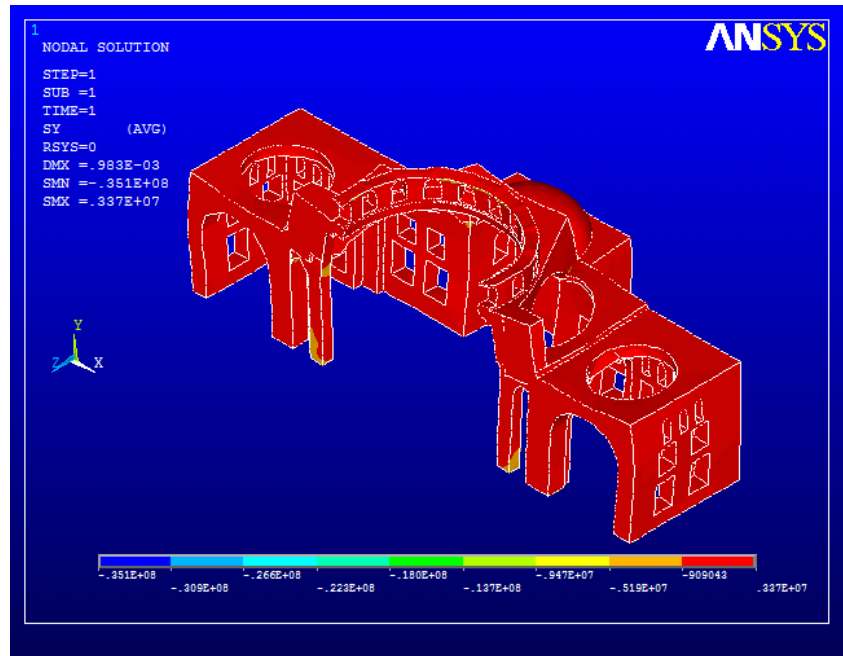


Şekil 2.262. Atik Valide Sultan camisi kesit (URL-2, 2010)

2.24.2. Analizler ve İrdemeler

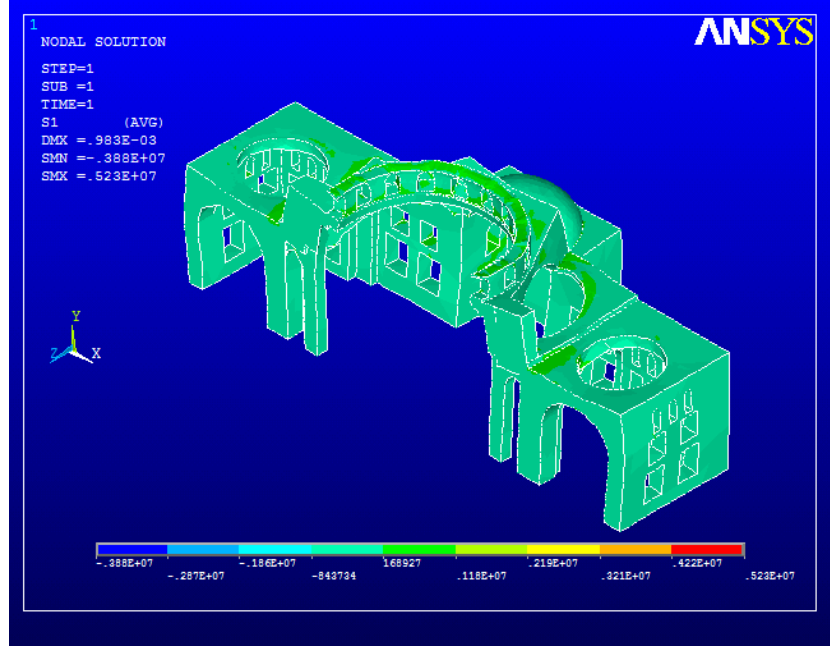
2.24.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Atik Valide Sultan Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.263 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler taşıyıcı ayak alt noktalarında maksimum değerine ulaşmıştır. Buralarda değerler $-5.19 - (-0.90)$ MPa arasında kalmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

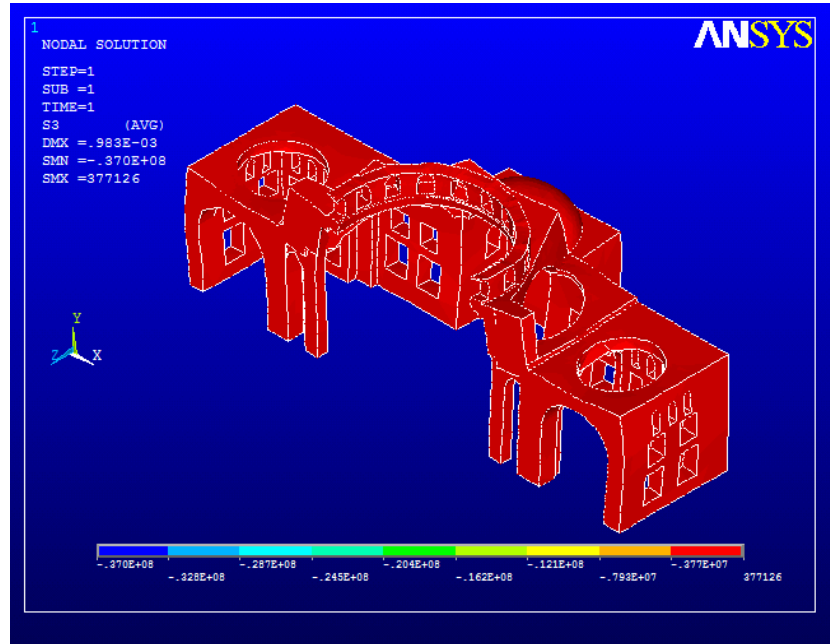


Şekil 2.263. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.264 ve Şekil 2.265 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin kubbe kasağı üst noktalarında artış gösterdiği, buralarda değerlerin $0.16 - 1.18$ MPa arasında kaldığı görülmektedir. 3. asal gerilmeler $-3.77 - 0.37$ MPa aralığında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.264. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme dağılımı



Şekil 2.265. Atik Valide Sultan camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

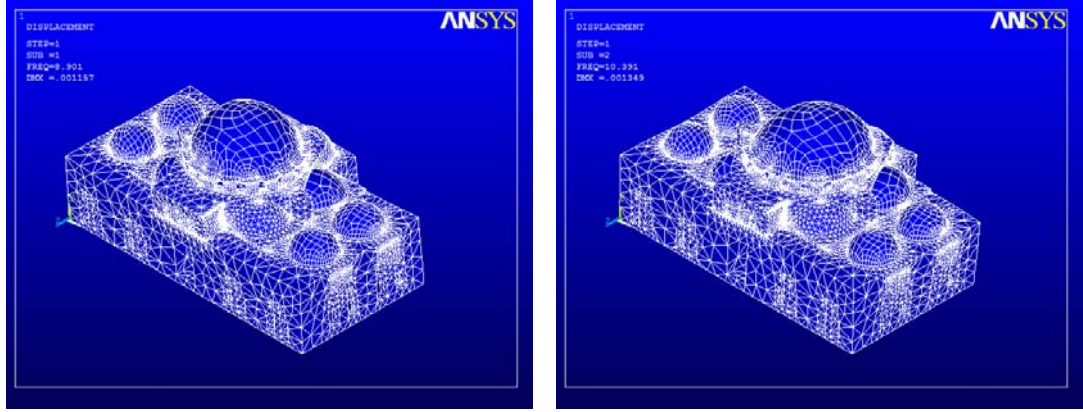
2.24.2.2. Modal Analiz

Camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.29 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Atik Valide Sultan camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

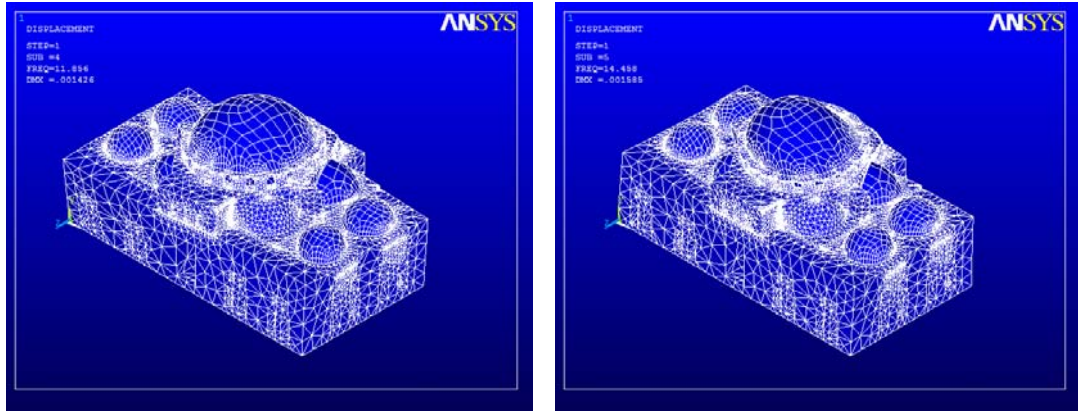
Çizelge 2.29. Atik Valide Sultan camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.11235	0.000216873	0.815711
2	0.096238	0.661191	0.815961
3	0.086985	0.666510	0.835824
4	0.084345	0.740228	0.838033
5	0.069165	0.740550	0.930939
6	0.065951	0.836499	0.930942
7	0.064568	0.882886	0.931251
8	0.061967	0.882960	0.942582
9	0.053644	0.883694	0.942612
10	0.053031	0.883712	0.942643
11	0.050733	0.885139	0.955976
12	0.049425	0.909268	0.956363
13	0.048522	0.918986	0.956523
14	0.047422	0.919271	0.957841
15	0.044840	0.921969	0.977100
16	0.044396	0.931765	0.983751
17	0.041769	0.932550	0.983860
18	0.041144	0.941674	0.984139
19	0.040852	0.941756	0.985664
20	0.040721	0.946316	0.986763
21	0.040685	0.948011	0.987039
22	0.040265	0.948656	0.988201
23	0.040026	0.949030	0.994610
24	0.039698	0.950662	0.995652
25	0.038823	0.950840	0.996246
26	0.038359	0.978825	0.996346
27	0.037659	0.980655	0.996432
28	0.037127	0.991447	0.996592
29	0.036539	0.999684	0.997543
30	0.036064	1.000000	1.000000

Atik Valide Sultan camisinin 1., 2., 4., 5. ve 6. mod şekilleri Şekil 2.266 da görülmektedir. Etkili modlar ötelenme olarak oluşmuştur. Daha ileriki modlar kubbe sıkıştırması ve ötelenmesi şeklinde ortaya çıkmıştır.



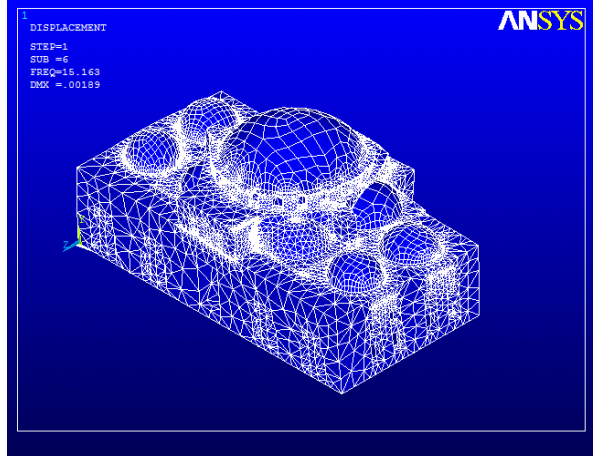
1. Mod şekli (y eksenı doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenı doğrultusunda ötelenme)



4. Mod şekli (kubbe ve askı kemer sistemi burulma) 5. Mod şekli (kubbe y eksenı doğrultusu ötelenme)

Şekil 2.266. Atik Valide Sultan camisinin mod şekilleri

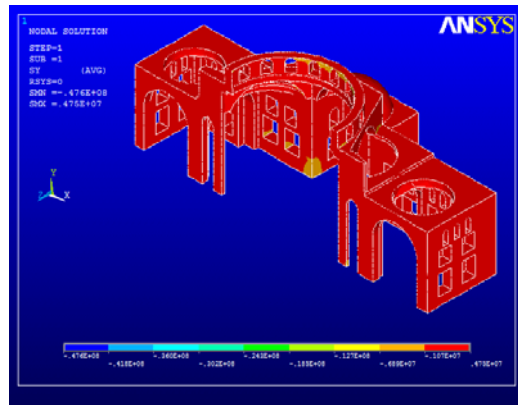
Şekil 2.266.'in devamı



6. Mod şekli (kubbe x eksenine doğrultusunda ötelenme)

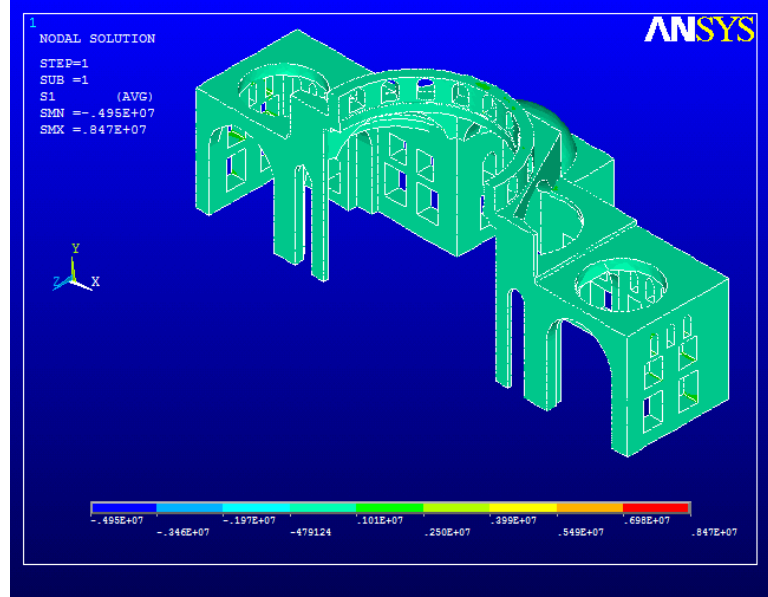
2.24.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Atik Valide Sultan camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.267 de görülen düşey gerilme değerleri, ana taşıyıcı ayak altlarında basınç olarak 1.27 – 0.69 MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

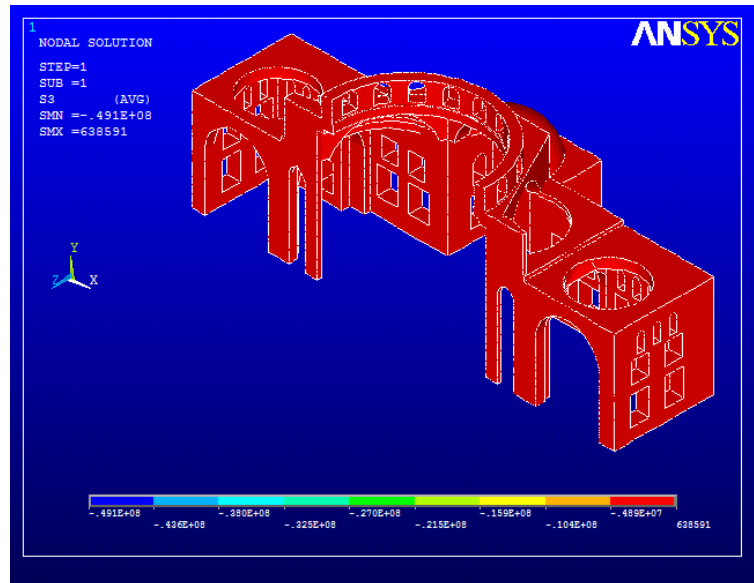


Şekil 2.267. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Atik Valide Sultan camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.268 ve Şekil 2.269 da görülmektedir. 1. asal gerilmeler cami genelinde maksimum 1.01 MPa değerine ulaşmıştır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.268. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

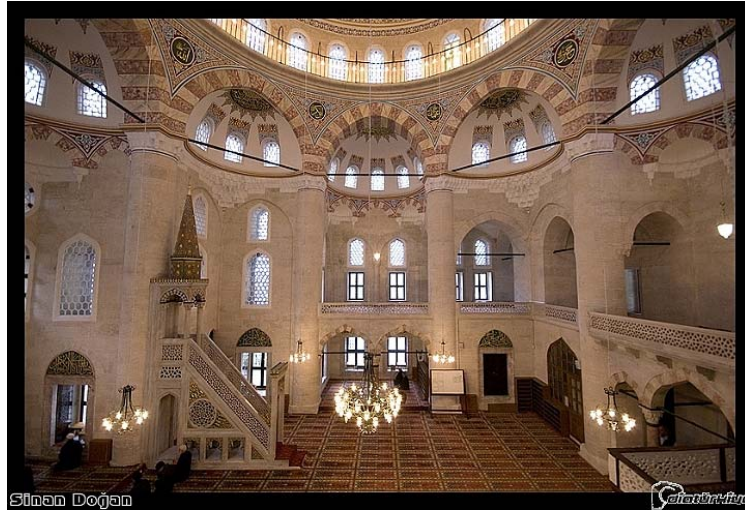


Şekil 2.269. Atik Valide Sultan camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.25. Nişancı Mehmet Paşa Camisi

2.25.1. Genel Bilgiler

Kapısı üzerindeki kitabesine göre 1584 yılında inşasına başlanarak 1589 yılında tamamlanmıştır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.270 de görülmektedir.



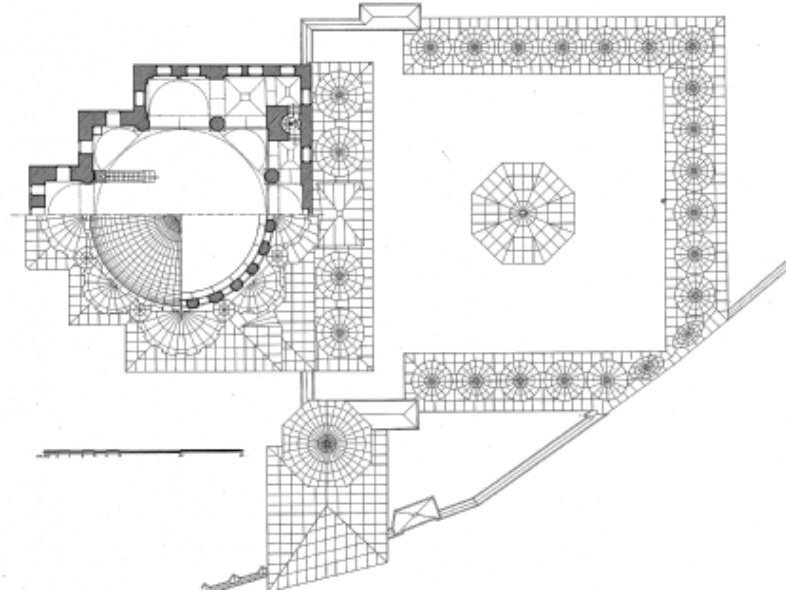
Şekil 2.270. Nişancı Mehmet Paşa camisi (URL-1, 2010)

Mimar Sinan 1588 yılında ölmüş, cami ise ertesi yıl bitirilmiştir. Klasik Osmanlı mimari üslubunun en güzel örneklerinden biri olan camide, sekizgen şema değişik bir şekilde uygulanmıştır. Merkezi mekan dört yönde açılarak klasik dörtgen kalıp genişletilmiştir. Mekân bütünlüğü Sinan'da daha önce rastlanmayan bir şekilde sağlanmış ve yan odalar yeniden devreye girmiştir. Sinan'ın son dönem camilerinde uyguladığı görülen mihrabın dışarı taşırılması, burada sadece kible çıkıntısı ile sınırlı kalmayıp yan sahnalara tekabül eden açıklıkta bir basamak daha geri çekilip kademelendirilmek suretiyle denenmiştir.

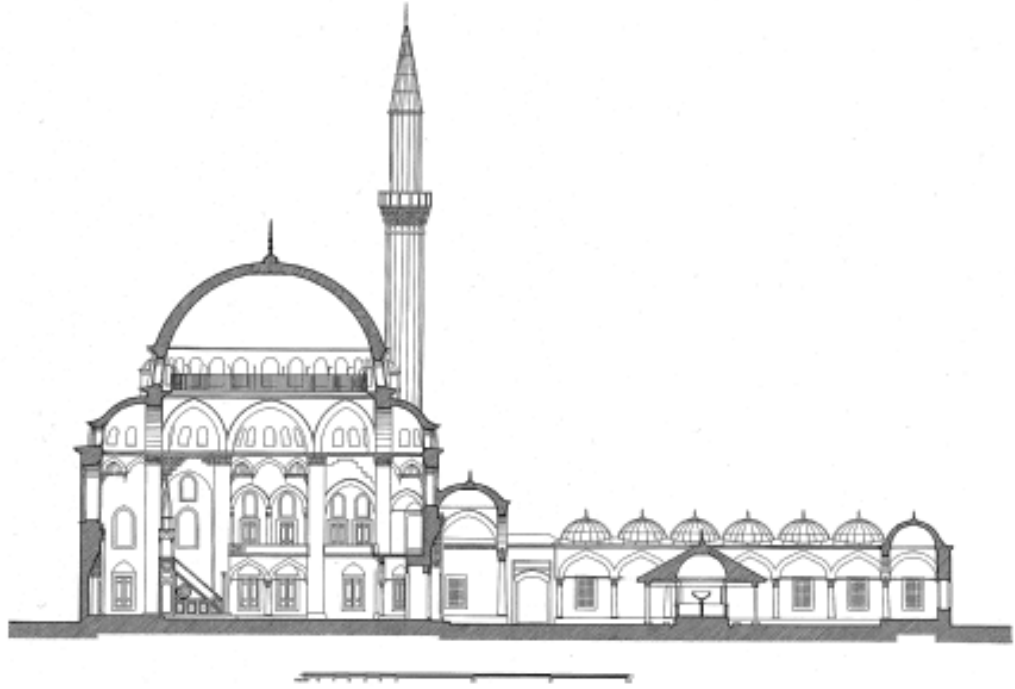
Revaklı avlu duvarı taş tuğla, diğer kısımları tamamen kesme taştan inşa edilen caminin iki yan kapıdan girilen avlunun ana cadde üzerinde bir dış kapısı daha vardır. Beş birimden meydana gelen son cemaat revakının orta gözü aynalı tonoz, diğerleri kubbe ile örtülmüştür. Üzerinde inşa tarihini veren dört satırlık kitabenin yer aldığı cümle kapısı mukarnaslıdır. Yine burada mihrap nişleri ve harime geçişleri olmayan, erken devir

mimarisini hatırlatan tabhane kapıları vardır. Son cemaat yerinden girilen, içinde bir kuyu ile altında bir mahzenin bulunduğu soldaki tabhane odası bugün depo olarak kullanılırken diğer oda caminin içinden geçilen bir çalışma mekânı şeklinde düzenlenmiştir.

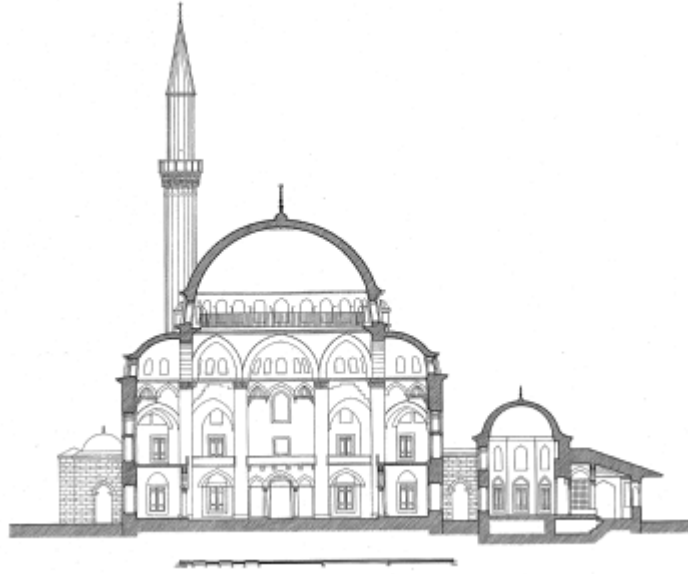
Cami, ortada sekiz ayak üzerine oturan merkezi kubbenin dört yönde daha büyük ve derin, dört köşede daha küçük tutulmuş yarım kubbelerle desteklenmesiyle oluşan bir örtü sistemine sahiptir. Taşıyıcılarla sınırlanan mekân içte tamamen, dışta ise kible yönünde iki köşedeki kademeli düzeniyle belli olmaktadır. İçte yanlardaki yarım kubbe ile örtülü birimleri zemin katta iki açıklıklı bir revakla orta hacimden ayırmak ve mermer şebekeli galerileri bunların üzerinde dolaştırmak yapıya özgü bir uygulamadır. Kasnağı bol pencereci kubbe etrafında dördü büyük, dördü daha küçük sekiz yarım kubbe ile yapıya genişlik verilmiş ve kubbenin derinliği arttırılmıştır. Ana kubbeye pandantiflerle, köşelerdeki kubbelere mukarnaslı pandantiflerle, dört yöndeki yarım kubbelere istiridye tromplarla geçilmiştir. Büyük yarım kubbelerin içinde beşer, küçüklerde ise üçer pencere vardır. Üç sıra pencerelerle aydınlanan camide zemin kattakiler dikdörtgen, üstteki iki sıralı pencereler biri büyük, diğeri daha küçük olmak üzere sivri kemerli ve revzenlidir. Kible tarafındaki alçı pencereler renkli camlarla donatılmıştır. Kubbe içi pencere üstleri palmet ve rumi motifli kalem işleri ve her kubbenin göbeği yazı ile süslenmiştir. Zemin kat pencerelerinin alınlıklarında yazılı esma-i Hüsna bütün camiye dolanarak son cemaat yerindeki dış pencerelerde son bulmaktadır. İznik çiniciliğinin parlak bir devrinde yapılmasına ve aynı döneme ait başka yapılarda zengin çini süslemeler kullanılmasına rağmen burada hiç çini kullanılmamış olması şaşırtıcıdır. Mermer mihrapla geometrik şebekeli, külahının altın kabartma yıldızlarla süslendiği zarif minber devrin eseridir. Üzerindeki mihrap ayetinin palmetlerle taçlandırıldığı mukarnaslarla süslü mihrabın köşelerine renkli mermerden birer kum saati yerleştirilmiştir. Kible duvarının her iki köşesinde, yanlardaki pencere boşluğu ve duvar içinden geçen taş merdivenlerle çıkılan vaaz kürsüleri somaki mermerden inşa edilmiştir (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.271, Şekil 2.272 ve Şekil 2.273 de görülmektedir.



Şekil 2.271. Nişancı Mehmet Paşa camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.272. Nişancı Mehmet Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

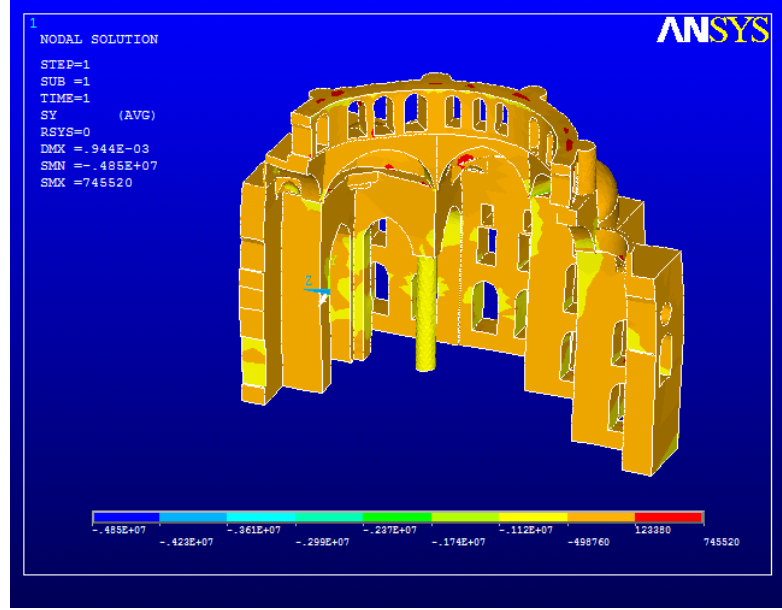


Şekil 2.273. Nişancı Mehmet Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.25.2. Analizler ve İrdemeler

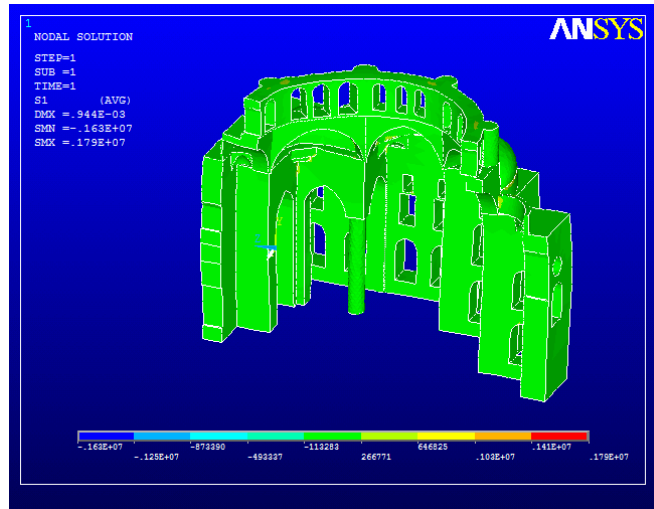
2.25.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Nişancı Mehmet Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.274 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler taşıyıcı ayakta maksimum değerlerini almıştır. Buralarda gerilmeler -1.12 - -0.49 MPa arasında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

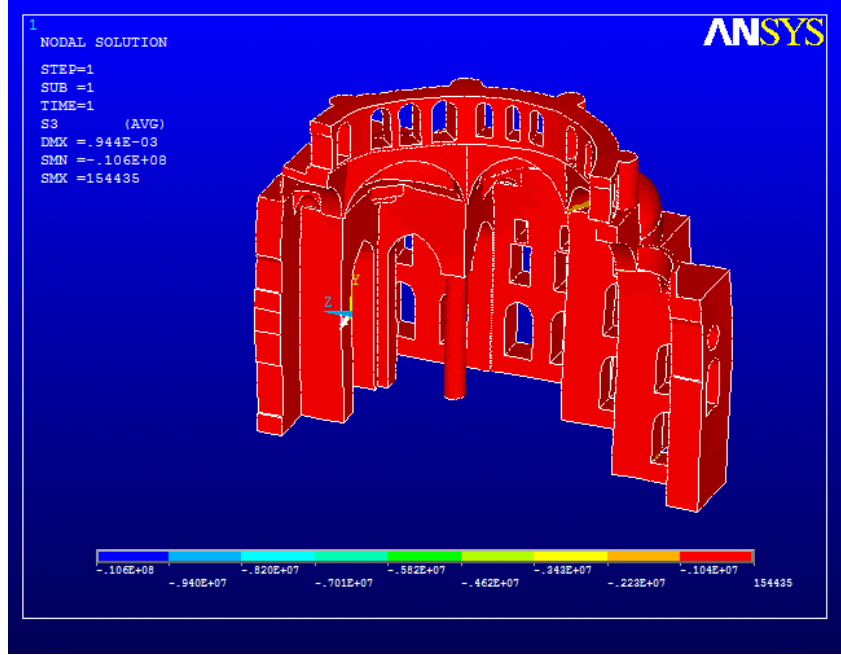


Şekil 2.274. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.275 ve Şekil 2.276 da verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin cami genelinde $-0.11 - 0.26$ MPa değerleri arasında olduğu görülmektedir. 3. asal gerilmeler $-1.04 - 0.15$ MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.275. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.276. Nişancı Mehmet Paşa camisi öz ağırlık analizi
3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.25.2.2. Modal Analiz

Nişancı Mehmet Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.30 dan görüldüğü gibi, ilk 30 modda Nişancı Mehmet Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

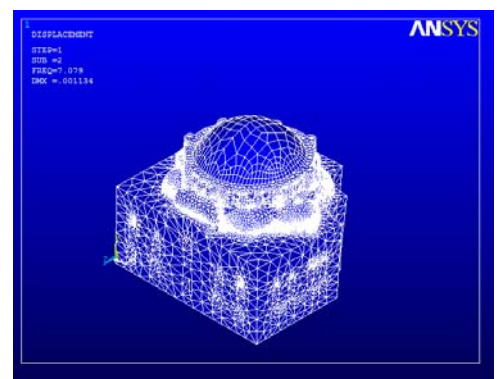
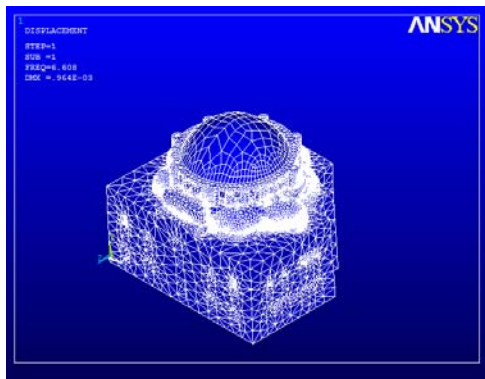
Çizelge 2.30. Nişancı Mehmet Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (s)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.15133	0.000857423	0.814118
2	0.14126	0.683335	0.814761
3	0.11314	0.779252	0.814871
4	0.10993	0.780407	0.866645
5	0.096211	0.850191	0.866727
6	0.079230	0.851825	0.874769
7	0.076504	0.864350	0.926056
8	0.076377	0.912560	0.942266

Çizelge 2.30.'un devamı

9	0.073642	0.946539	0.942401
10	0.071858	0.948476	0.970917
11	0.062772	0.951109	0.970965
12	0.062117	0.951547	0.971092
13	0.059417	0.951648	0.971310
14	0.056292	0.964461	0.971310
15	0.053887	0.965167	0.971706
16	0.052562	0.965785	0.974108
17	0.051611	0.972879	0.974575
18	0.051206	0.972894	0.977421
19	0.049698	0.980055	0.978004
20	0.049215	0.987016	0.978395
21	0.048583	0.992677	0.978436
22	0.047280	0.997087	0.978705
23	0.046762	0.998701	0.982896
24	0.045601	0.999535	0.985415
25	0.045423	0.999560	0.987378
26	0.044977	0.999744	0.993917
27	0.044225	0.999927	0.997315
28	0.043724	0.999948	0.997920
29	0.043400	0.999952	0.997941
30	0.042432	1.000000	1.000000

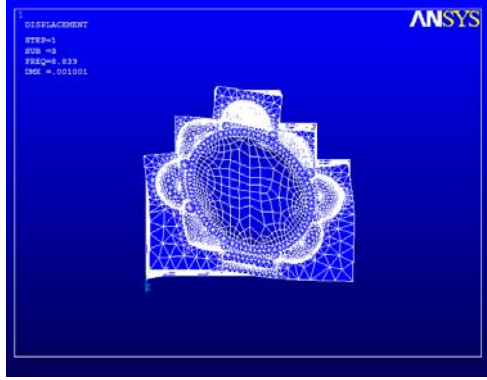
Nişancı Mehmet Paşa camisinin 1.,2.,3.,4.,5.,7. ve 8. mod şekilleri Şekil 2.277 de görülmektedir. Etkili modlar ötelenme şeklindedir. İleriki modlar kubbe ve askı kemerleri üzerinde ötelenme, sıkıştırma ve burulma şeklinde oluşmuştur.



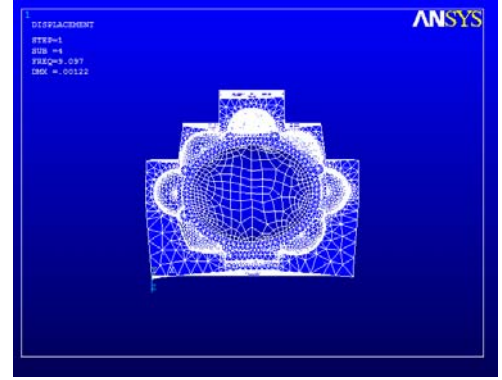
1. Mod şekli (y eksenine doğrultusunda ötelenme) 2. Mod şekli (x eksenine doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.277. Nişancı Mehmet Paşa camisinin mod şekilleri

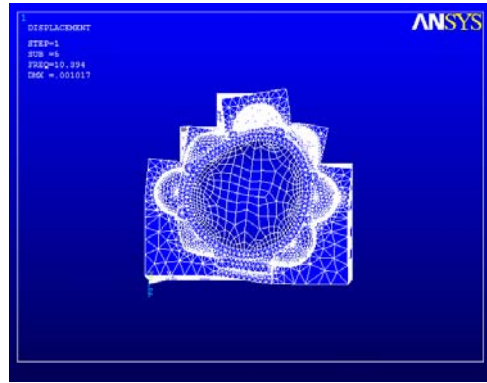
Şekil 2.277.'in devamı



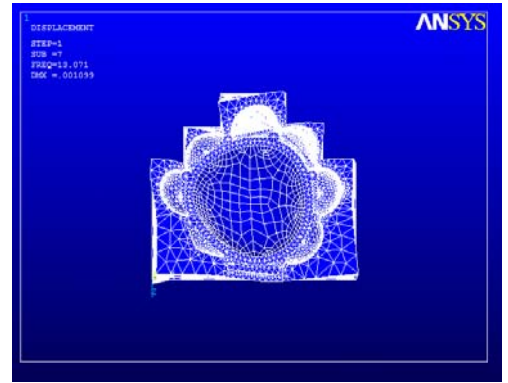
3. Mod şekli (çarpılma)



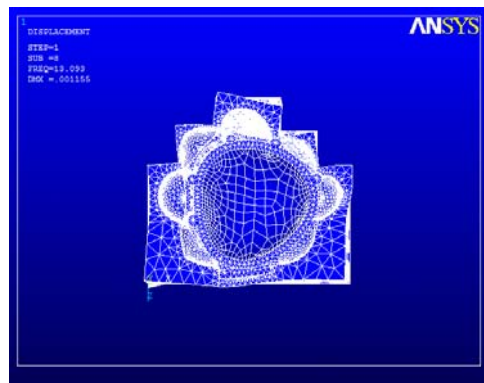
4. Mod şekli (kubbe ve askı kemerleri sıkıştırma)



5. Mod şekli (kubbe ve askı kemerleri ötelenme ve sıkıştırma)



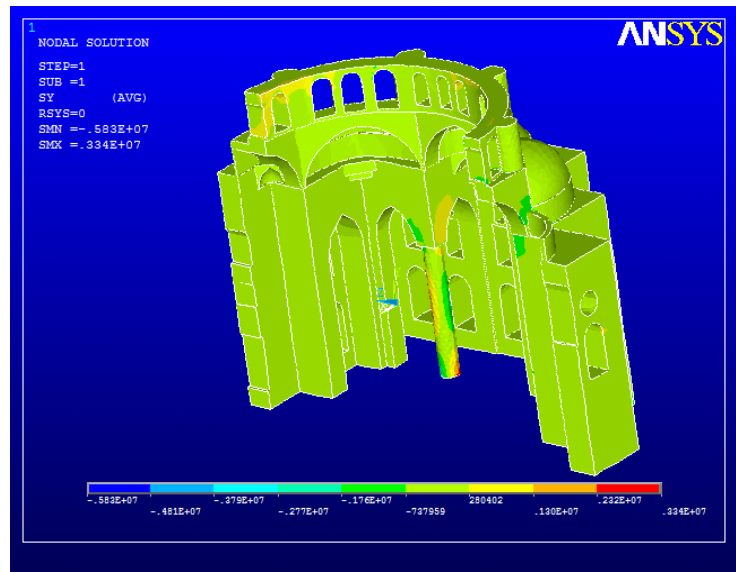
7. Mod şekli (kubbe ve askı kemerleri ötelenme ve sıkıştırma)



8. Mod şekli (kubbe ve askı kemerleri ötelenme ve sıkıştırma)

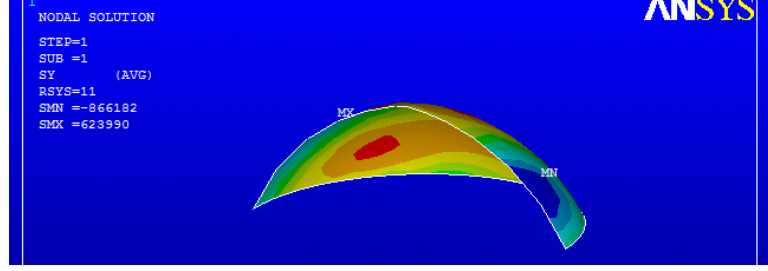
2.25.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Nişancı Mehmet Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.278 de görülen düşey gerilme değerleri, taşıyıcı ayak boyunca artış göstermiş, buralarda gerilmeler çekme olarak 2.32- 3.34 MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



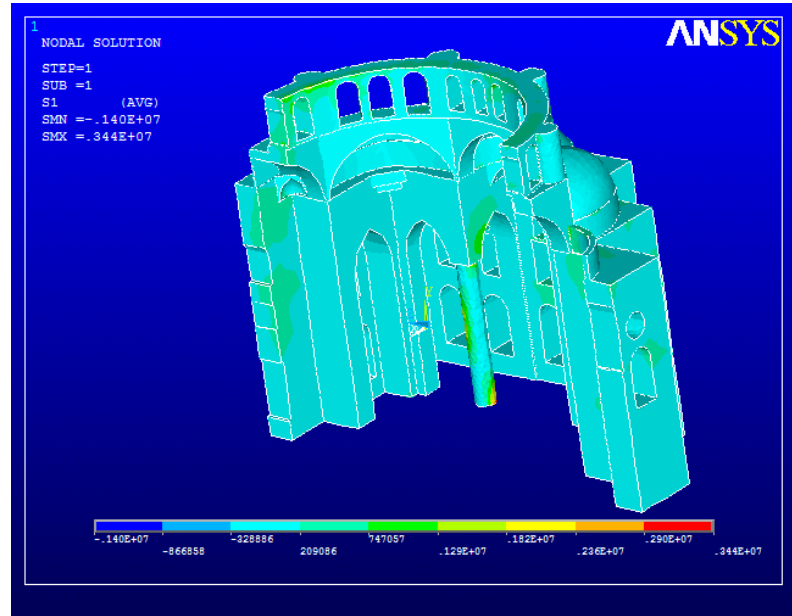
Şekil 2.278. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şekil 2.279 da cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme gerilmesi şeklinde oluştuğu ve maksimum değerinin 0.623 MPa olduğu görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır.

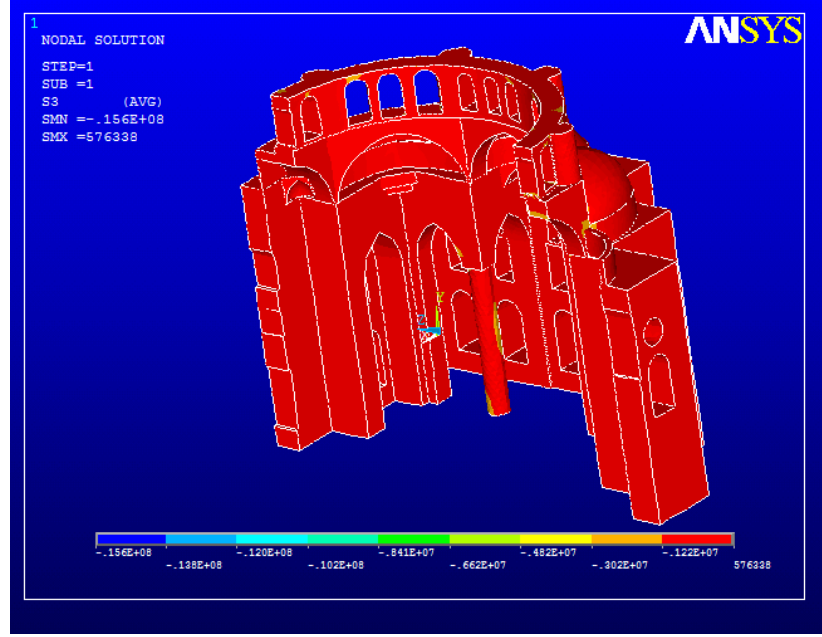


Şekil 2.279. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Nişancı Mehmet Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.280 ve Şekil 2.281 de görülmektedir. 1. asal gerilmeler taşıyıcı ayak alt noktalarında çekme gerilmesi olarak 2.90 – 3.44 MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınçtır. Değerler -1.22 – 0.57 MPa aralığında gözükmetedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.280. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.281. Nişancı Mehmet Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.26. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisi

2.26.1. Genel Bilgiler

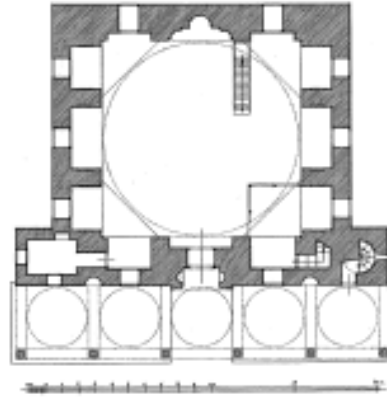
Silivrikapı semtinde yer alan cami, 1551 yılında yapılmıştır. Kurucusu, Kanuni Sultan Süleyman devrinde Anadolu beylerbeyi ve kubbe veziri olan Hadım veya Tavaşi lakabı ile meşhur İbrahim Paşa'dır. 1648 ve 1754 depremlerinde cami büyük zarar görmüştür. Caminin fotoğrafı Şekil 2.282 de görülmektedir.



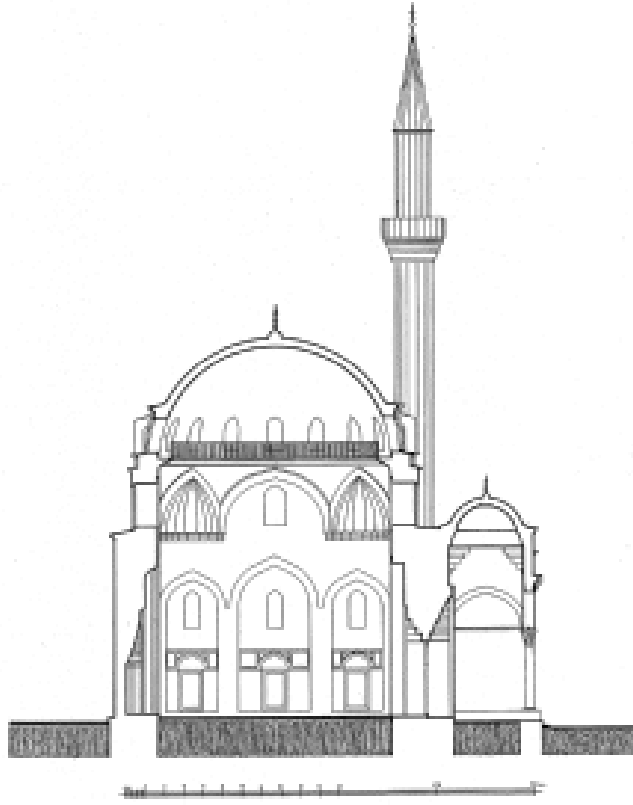
Şekil 2.282. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi (URL-1, 2010)

Geniş bir sahayı çevreleyen avlu duvarının içinde yer alan cami, muntazam kesme küfeki taşı ve tuğla dizileriyle inşa edilmiştir. Yalnızca son cemaat yerine bakan cephe ile minare kesme taştandır. Yapının önünde beş bölümlü bir son cemaat yeri bulunmaktadır. baklavalı ve mukarnaslı başlıklara sahip mermer sütunların taşıdığı sivri kemerlere oturan kubbelerden ortadaki daha yüksektir. Mukarnaslı tromplu geçişlere sahip bu kubbe dışındakilerde geçişler pandantiflidir. Üç yönde yanlara doğru genişleyen esas mekânın üzeri, içleri istiridyeye kabuğu şeklinde düzenlenen tromplarla geçişi sağlanan tek kubbe ile örtülüdür. Mekânı genişletmek ve aynı zamanda tek kubbenin baskısını karşılayabilmek için giriş duvarının iç tarafı ile iki yan duvarda, ileri taşan payeler arasında küçük bölümler meydana getirilmiştir. Cami, Türk dini mimarisinde basit ve iddiasız bir tipin temsilcisi olmakla beraber ahenkli nisbetleri, sade ve sakin çizgileriyle güzel ve zarif bir eserdir. İbrahim Paşa Camisi, mimarisinin sadeliği yanında ölçülü ve zevkli bir süsleme ile tezyin edilmiştir. Stalaktitli muhteşem bir kapı nişinin içindeki cümle kapısının geçmeli ve sedef kakmalı kapı kanatları, XVI. Yüzyıl Türk ağaç işçiliğinin güzel ve değerli örneklerindedir. Son cemaat yeri pencereleri üstünde ve mihrap alınlığında ise Türk çini sanatının parlak çağına işaret eden, ender rastlanır özelliklere sahip çini panolar bulunmaktadır. Mermerden işlenmiş olan müezzin mahfeliyle minber de taş oyma işçiliğinin güzel örneklerindedir (URL -1, 2010).

Cami plan ve kesit görünüşleri Şekil 2.283 ve Şekil 2.284 de görülmektedir.



Şekil 2.283. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi plan (URL-2, 2010)

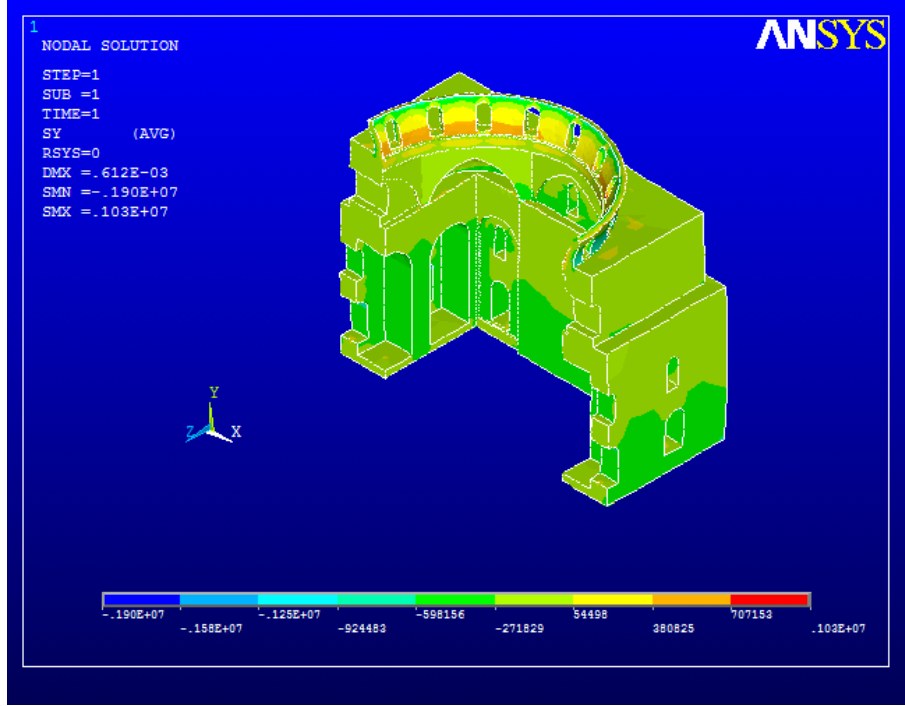


Şekil 2.284. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi kesit (URL-2, 2010)

2.26.2. Analizler ve İrdelemeler

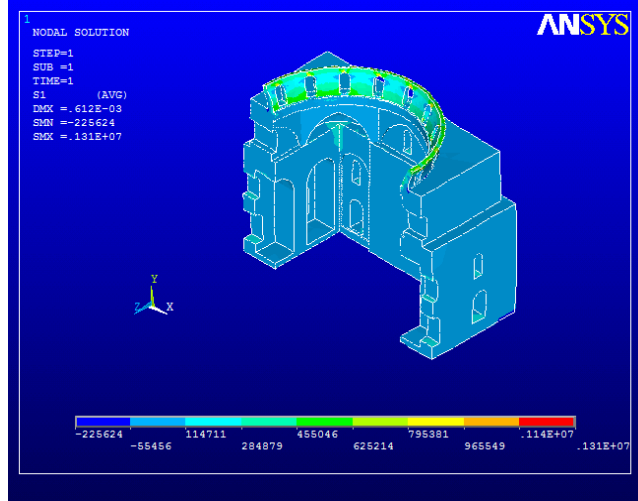
2.26.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.285 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler taşıyıcı duvarlar alt noktalarına doğru artış göstermiştir. Buralarda değerler 0.59–0.27 MPa (basınç) arasında oluşmuştur. Kubbe kasnağı alt noktalarına doğru maksimum değeri 0.70 MPa olan çekme gerilmesi değerleri okunmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

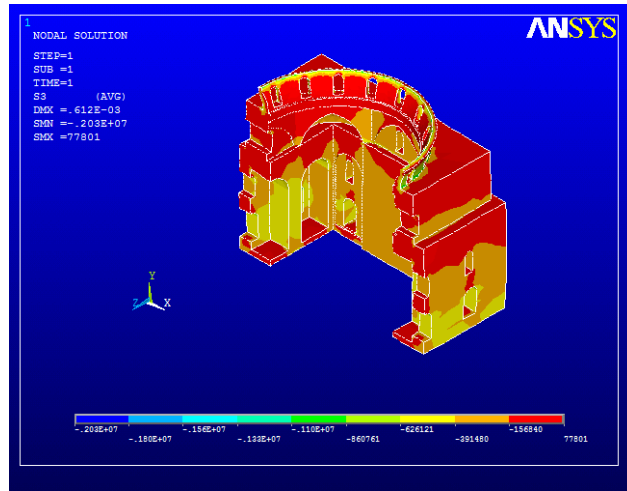


Şekil 2.285. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.286 ve Şekil 2.287 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin kubbe kasağında yoğunlaştığı görülmektedir. Buralarda değerler 0.45- 0.62 MPa arasındadır. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak oluşmuştur. Gerilme değerleri en çok zorlanan kısımlarda -1.10–0.86 MPa arası değerler almıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.286. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.287. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

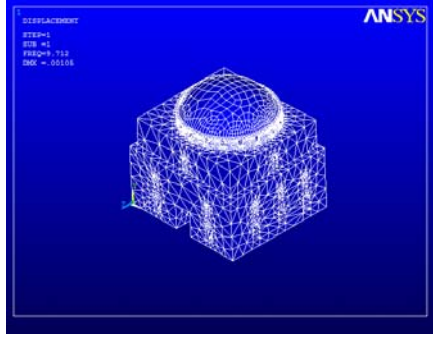
2.26.2.2. Modal Analiz

Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.31 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

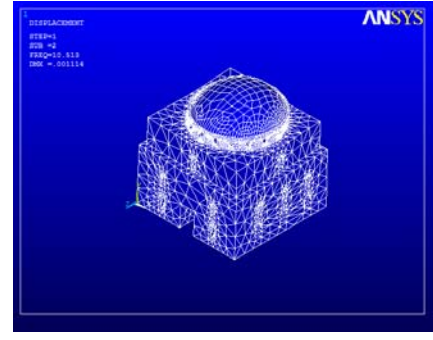
Çizelge 2.31. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.10297	0.000545698	0.884122
2	0.095119	0.827506	0.884946
3	0.077824	0.827517	0.885266
4	0.074428	0.846278	0.886005
5	0.062587	0.847757	0.886158
6	0.057721	0.847833	0.939411
7	0.056180	0.912386	0.939412
8	0.055142	0.912473	0.939727
9	0.046393	0.912473	0.939730
10	0.046316	0.912473	0.939734
11	0.045452	0.912473	0.948836
12	0.045161	0.916871	0.948836
13	0.044189	0.916878	0.951909
14	0.042713	0.951275	0.951915
15	0.042566	0.956402	0.951920
16	0.040193	0.956417	0.951925
17	0.039897	0.958281	0.951925
18	0.039328	0.958576	0.951925
19	0.035865	0.961761	0.952619
20	0.035829	0.962245	0.956145
21	0.034511	0.962248	0.956720
22	0.033871	0.962256	0.956724
23	0.033856	0.962257	0.956741
24	0.033300	0.962257	0.957508
25	0.032472	0.962416	0.957509
26	0.031391	0.964264	0.961082
27	0.031105	0.966983	0.966361
28	0.030362	0.967198	0.995329
29	0.030178	0.997945	0.995624
30	0.029464	1.000000	1.000000

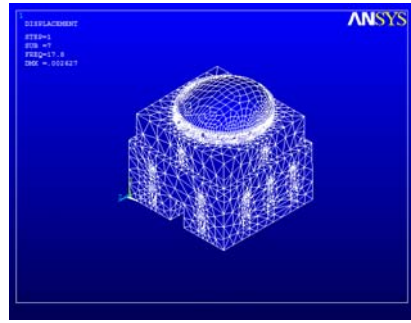
Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin 1., 2. ve 7. mod şekilleri Şekil 2.288 de görülmektedir. Etkili modlar ötelenme olarak ortaya çıkmıştır. Sistem genel hareketinin ilk iki mod belirlemektedir.



1. Mod şekli (y eksenini doğrultusunda ötelenme)



2. Mod şekli (x eksenini doğrultusunda ötelenme)

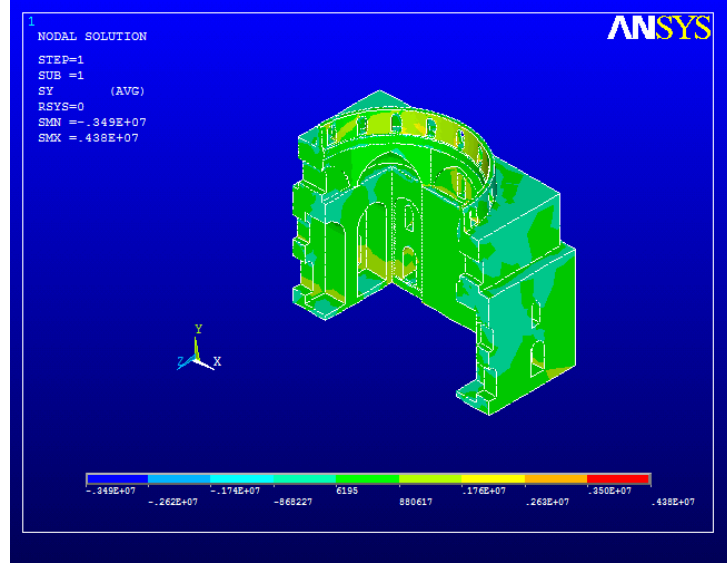


7. Mod şekli (kubbe x eksenini doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.288. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod şekilleri

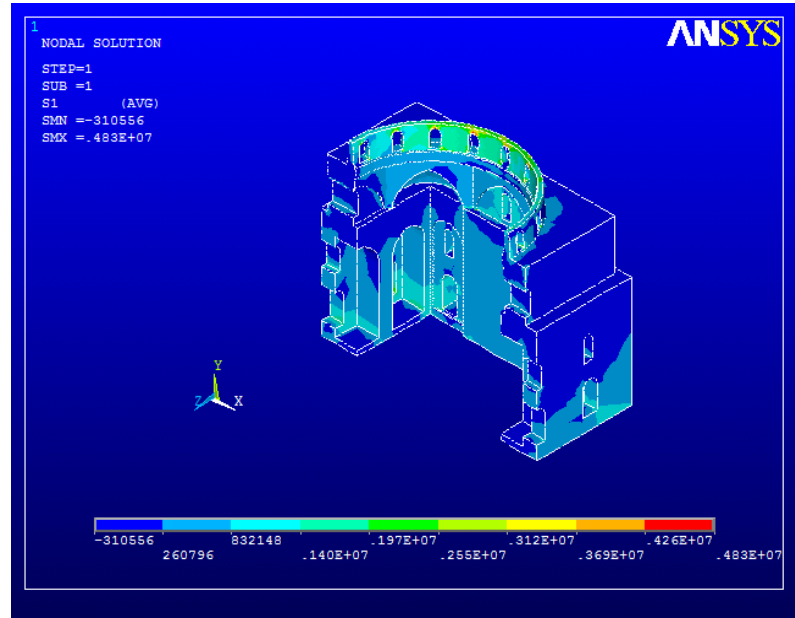
2.26.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.289 da görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde 0 - 0.88 MPa aralığında oluşmaktadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

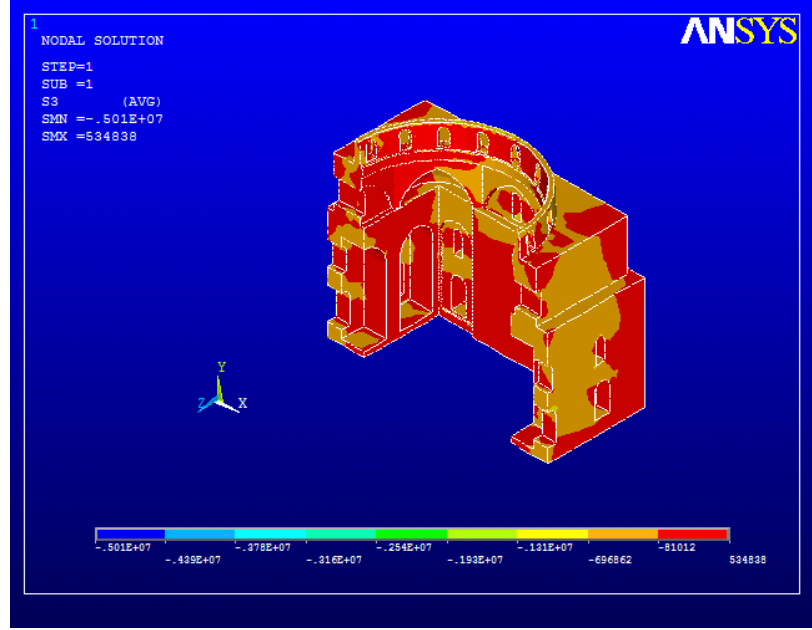


Şekil 2.289. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.290 ve Şekil 2.291 de görülmektedir.



Şekil 2.290. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

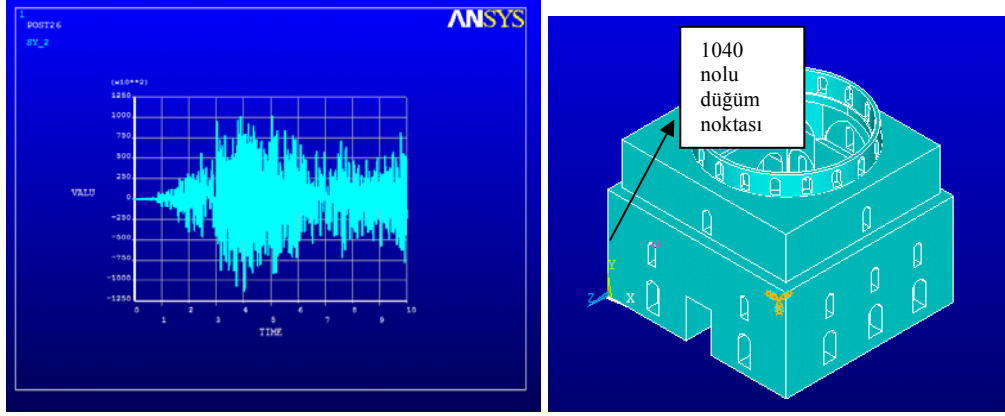


Şekil 2.291. Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Yukarıdaki iki şekilden görüldüğü gibi 1. asal gerilmeler pencere boşlukları alt noktalarında 0.83 - 1.40 MPa arasında gözükmektedir. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuş, değerler -0.69 – 0 arasında ortaya çıkmıştır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

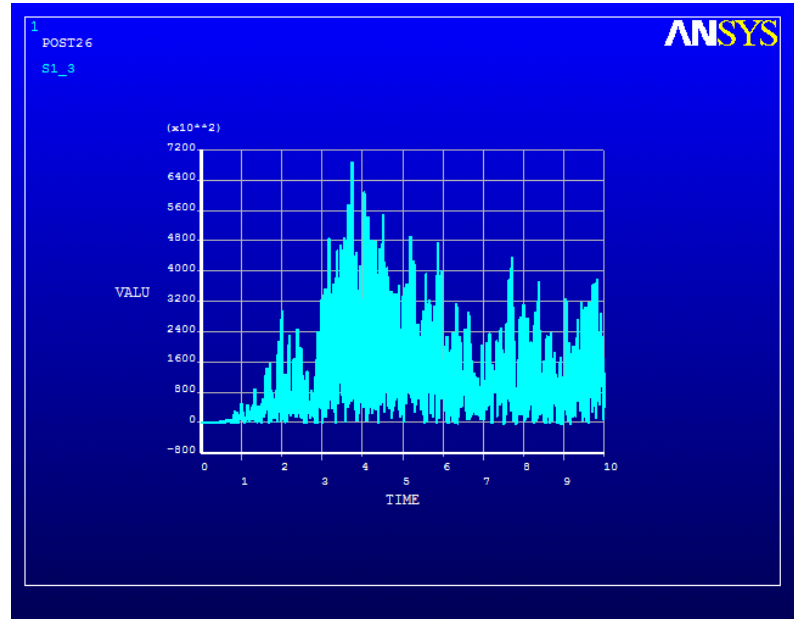
2.26.2.4. Zaman Tanım Alanında Analiz

Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisinin Kocaeli 1999 depreminin İzmit kaydı Kuzey-Güney bileşeninin 10 sn lik kısmının etkisinde zaman tanım alanında hesap yöntemiyle analizi gerçekleştirilmiştir. 1040 nolu düğüm noktası ve bu noktada elde edilen düşey gerilmenin zamanla değişimi Şekil 2.292 de sunulmaktadır.

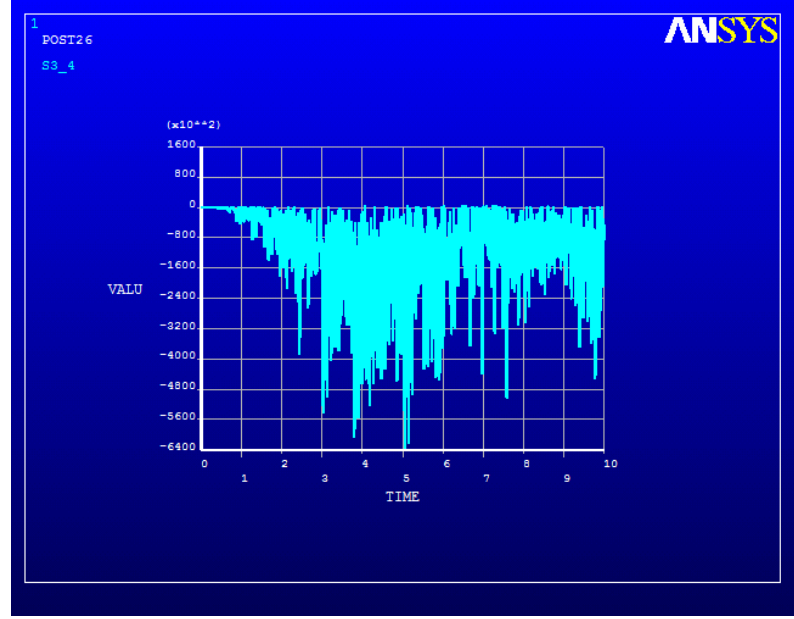


Şekil 2.292. 1040 nolu düğüm noktası ve bu noktadaki düşey gerilme değişimi

Asal gerilmelerin zamanla değişimlerini gösteren grafikler Şekil 2.293 ve 2.294 de verilmektedir.



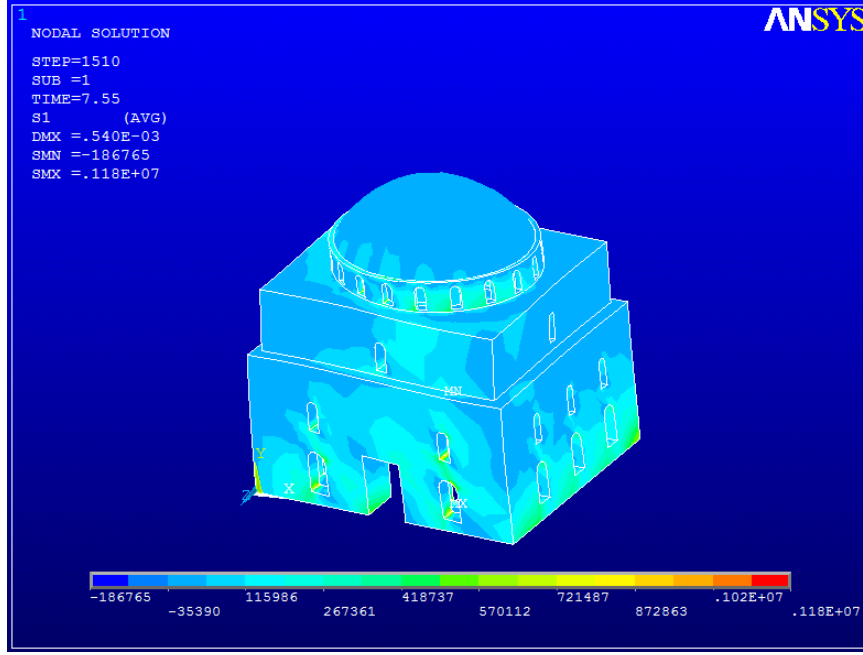
Şekil 2.293. 1040 nolu nokta 1. asal gerilme (çekme) değişimi



Şekil 2.294. 1040 nolu nokta 3. asal gerilme (basınç) değişimi

Yukarıdaki şekillerden görüldüğü gibi, 1. asal gerilme 0 -0.70 MPa arasında, 3. asal gerilme -0.63 – 0 MPa arasında, düşey gerilme -0.11 – 0.10 MPa arasında değişmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

Zaman tanım alanında hesap yöntemiyle Silivrikapı Hadım İbrahim Paşa camisindeki gerilmelerinin dağılımını görebilmek amacıyla, 7.55 inci saniyede camideki asal gerilmelerin deseni Şekil 2.295 de sunulmaktadır.



Şekil 2.295. T=7.55 s' deki 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

Gerilmeler cami genelinde çekme gerilmesi olarak oluşmaktadır. Değerler pencere boşlukları kenarında artış göstermektedir. Bu noktalarda gerilmeler 0.72–0.87 MPa arasındadır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.27. Şehzade Camisi

2.27.1. Genel Bilgiler

Kanuni Sultan Süleyman'ın genç yaşta ölen oğlu Şehzade Mehmet adına Mimar Sinan tarafından yapılmıştır. Kanuni Sultan Süleyman'ın ve Osmanlı İmparatorluğu'nun en parlak devrinin büyük mimarı Mimar Sinan, Şehzade Camisi ve külliyesini 1544-48 tarihleri arasında dört yılda tamamlamıştır. Caminin fotoğrafı Şekil 2.296 da görülmektedir.

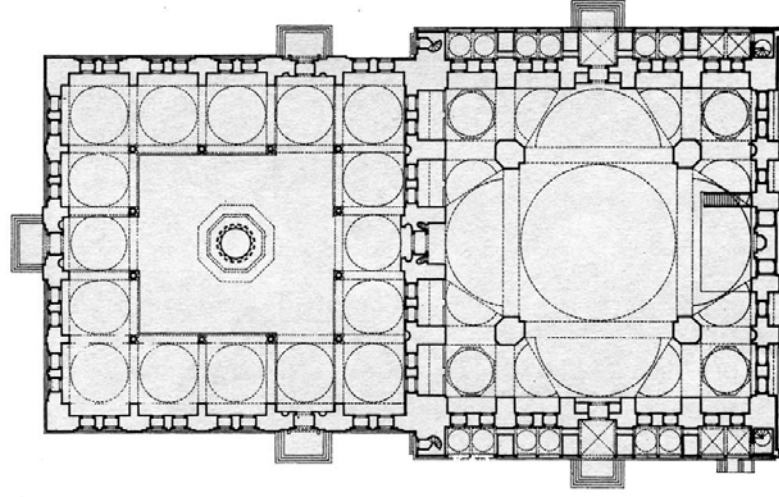


Şekil 2.296. Şehzade camisi (URL-1, 2010)

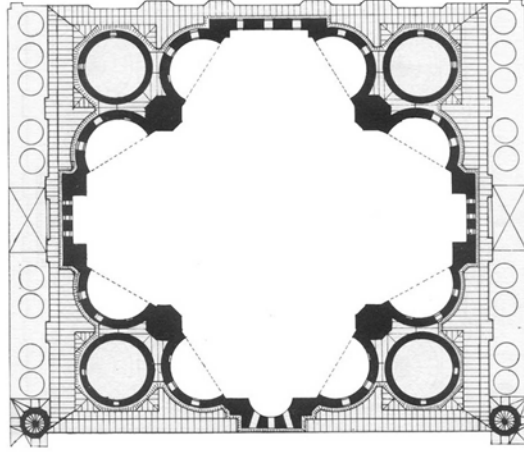
Koca Sinan daha sonraları yaptığı bir değerlendirmede “Şehzade çıraklık, Süleymaniye kalfalık, Edirne Selimiye de ustalık eserimdir” diyecektir. İşte Şehzade Camisi Sinan’ın mimari dehasındaki ana devirler olan bu üç abide eserin ilk basamağıdır. Yarım kubbe problemini ilk defa ele aldığı bu camide Mimar Sinan dört yarım kubbeli ideal bir merkezi yapı meydana getirip, Rönesans mimarlarının rüyasını gerçekleştirmiştir. Cami kare planlı olup, üstü yarım küre şeklinde bir büyük kubbe ve bunun etrafında dört yarım kubbeyle örtülmüştür. Dört köşede yarım küre, dört de küçük kubbe vardır. Bütün kubbeler dört büyük fil ayağı üzerine oturur. Mimar Sinan’ın eserlerinde görülen sadelik ve tezeyinat bu camide de görülür. Şehzade Camisi’nin büyük dış avlusu altı kapılıdır. Caminin cümle kapısı duvarının iki yanındaki ikişer şerefeli çift minaresi yapının en dikkat çeken bölümlerindedir. Diğer cami ve minarelerdeki sadelik burada yoktur. Koca Sinan’ın bu minarelerdeki tezeyinatı emsalsizdir. Dört yarım kubbe ile desteklenen bir merkezi kubbe ile örtülüdür. Kare içine oturan haçvari plan tipolojisinin Osmanlı mimari geleneği çerçevesindeki gelişiminin son noktasıdır. Bu gelişimin bir önceki adımları Edirne’deki Üç Şerefeli Cami, eski Fatih Camisi ve Üsküdar’daki Mihrimah Sultan camilerinde görülür.

Mimar Sinan daha sonra inşa ettiği Süleymaniye ve Selimiye camilerinde Şehzade Camisi’nden daha ileri mimari çözümlere ulaşmışsa da, Şehzade Camisi plan şeması Sultanahmet Camisi, Yeni Cami gibi 17. yüzyıl camilerinde beğenilerek kullanılmıştır. Şehzade Camisi’nde şadırvan avlusu ve cami kitlesi iki eş karedir. Merkezi kubbe pandantifli kare bir baldaken oluşturur. Kubbeyi taşıyan dört ayakların çok fazla yer kaplamamasıyla mekan bütünlüğü sağlanmaya çalışılmıştır. Örtü, yarım kubbeler ve

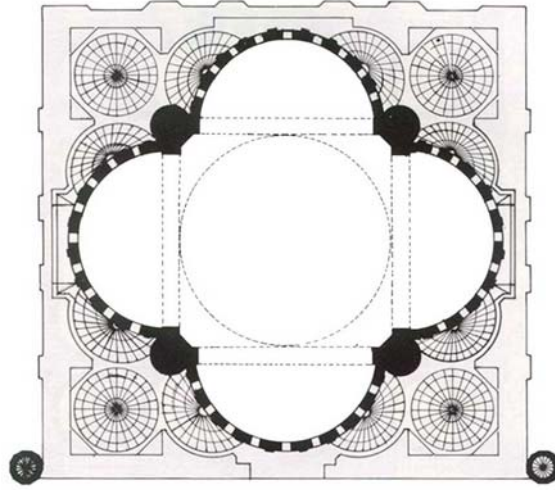
eksedralarla yapı kanatlarına ulaşır. Dışarıda, büyük orta kubbenin oturduğu kare kısmın dört köşesine ve yarım kubbelerin yanlarına dört ağırlık kubbesi konularak kemerlerin açılması önlenmiştir. Bunlar camiye aynı zamanda kademe kademe yükselme vermiştir. Yan galeriler yoktur ve böylece mekân daha fazla bir bütünlük kazanmıştır. Sadece hünkar ve müezzin için küçük birer mahfil bulunur. Örtünün eğrileri ile planın doğruları küresel geçit öğeleri ve mukarnaslarla birbirleriyle buluşurlar. Masif duvarların yerine Osmanlı mimarlığında ilk kez dış mimaride revak kullanılmıştır. Yan revaklar iki kareden oluşan harem ve avlu planına bir ek olarak akıtılmıştır ve avlu yönünde minareler sonlanır. 2'şer şerefeli bu minareler oldukça zarif bezemeye sahiptir. Şehzade Cami'sinin simetrik modülasyonu avluda da kendini gösterir. Şadırvan avlusu da cami gibi 5x5 modüle bölünmüştür. Kubbe açıklığına eşit olan açık bölüm 3x3 modül olarak açık bırakılmıştır. Kubbe büyüklükleri ve yükseklikleri aynıdır. Osmanlı mimarlığının en dengeli avlularından biridir. Merkezde bulunan sekizgen şadırvan yaklaşık bir modül büyüklüğündedir. Revak kubbelerinin büyüklükleri birbirine eşit, yükseklikleri birbirine eşittir ve hemen cami planındaki köşe kubbelerle aynı büyüklüktedir. Bu yüzden Şehzade Cami avlusu Beyazıt Cami avlusu ile birlikte Osmanlı Mimarisinde bulunan en dengeli ve güzel avlularından biri sayılır. Mermer ve somaki kaidelere oturan revak sütunları 12 adettir. Revakları örten kubbelerin sayısı da 16'dır. Bezeme özellikleri açısından özgün bir yapıdır. 15. yüzyıldan itibaren başlayan yalınlaşma eğiliminin dışına çıkmıştır. Çok renkliliğin vurgulanışı, yapının dış profillerine getirilen bezemesel öğeler, minarelerin yüzey bezemeleriyle benzersiz yapıdır. Mihrap, minber ve müezzin mahfili mermerdendir (URL -1, 2010). Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.297, Şekil 2.298, Şekil 2.299 ve Şekil 2.300 de görülmektedir.



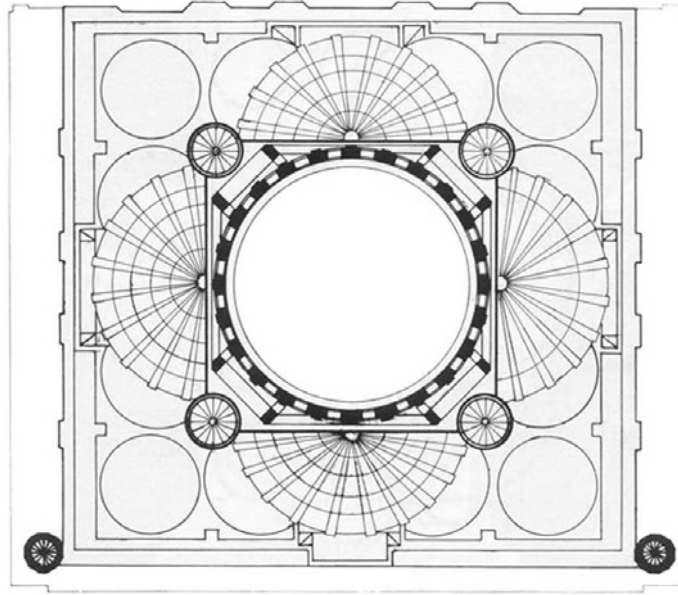
Şekil 2.297. Şehzade camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.298. Şehzade camisi 1. tabaka planı (URL-2, 2010)



Şekil 2.299. Şehzade camisi 2. tabaka planı (URL-2, 2010)



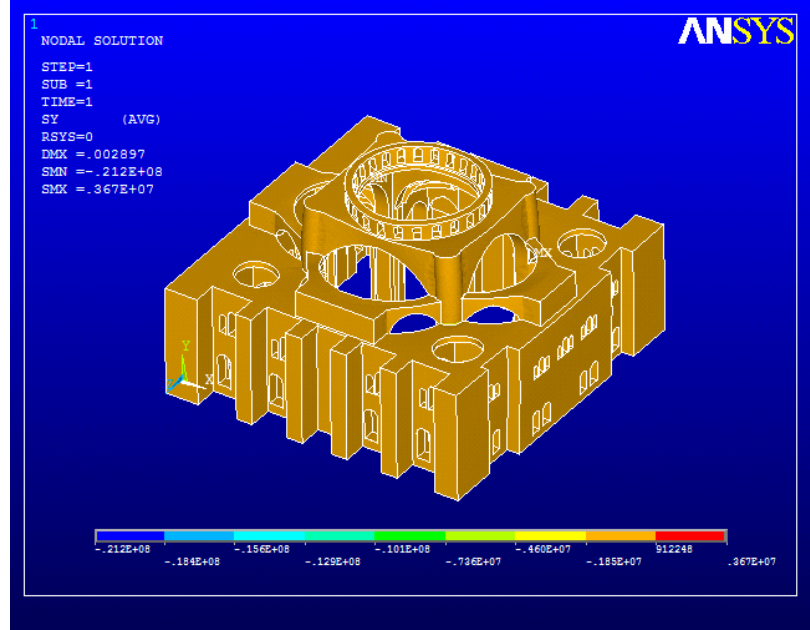
Şekil 2.300. Şehzade camisi 3. tabaka planı (URL-2, 2010)

2.27.2. Analizler ve İrdemeler

2.27.2.1. Öz Ağırlık Analizi

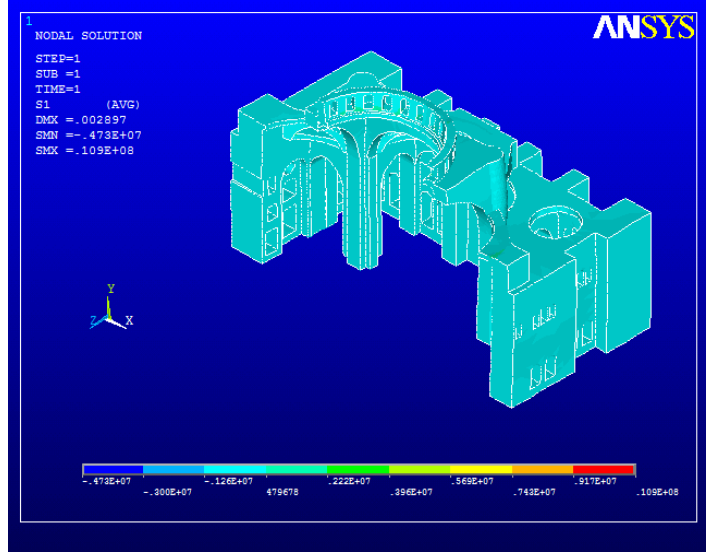
Şehzade Camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.301 den görüldüğü gibi düşey

gerilmelerin cami genelinde $-1.85 - 0.91$ MPa aralığında dağıldığı görülmektedir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

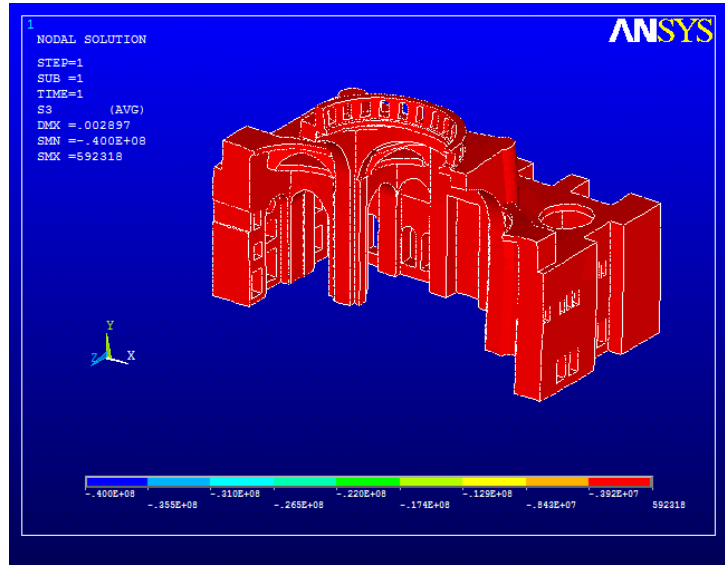


Şekil 2.301. Şehzade camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.302 ve Şekil 2.303 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler $0.47 - 2.2$ MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler basınç şeklinde oluşmuş, değerler $-3.92 - 0.59$ MPa aralığında belirmiştir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.302. Şehzade camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.303. Şehzade camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

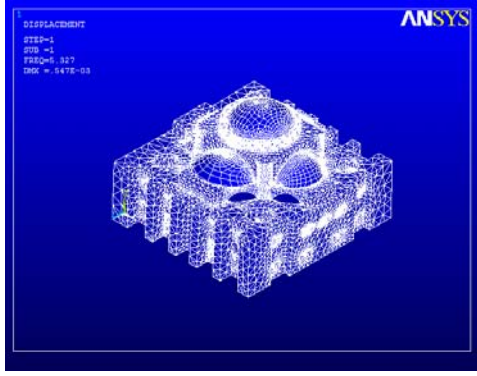
2.27.2.2. Modal Analiz

Şehzade camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.32 den görüldüğü gibi, ilk 20 modda Şehzade camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

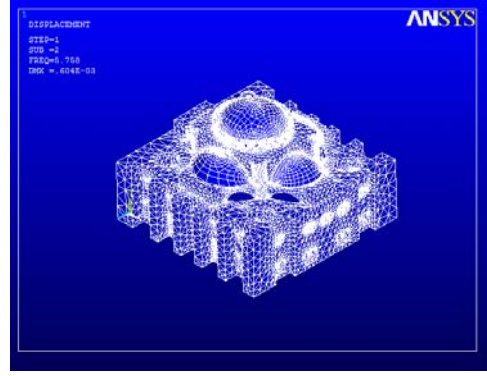
Çizelge 2.32. Şehzade camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenî doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenî doğrultusu)
1	0.18772	0.647993	0.000625142
2	0.17368	0.651221	0.554282
3	0.16842	0.694040	0.565161
4	0.13315	0.694145	0.566473
5	0.11774	0.695920	0.567762
6	0.11002	0.700503	0.567767
7	0.10432	0.710765	0.627164
8	0.10347	0.752123	0.628630
9	0.10248	0.957152	0.632701
10	0.099256	0.980041	0.636568
11	0.091534	0.980081	0.855518
12	0.082631	0.980185	0.859198
13	0.080394	0.982400	0.902411
14	0.079423	0.991235	0.918940
15	0.078734	0.991303	0.918989
16	0.078033	0.991892	0.919380
17	0.076986	0.991948	0.926856
18	0.075289	0.999902	0.927171
19	0.074176	0.999911	0.996070
20	0.069243	1.000000	1.000000

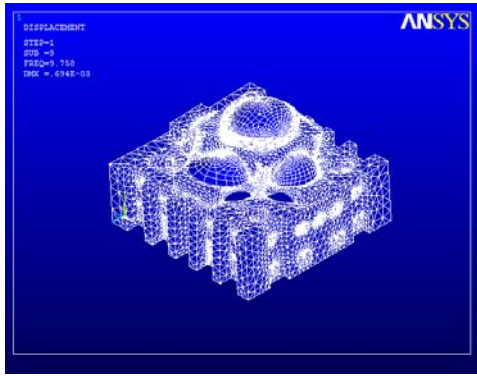
Şehzade camisinin 1., 2., 9. ve 11. mod şekilleri Şekil 2.304 de görülmektedir. Etkili modlar ötelenme şeklinde ortaya çıkmıştır. Daha sonraki modlar kubbe ve askı – kemer sistemi ötelenmesi şeklindedir.



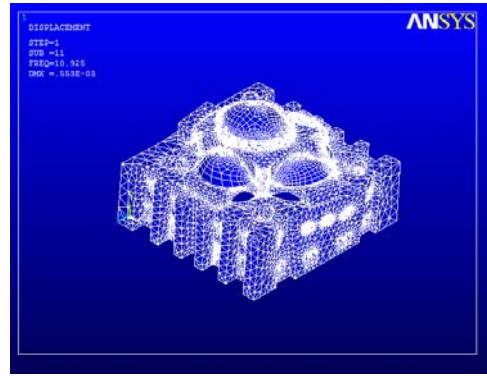
1. Mod şekli (x yönünde ötelenme)



2. Mod şekli (y yönünde ötelenme)



9. Mod şekli (kubbe x yönünde ötelenme)

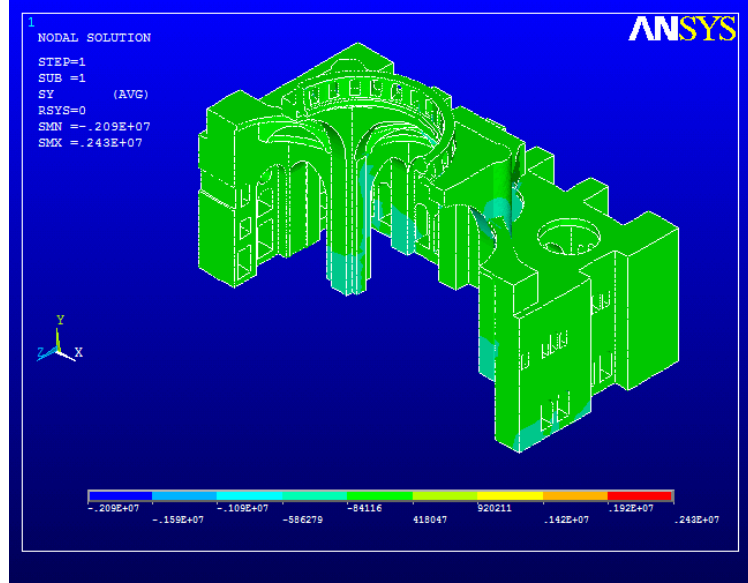


11. Mod şekli (kubbe y yönünde ötelenme)

Şekil 2.304. Şehzade camisinin mod şekilleri

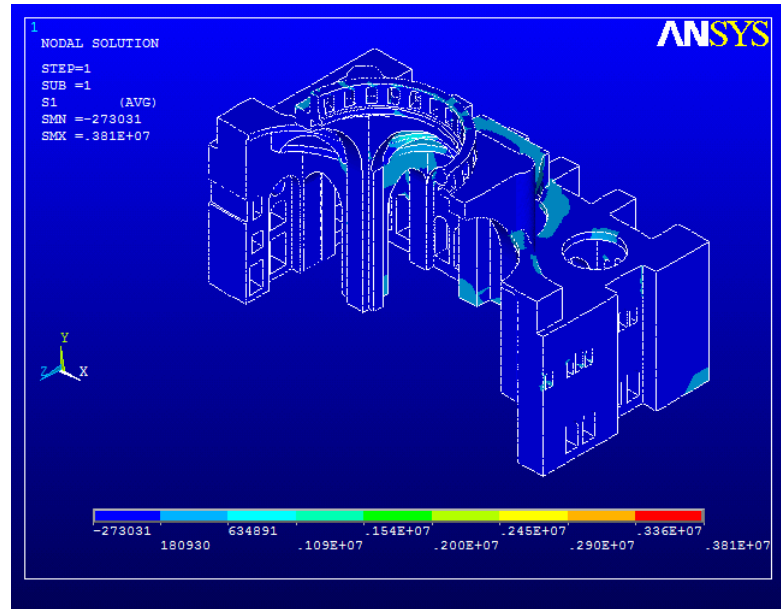
2.27.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Şehzade camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.305 de görülen düşey gerilme değerleri, cami genelinde 0 – 0.41 MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

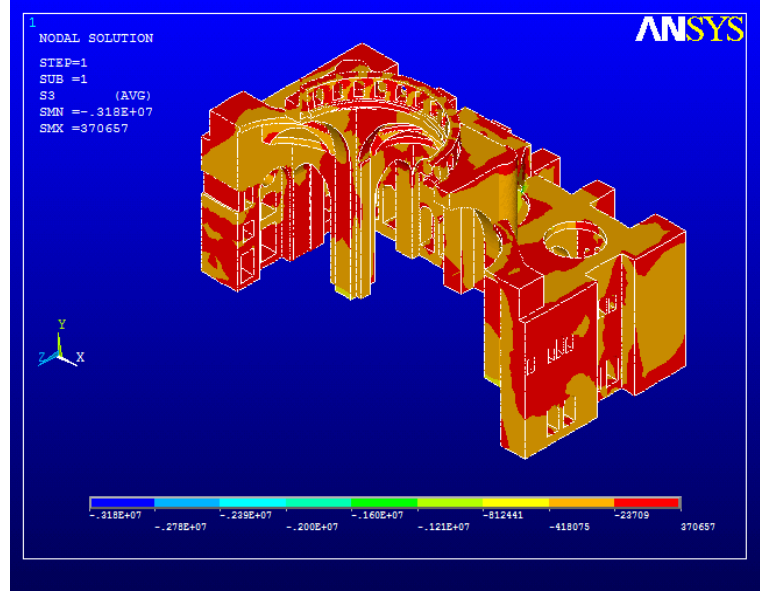


Şekil 2.305. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Şehzade camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.306 ve Şekil 2.307 de görülmektedir.



Şekil 2.306. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.307. Şehzade camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Yukarıdaki iki şekilden görüldüğü gibi 1. asal gerilmeler cami genelinde $-0.27 - 0.18$ MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde $-0.41-0$ MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.28. Süleymaniye Camisi

2.28.1. Genel Bilgiler

İstanbul'un silüetini minareler ve kubbeler süsler. Şehrin en büyük ve görkemli camisi Süleymaniye Camisidir. Caminin fotoğrafı Şekil 2.308 de görülmektedir.



Şekil 2.308. Süleymaniye camisi (URL-1, 2010)

Dış ve iç estetiği, fevkalade muntazam, göz okşayıcı proporsiyonları seyredeni büyüler. Süleymaniye Camisi bir mimari şaheserdir. 16. yy., Türk Osmanlı İmparatorluğunun her bakımdan gelişmiş ve ilerlemiş olduğu bir devirdir. 36 Osmanlı Sultanı arasında 47 yıl ile en uzun hüküm süreni Kanuni Sultan Süleyman'dır. Bu büyük şöhretli Sultan, kendi adına yaptırtacağı camisi Koca Mimar Sinan'a havale etmişti.

Mimarlık dünyasının bir dehası olan Mimar Sinan, camisi ve etrafını saran büyük kompleksi 1550-1557 yılları arasında tamamlamıştır. Türk sanatının klasik döneminin kurucusu ve geliştireni Mimar Sinan, sanatının üstünlüğünü burada da ispat etmişti. Caminin avlusunun etrafını çevreleyen büyük komplekste okullar, kütüphane, hamam, aşevi, kervansaray, hastane ve dükkânlar bulunur. Süleymaniye'nin dış güzelliğini seyredebilmek için yapıdan uzakta olmak gerekir. Galata Kulesi'nden veya Haliç'in Galata kesiminden, bu imparatorluk eseri bütün haşmeti ile görülebilir. Dört minaresi olan caminin esas mekânını büyük bir kubbe örter. Caminin ana girişi etrafı revaklarla çevrili, ortasında şadırvanı olan iç avludandır. İç mimarideki açıklık, bütünlük, ölçülü bir süsleme buranın haşmetli etkisini güçlendirir. Merkezi kubbeyi fil ayağı denilen dört büyük paye taşır. Mekânın bütün elemanları uyumlu bir armoni içerisindedir. Statik bakımından da yapının dengesi kusursuzdur. Zaman içinde İstanbul şehrini sarsan depremler burada tek bir çatlağa bile sebep olamamıştır. Kubbenin içi geçen yüzyılda yapılmış barok tesirli dekorasyondur. Yerdeki el yapısı tek örnek, mihraplı halı 1950'li yıllarda yerleştirilmişti. İçerideki en göz alıcı yer mihrap duvarındaki 16. yy. orijinal, fevkalade renkli, Türk

motifleri ile süslü vitraylardır. Gayet sade mevlithanlar balkonu ve minber yanında, yine mermerden yapılmış mihrap nişinin etrafı çinilerle süslüdür. Sultan locası mihrabın solunda bulunur. Duvarlar Kuran'dan alınan ayetlerle süslüdür. Bunlar Türk kaligrafi sanatının çok güzel örnekleridir. Giriş ve yan cephelerde kadınlara ayrılmış balkonlar yer alır. Girişin sağında bronz kafesli bölme 18. yy. Türk maden işçiliğinin güzel bir örneğidir. Süleymaniye Camisi İstanbul'da aynı isimdeki semtte yer alan, Mimar Sinan tarafından yapılmış olan şehrin en büyük ve görkemli camisi. İstanbul'un silüetini minareler ve kubbeler süsler. Dış ve iç estetiği, fevkalade muntazam, göz okşayıcı proporsiyonları seyreden büyükler. Süleymaniye Camisi bir mimari şaheserdir. 16. yüzyıl Osmanlı İmparatorluğunun her bakımdan gelişmiş ve ilerlemiş olduğu bir devirdir. 36 Osmanlı Sultanı arasında 47 yıl ile en uzun hüküm süreni Kanuni Sultan Süleyman'dır. Bu büyük şöhretli Sultan, kendi adına yaptırtacağı camisi Koca Mimar Sinan'a havale etmişti. Mimarlık dünyasının bir dehası olan Mimar Sinan, camisi ve etrafını saran büyük kompleksi 1550-1557 yılları arasında tamamlamıştır. Türk sanatının klasik döneminin kurucusu ve geliştiren Mimar Sinan, sanatının üstünlüğünü burada da ispat etmişti. Caminin avlusunun etrafını çevreleyen büyük komplekste okullar, kütüphane, hamam, aşevi, kervansaray, hastane ve dükkânlar bulunur. Süleymaniye'nin dış güzelliğini seyredebilmek için yapıdan uzakta olmak gerekir. Galata Kulesi'nden veya Haliç'in Galata kesiminden, bu imparatorluk eseri bütün haşmeti ile görülebilir. Dört minaresi olan caminin esas mekânını büyük bir kubbe örter. Caminin ana girişi etrafı revaklarla çevrili, ortasında şadırvanı olan iç avludandır. İç mimarideki açıklık, bütünlük, ölçülü bir süsleme buranın haşmetli etkisini güçlendirir. Mekânın bütün elemanları uyumlu bir armoni içerisinde. Statik bakımından da yapının dengesi kusursuzdur. Zaman içinde İstanbul şehrini sarsan depremler burada tek bir çatlağa bile sebep olamamıştır. Kubbenin içi geçen yüzyılda yapılmış barok tesirli dekorasyondur.

Yerdeki el yapısı tek örnek, mihraplı halı 1950'li yıllarda yerleştirilmişti. İçerideki en göz alıcı yer mihrap duvarındaki 16. yy. orijinal, fevkalade renkli, Türk motifleri ile süslü vitraylardır. Gayet sade mevlithanlar balkonu ve minber yanında, yine mermerden yapılmış mihrap nişinin etrafı çinilerle süslüdür. Sultan locası mihrabın solunda bulunur. Duvarlar Kuran'dan alınan ayetlerle süslüdür. Bunlar Türk kaligrafi sanatının çok güzel örnekleridir. Giriş ve yan cephelerde kadınlara ayrılmış balkonlar yer alır. Girişin sağında bronz kafesli bölme 18. yy. Türk maden işçiliğinin güzel bir örneğidir. Caminin arka avlusunda Sultan Süleyman'ın, bunun yanında da çok sevdiği karısı Roksana'nın büyük türbeleri bulunur.

Etrafta değişik asırlarda yapılmış önemli kişilerin mezarları vardır. Süleymaniye kompleksinin bir ucunda küçük ve gayet mütevazı bir mezar bulunur. Burası 99 yıl şan ve şöhret ile yaşamış 50 yıl süre ile İmparatorluk baş mimarlığı yapmış, büyük usta Mimar Sinan'ın mezarıdır. Koca Sinan çalışkan ve verimli bir mimardı; uzun yaşamı boyunca 400'den fazla eser tamamlamıştı. Kurucusu olduğu klasik Türk mimarisinin en önemli temsilcisi de oydu. Eğittiği öğrencileri diğer İslam ülkelerinde de eserler üretmişlerdi. Osmanlı'nın eski yapılarında, iki önemli konuya özen gösterilirdi. Bunlardan biri yapının yapılacağı yer, ikincisi de yapının bölümlerinin birbirine uyum sağlamasıdır. Yeri bakımından yapısı yüksek bir alanda bulunsun, bulunmasın yapının sayesinde geniş bir alan görülür. Ne kadar uzağa bakılsa da gökyüzü görülür. Yapının genel görünümü gösterişli ve genişçedir. Her ayrıntısı ve çeşitli süslemeleriyle devamlı şekilde sade ve uyumlu bir etki sağlayabilir. Mimar Sinan ile öğrencilerinin üstün zekâları sayesinde meydana gelen güzel sanat eserleri içinde Osmanlı Mimari usullerinin en gerçekçi olarak görüldüğü yapı, Süleymaniye Camisi'dir. Camisi, Kantarcılar mahallesine bakan bir tepe üzerinde Bâb-ı Vâlâ-yı Seraskeri (Genelkurmay Başkanlığı bugünkü İstanbul Üniversitesi Rektörlük ve diğer binaları) ile Bâb-ı Vâlâ-yı Fetvâ- penâhî (bugünkü İstanbul Müftülüğü binası) arasındadır. Ulu bir görüntü ile göğe doğru uzanır. Geniş avlusunda etrafa göz atıldığında Rumeli ve Anadolu kıtaları ve İstanbul önünde birleşen iki deniz ve adalar görülür. Biraz daha uzaktan ve havanın sisi içinden Keşi (Bursa Ulu Dağ) Dağı, açık bir havada Osmanlı'nın eski büyüklüğünü düşündürür.

Böyle bir güzel görünüm insanın aklına hoş düşünceler getirir. Süleymaniye Cami'nin oldukça sade olan dış görünümü, son derece güzel ve etkili hatları, bulunduğu yerin güzelliğini tamamlar. İnsanın düşüncelerini en doruk noktada kendisini yaratana ulaştırır. Süleymaniye Camisi 1556 yılında Kanûnî Sultan Süleyman tarafından yaptırılmıştır. Avlusunun iki yanında minareleri vardır. Rivayete göre, dört minâre, camisi yaptıranın İstanbul'un Fethi'nden sonra dördüncü hükümdar olduğunu gösterir. Minarelerin şerefelerinin toplam sayısında Kanunî Sultan Süleyman'ın Osmanlı Devleti'nin kurucusu olan Sultan Osman Gazi'den sonra onuncu padişah olduğunu belirtir. Camisi ön kısmının iki yanındaki minarelerde ikişer ve avlunun sonunda iki minarede de üçer şerefe olup dört minarede toplam on şerefedir ve alt kısımlarında sarkaç süslemeleri vardır. Yine Camisi'nin ön kısmıyla iki yanında bulunan üç güzel kapıdan içeri girilir. Bu kapıların üstleri yassı kemerlidirler. Kemerin üzerinde de süslü oymalar vardır. Kubbenin etrafında yirmi dört kubbe ve bir o kadar da sütunlar ile bir daire oluşur. Ön kısmında bulunan

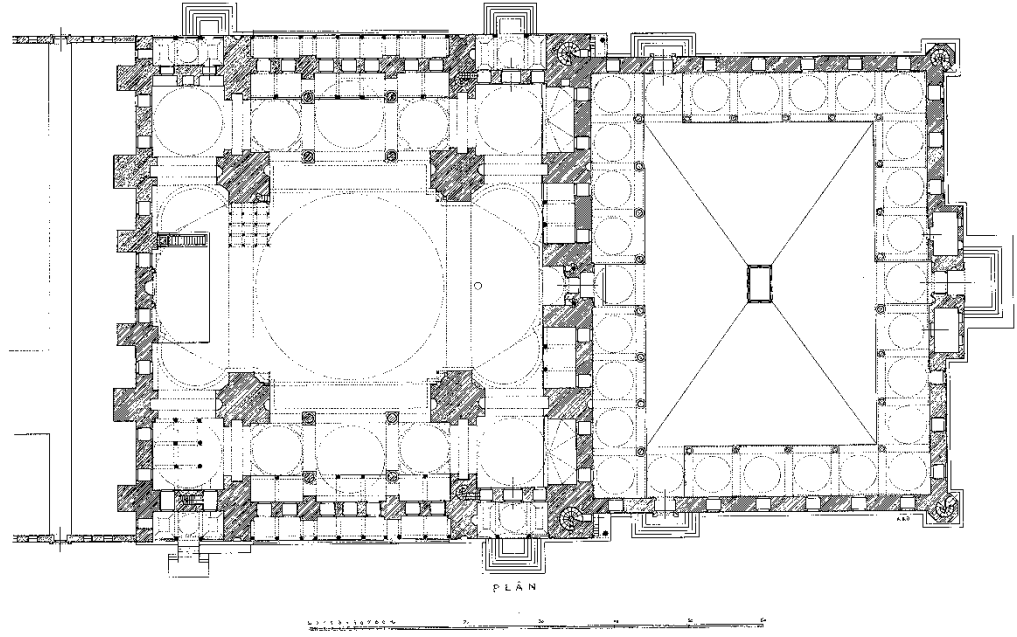
kapıya en yakın olan iki sütun somaki taşındandır. Diğer sütunlardan sıra ile onu sarı gül renginde mermer ve onu da beyaz mermerdendir. Bu sütunların tamamı mücevher mimari yöntemi ile yapılmış olup boşlukları beyaz mermerdir. Sarkaçların uçları dahi süslenmiştir. Caminin çatısında dört kubbe vardır. Kubbelerin iç yüzeyleri yağlıboya üzerine çek motifleri işlenip süslenmiştir. Ortada olan en büyük kubbe beyaz mermerden sarkaçlar ile süslenmiş olup, sarkaçların ucu yaldızlıdır. Caminin iç kapısının yukarı kısmı üçgen şekilde, süslü beyaz mermerden yapılmıştır. Üzerindeki süsleme son derece güzel olup görünüşü dahi büyük yapılara örnektir. Kapı camisinin bütün mimari özellikleri ile son derecede uyumludur. Camisi binası ile avlunun duvarı arasında eşit aralıklarda ve her iki tarafta iki küçük oda vardır. Kapı aralığının pencereleri dikdörtgen şeklindedir. Ortalarında mavi yüzey üzerine mineli çiniler ile süslenmiş bir kemer bulunmaktadır. Bu kemerin üzerinde beyaz harflerle âyetler yazılı levhalar vardır. Kapının önünde avlunun ortasında üzeri çinko kaplı ve birbirine paralel dört yönlü, son derece sade bir şadırvan yapılmıştır. Bunun güzel süslemeleri zümrüt yeşili renkte boyanmış demir parmaklıklardır. Bu parmaklıkların üzerindeki pervazlar beyaz mermerdendir. Bunların üzerinde de büyük yaprak şekilleri bezenmiştir ki bu yaprakların ortaları da zümrüt rengidir. Avlunun tabanı tamamen beyaz büyük mermer taşlarla döşelidir. Ancak caminin içine girilecek bölümde kapı arasında yani, büyük kapının önünde çok güzel somakiden yapılmış iki metre kadar çapında yuvarlak bir taş konulmuştur. Her ne ise bu somaki taşın üzerinden geçilip camisinin içine girilir. Orada ilgi çekici olarak göze ilk görünen şey camisinin son derece geniş alanı ve yüksek kubbesidir. Kubbenin tamamının üzerinde açık mavi, beyaz ve sarı süslemeler kaplıdır. Bu renkler camisi çok canlı bir şekilde süslemektedir. İçten ve dıştan birçok işlemler ve oymalar, değerli mermerler ve fağfurî (porselen)ler vardır. Bu işlemlerde beyaz ile mavi, özellikle beyaz renk çoktur. Somaki ve gül renginde granit sütunlar ve bazı kırmızı çizgiler süslemelere uyumlu şekilde çeşni katarlar. İşlemlerin yaldızlan da son derece sınırlı bir şekilde kullanılmış olduğundan yapının ulu görüntüsüne zarar vermemiştir. Büyük kubbeyi tutan dört büyük dirsek vardır. Bunların, alt yanında da, giriş katı ile kadınlara özel olan ve kare şeklinde caminin ortasına bakan mahfelin bulunduğu yerin karşısında ikinci katın yan tabakalarının dayandığı sütunlar bulunmaktadır. Ortada bulunan dairenin etrafında üç yuvarlak kat vardır. Ramazan ve bayram gecelerinde bunların parmaklıkları üzerinde yakılan kandiller yıldız, çiçek ve yaprak gibi şekiller oluştururlar. Bu katların birine kapının yanında yapılmış iki merdivenden girilir. İki yüksek katdan biri ortada bulunan büyük kubbenin altındadır.

Yukarıda sözü edilen kubbelerin üzerine de camisi avlusunun dışından konulmuş ağaç merdivenler ile çıkılır. Bu ikinci katta insan hoş bir manevî duyguya kapılır. Caminin içinde çıkan her çeşit ses (akustik) orada toplanır. Caminin içinde herhangi bir tarafında alçak sesle bile söylenmiş olsa, her ne söylenirse orada duyulur. İlgi çekici insanı şaşırtan diğer bir özellik de mimarlara örnek gösterilebilir. Bunu da aşağıda açıklayalım:

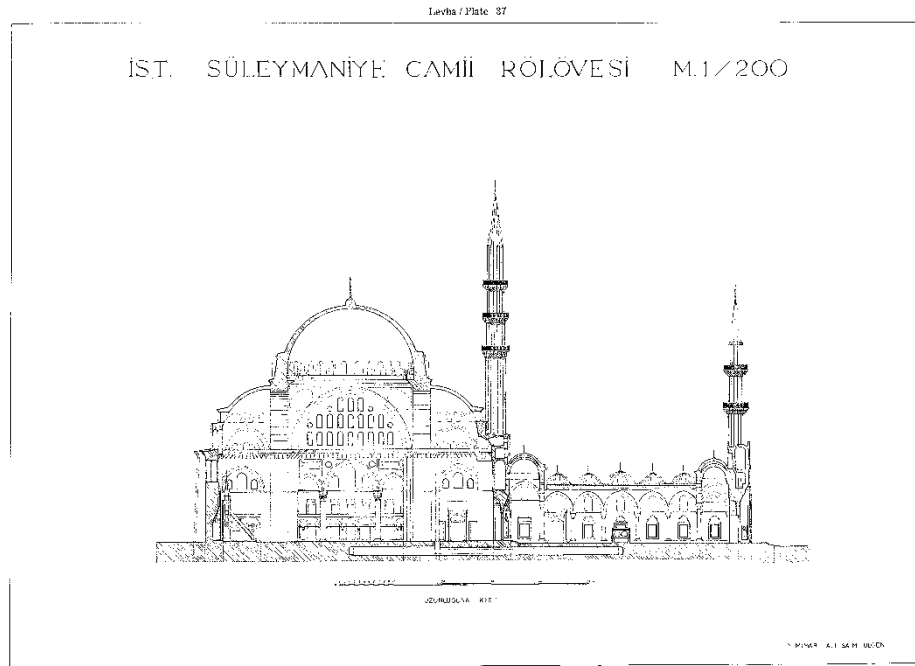
Yeraltında birtakım yollar kazılıp üzerlerinde birtakım kemerler yapılmıştır. Bu yollardan camisinin içinden dışarıda, Süleymaniye'nin bütün yan yapılarına su dağıtan su depolarına gidilir. Süleymaniye Camisi'nin mimarı ünlü Mimar Sinan camisi içinde devamlı hoş güzel bir hava bulundurmak için bu yer altındaki yolları yapmıştır. Caminin tabanının orta kısmında yer alan bu yollar üzerinde tahtadan kapaklar konularak aşağıdan gelen hava aracılığı ile caminin içerisinin yaz mevsiminde devamlı serin ve kış mevsiminde sıcak olması sağlanmıştır. Süleymaniye Camisi'sini süslemekte olan levhaların tümü ünlü hattat Hasan Çelebi tarafından çizilmiş ve yazılmıştır. Bu ünlü hattatın mezarı Sötlüce'de öğretmeni olan kişinin yanındadır. Hasan Çelebi'nin güzel eserlerinden olarak mavi zemin üzerine beyaz harfleri oluşturan mineli çiniler gerçekten övgüyle anlatılacak eserlerdir. Bu çinilerin etrafı zümrüt mavisi renkte yaprak şekilleri olarak mihrabın iki tarafını süslerler. Sol tarafta bulunan minber gibi mihrabın da beyaz mermerden yapılmış süslü sarkaçları vardır. Minberi oluşturan mermer taşlar dört parçadır. Minberin kapısıyla kanatlan birinin uzunluğu ve diğerinin yüksekliği sekiz metre olarak tek parça mermerden yapılmıştır. Sağ tarafta bulunan mahfel (Padişaha özel bölme)de beyaz mermerden olup, mücevheri mimari yöntemi ile yapılmıştır ve uçlarında süslü beyaz mermerden başlıklar ile somaki sütunları vardır. Bu mahfelde abdest almak için çok süslü iki musluk vardır. Mahfelin kapısıyla tahtaları tamamen geometrik şekiller oyulmuş ceviz ağacındandır. Yine aynı mahfelde bulunan ceviz bir kürsünün üzerindeki oymalar da son derece özenilerek yapılmıştır. Camisinin diğer tarafında hatib (din konularında konuşan, bilgi veren)'in konuşma yeri vardır. Burası sade olarak yapılmış ise de Padişah mahfeli kadar güzeldir ve mücevheri yöntem ile yapılmıştır. Hatib mahfelinin arka kısmında bir kütüphane yapılmıştır. Çok güzel bir parmaklık ile ayrılmıştır. Bu parmaklığın onarımı Sultan I. Mahmud zamanında Sadrazam Mustafa Paşa tarafından yaptırılmıştır. Daha sonra bu parmaklık Ahmet Vefik Efendi tarafından tekrar onarım yapılarak yenilenmiştir. Camiden dışarı çıkıldığında diğer dış katların üstlerinden geçilir. Bu katların en aşağıdaki olanı sıra ile kemer şeklindeki kubbeler ile yapılmıştır. Bu kubbelerin bazıları yüksek ve bazıları da alçak ve dardır. En yukarıdaki kubbe ise müstevî mimari yönteminde yapılmış

olup kemerleri aynı hizada dar ve yüksektir. Kible tarafında içinde gül ağaçları dikili mezarlar vardır. Bunların ortasında çok güzel türbeler de bulunur. Bunlardan camiye yaptıran Padişahın (Kanûnî Sultan Süleyman) türbesi de buradadır. Türbenin tanıtımı özel olarak ayrıca yapılacaktır. Türbenin etrafında gerek padişah soyundan, gerek tarihte adı geçmiş ünlü kişilerden bazılarının mezarları olduğu gibi ünlü Sadrazam Ali Paşa ile ailesi de orada gömülüdür. Süleymaniye Camisi'nin mimarı olan Mimar Sinan'ın mezarı bu anlatılan ünlülerin arasında olmayıp, camisinin dış avlusu ile kendi zamanında Yeniçeri Ocağı olan Bâb-ı Fetvâ-Penâhî (bugünkü İstanbul Müftülüğü) arasında, kendilerine özel, alçak gönüllüce bir güzel mezar yapmıştır. Mimar Sinan'ın Yeniçeri (bir askerî sınıf) komutanlarından olduğu ve uzun zaman onur ve şerefle mimar oldukları sürece yeniçeriler sınıfında Hasekilik ulufesi (ücreti) almış olduğu bilinmektedir. Başlangıçta Osmanlı Devleti'nin askerî gücünü en yüksek düzeye çıkarmış oldukları halde sonraları devamlı ayaklanmalar ile hem padişaha hem de halka zararlı davranışlarda bulunan Yeniçeri Ocağı, Sultan II. Mahmud tarafından yüksek kararlılıkları ile kapatılmasıyla, geride kalanlara yeniçerilerin adını hatıra getirecek bir iz ve eser bırakmayıp herşeyiyle yok edilmiştir. Hatta Yeniçerilerin mezar taşlarında bulunan imâme (başlıklar)leri kırılmıştır. Ancak özel olarak Mimar Sinan'ın mezarına dokunulmamıştır. Padişah Sultan II. Mahmud'un özel izinleri ile Osmanlı Mimarisi'nin öncülerinden olan kişinin mezarı üstünde Hasekîlerin görülmeye değer imâmelerinin şekli bugünde durmaktadır. Süleymâniye Camisi'nin yan yapıları İslâmi bilimlerin öğretildiği özel bir mektep, dört yüksek okul (medrese), bir lise, bir tıp mektebi, bir ilk öğretim mektebi, bir aşevi ve öğrenciler için hastahane, bir hamam ve bir akıl hastahanesinden oluşan külliyyeden meydana gelir (URL-1, 2010).

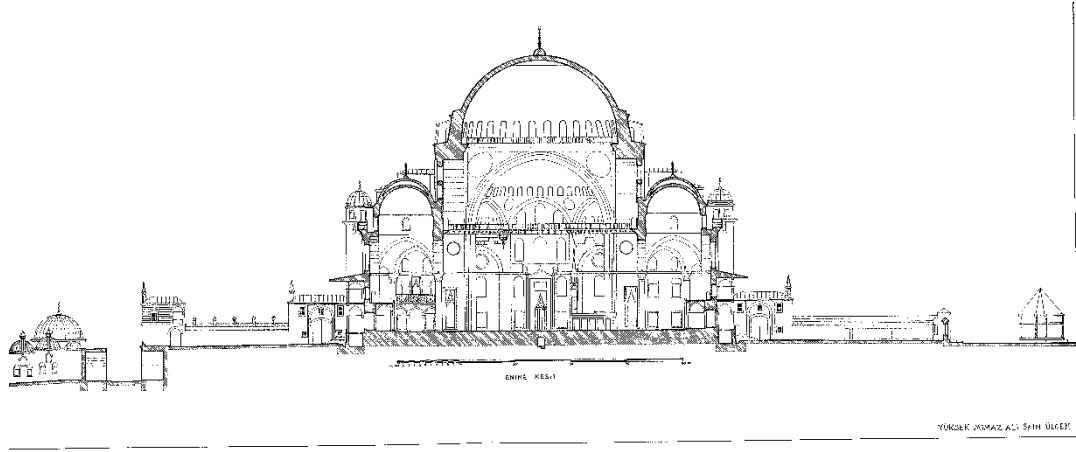
Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.309, Şekil 2.310 ve Şekil 2.311 de görülmektedir.



Şekil 2.309. Süleymaniye camisi plan (URL-2, 2010)



Şekil 2.310. Süleymaniye camisi kesit (URL-2, 2010)

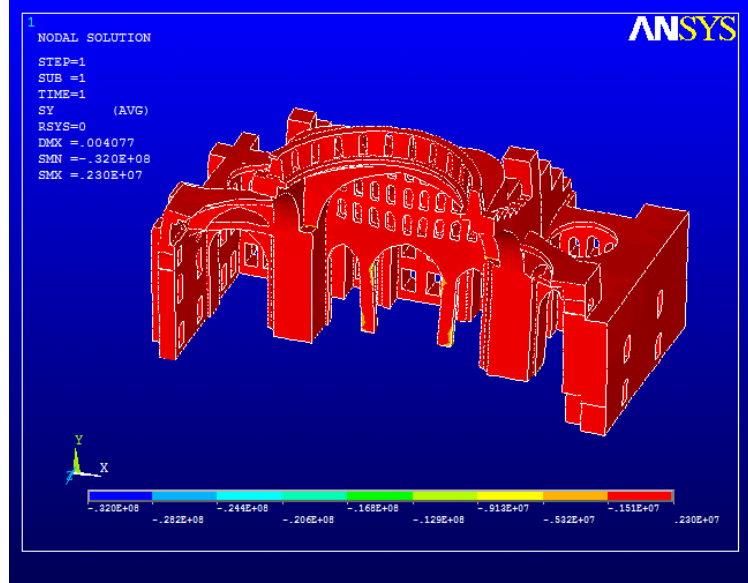


Şekil 2.311. Süleymaniye camisi kesit (URL-2, 2010)

2.28.2. Analizler ve İrdemeler

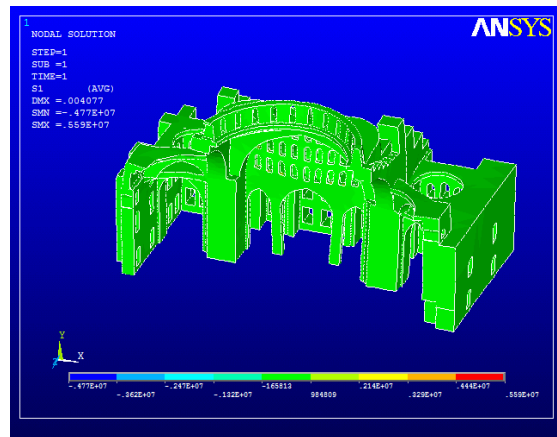
2.28.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Süleymaniye camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.312 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler ana taşıyıcı fil ayaklarında maksimum -1.51 MPa olarak okunmaktadır. İkincil ayaklarda değerler biraz daha artış göstermiş, -5.32 – (-1.51) MPa aralığında oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

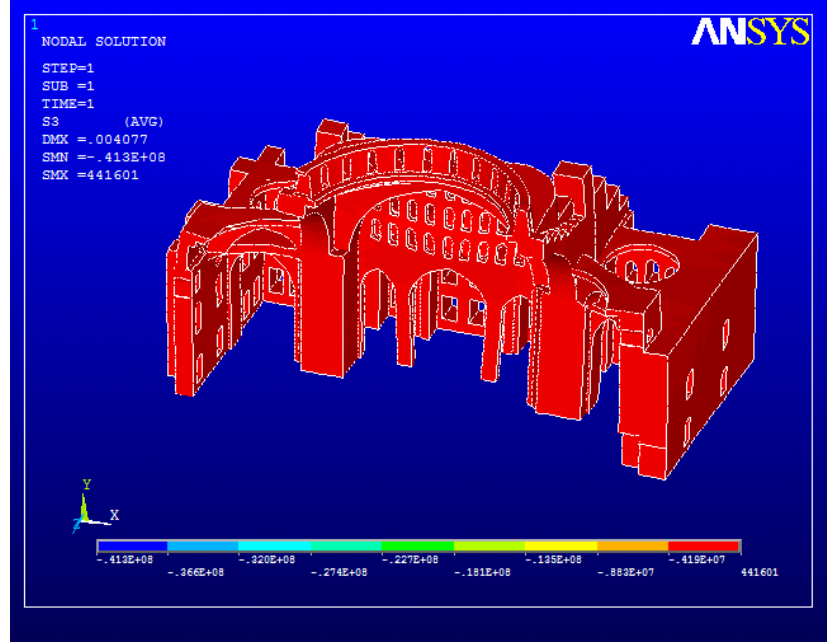


Şekil 2.312. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.313 ve Şekil 2.314 de verilmektedir. Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmelerin maksimum 0.98 MPa değerine ulaştığı görülmektedir. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Maksimum değer -4.19 MPa olarak belirmiştir. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.313. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.314. Süleymaniye camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

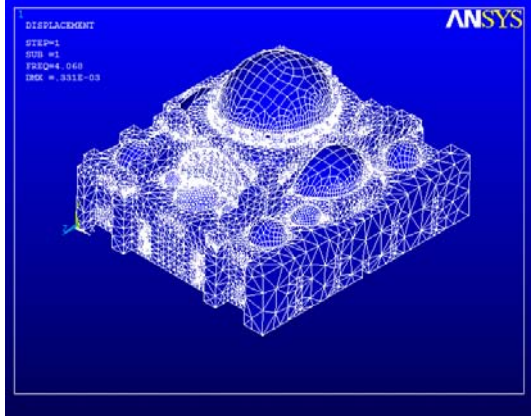
2.28.2.2. Modal Analiz

Süleymaniye camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz önüne alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.33 den görüldüğü gibi, ilk 30 modda Süleymaniye camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

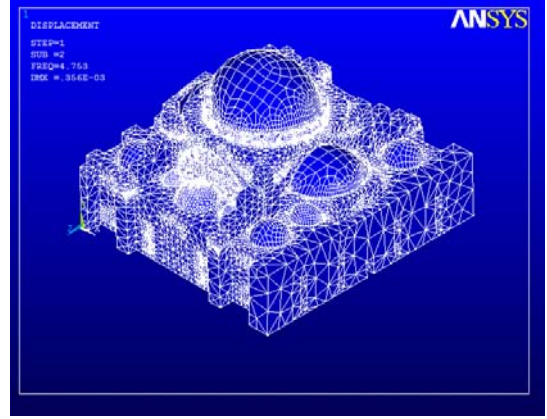
Çizelge 2.33. Süleymaniye camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (sn)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenini doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenini doğrultusu)
1	0.24579	0.660038	0.0000253798
2	0.21040	0.660162	0.578582
3	0.19563	0.660233	0.624549
4	0.19041	0.667717	0.628589
5	0.15936	0.667717	0.637368
6	0.13692	0.689915	0.637368
7	0.13274	0.689918	0.671316
8	0.12764	0.719778	0.671385
9	0.12655	0.757550	0.672043
10	0.12464	0.758581	0.690422
11	0.12246	0.758585	0.690432
12	0.11693	0.758606	0.737724
13	0.10761	0.759012	0.755340
14	0.10592	0.953210	0.755388
15	0.10496	0.953775	0.823676
16	0.10256	0.954687	0.824451
17	0.10095	0.954815	0.837609
18	0.099675	0.954816	0.838547
19	0.099081	0.955222	0.838605
20	0.098304	0.996037	0.838936
21	0.097306	0.996037	0.838938
22	0.096843	0.996296	0.839064
23	0.095402	0.998157	0.839109
24	0.093532	0.998157	0.842864
25	0.093162	0.998158	0.843383
26	0.092918	0.998497	0.843397
27	0.089738	0.998657	0.976330
28	0.089468	0.999946	0.996451
29	0.089027	0.999999	0.996471
30	0.088976	1.000000	1.000000

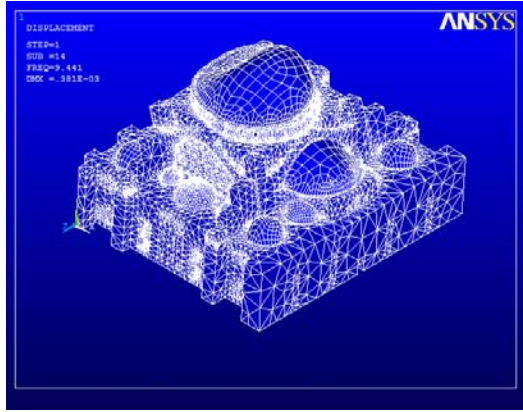
Süleymaniye camisinin 1.,2., 14. ve 27. mod şekilleri Şekil 2.315 de görülmektedir. İlk iki mod her iki doğrultuda ötelenmez. İleriki modlar kubbe ötelenmesi ve çarpılması şeklinde oluşmuştur.



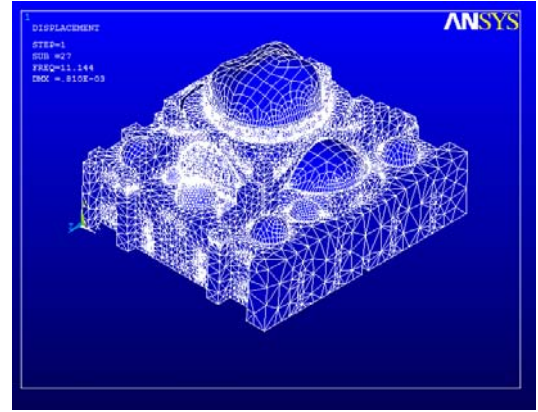
1. Mod şekli (x eksenı doğrultusunda ötelenme)



2. Mod şekli (y eksenı doğrultusunda ötelenme)



14. Mod şekli (kubbe x eksenı doğrultusunda ötelenme)

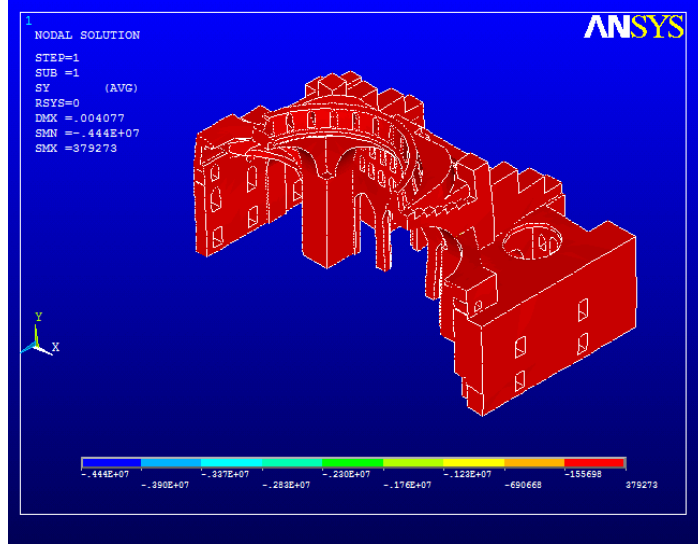


27. Mod şekli (kubbe çarpılma)

Şekil 2.315. Süleymaniye camisinin mod şekilleri

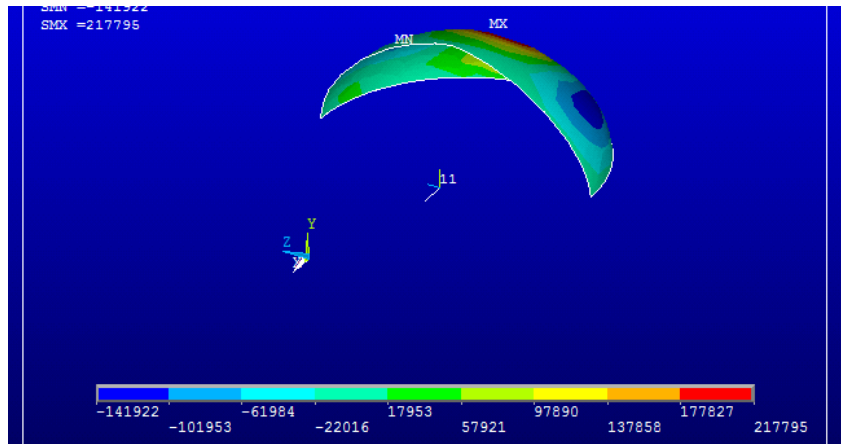
2.28.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Süleymaniye camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.316 da görülen düşey gerilme değerleri, basınç olarak oluşmuştur. Maksimum değer -0.15 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.316. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

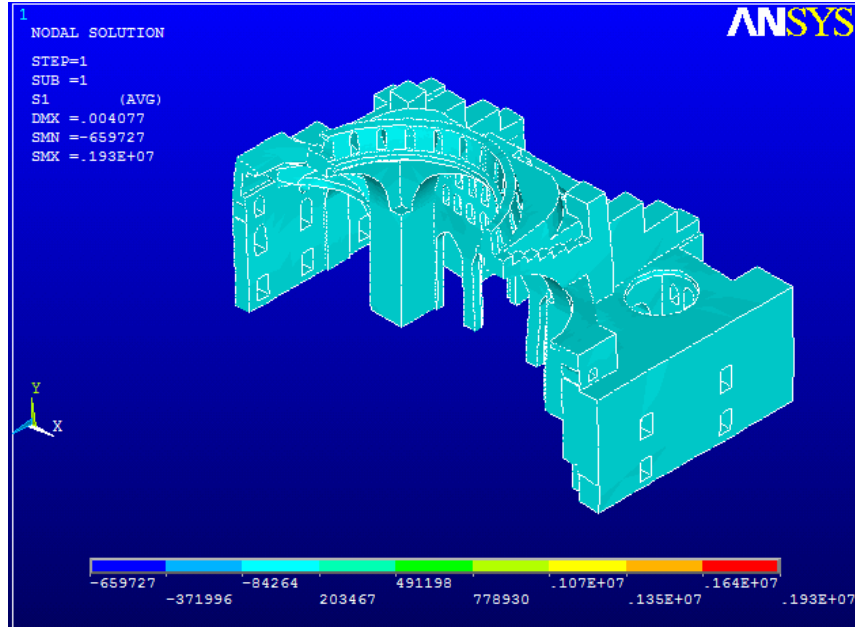
Şekil 2.317 de cami kubbesinde enlemler doğrultusunda belirlenen gerilmelerin deseni görülmektedir. Kubbe düzleminde enlemler doğrultusundaki gerilmelere bakıldığında, gerilmelerin çekme olarak meydana geldiği görülmektedir. Maksimum çekme gerilmesi 0.217 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



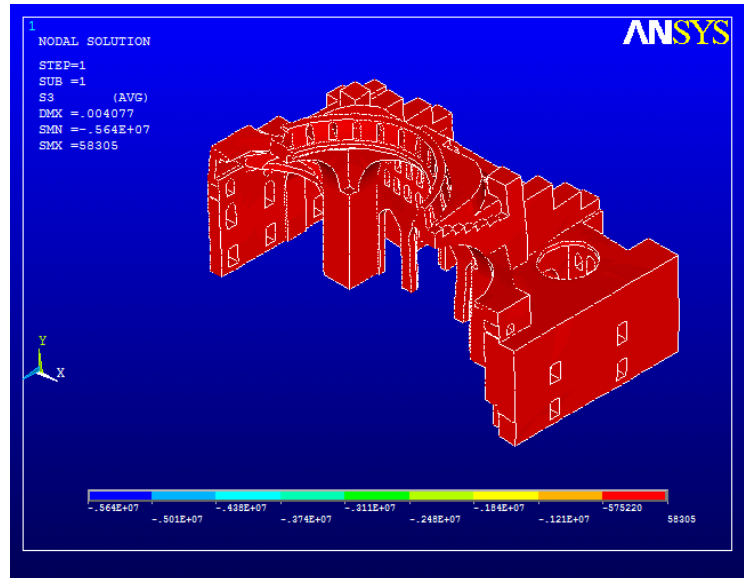
Şekil 2.317. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz enlemler doğrultusu gerilme dağılımı

Süleymaniye camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.318 ve Şekil 2.319 da görülmektedir. 1.

asal gerilmeler 0 -0.2 MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Maksimum asal gerilme -0.57 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.318. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı

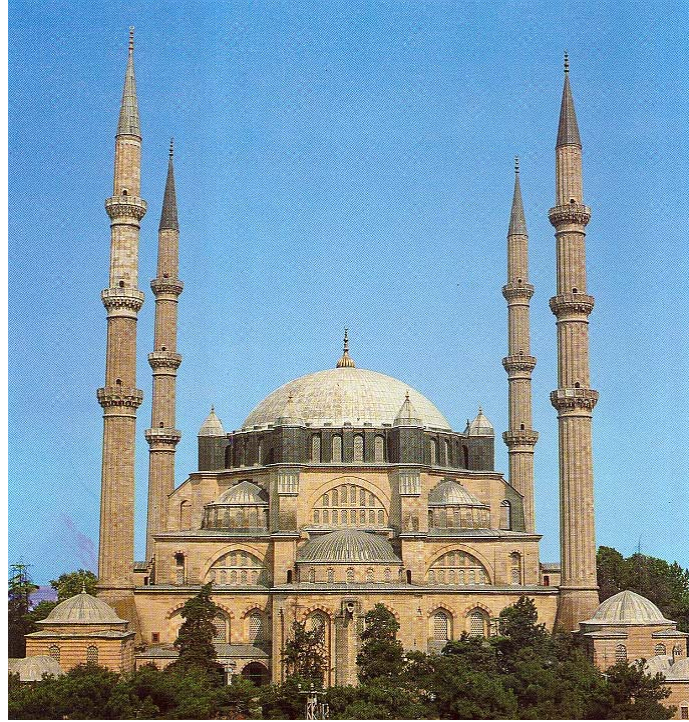


Şekil 2.319. Süleymaniye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

2.29. Selimiye Camisi

2.29.1. Genel Bilgiler

Mimar Sinan'ın 80 yaşında yaptığı ve ustalık eserim dediği anıtsal yapı Osmanlı-Türk sanatını ve dünya Mimarlık tarihinin baş yapıtlarındandır. Yapının mülkiyeti Sultan Selim Vakfındadır. Edirne-Merkez Yeni Mahallededir. Edirne'nin ve Osmanlı İmparatorluğu'nun simgesi olan cami, kentin merkezinde, eskiden Sarıbayır ve Kavak Meydanı denilen yerdedir. Burada daha önce Yıldırım Bayezid'in bir saray yaptırdığı bilinmektedir. 1569–1575'te Sultan II.Selim'in emriyle yaptırılmıştır. Çok uzaklardan dört minaresi ile göze çarpan yapı, kurulduğu yerin seçimiyle, Mimar Sinan'ın aynı zamanda usta bir şehircilik uzmanı olduğunu da göstermektedir. Mimarlık tarihinde en geniş mekana kurulmuş yapıdır. Ayasofya'nınkinden daha büyük olan Kubbe, kemerlerle birbirine bağlanan 8 büyük payeye oturur. Köşelerde dört, Mihrap yerinde bir yarım kubbe merkezi kubbeyi destekler. Caminin fotoğrafları Şekil 2.320 de görülmektedir.



Şekil 2.320. Selimiye camisi (URL-1, 2010)

Yapıyı, kubbe kasnağında pencerelerle, yüzlerdeki üst üste 6 dizide çok sayıdaki pencere aydınlatmaktadır. Mimar Sinan'ın yarattığı 8 dayanaklı cami planının en başarılı örneğidir. Önünde 18 kubbe ve 16 sütunla çevrili revak bulunmaktadır. Ortada, mermerden zarif bir şadırvan vardır. Son Cemaat yeri, kalın yuvarlak 6 sütun üzerine 5 kubbelidir. Mermer işlemeli giriş kapısının üzerindeki kubbe yivli, diğerleri düzdür. Caminin 3.80 m. çapında, 70.89 m. yüksekliğindeki üçer şerefeli dört zarif minaresi vardır. Giriş yönündekilerle şerefelere tek yolla, diğer ikisinde ise üç şerefeye ayrı ayrı yollardan çıkılmaktadır.

Cami, mimari özelliklerinin erişilmezliği yanında taş, mermer, çini, ahşap sedef gibi süsleme özellikleriyle de son derece önemlidir. Mihrap ve minberi mermer işçiliğinin baş yapıtlarındandır. Ortasına 12 mermer sütuna oturan müezzin mahfili yer alır. Sağda kitaplık bulunmaktadır. Mihrabın solunda Hünkar Mahfili vardır. Bunun alt bölümü tavanındaki özgün kalem işleri dönemin tüm canlılığını göstermektedir. Kubbe ve kemerleri süsleyen özgün kalem işleri, onarımlarda temizlenmektedir.

Yapının çini süslemelerinin, Osmanlı ve dünya sanatında ayrı bir yeri vardır. XVI. yy çiniciliğinin en güzel örnekleri olan bu çiniler, sır altı tekniğinde olup İznik'te yapılmıştır. Mihrap duvarı, minber köşk duvarı, Hünkar Mahfili duvarlar, kadınlar mahfili, kemer köşelikleri, kible yönündeki pencere alınlıkları çinilerle bezenmiştir. Mihrap duvarındaki büyük çini panolarda al, mavi çiçek ve yaprak süslemeler, pencere üstlerinde lacivert üzerine ak, sülüs elhem suresi yazılı kartuşlar, en üstte de geniş bir ayet bordürü yer alır. Minber Köşkündeki çini pano, lacivert üzerine ortada kırmızı, ak bahar çiçekli ağaç altında yaprak, sümbül ve lalelerle bezenmiştir.

Selimiye mimari gibi diğer Osmanlı sanatları da gelişmenin en yüksek noktalarına varmıştır. Mermerden yapılmış minber, işçiliğindeki incelik, yükseklik, büyüklük ve güzellik bakımından bu grubun diğer şaheserlerini gölgede bırakır. Mihrap tarafında duvarlar, minberin arkası ve külahı ile camideki bütün alt kat pencerelerin alınlıkları parlak, cazip bir çini dekor ile kaplanmıştır. Mihrap duvarındaki büyük çini panoların renk ve kompozisyonlar, bunlara Osmanlı ve dünya çiniciliğinin şaheserleri arasında özel bir yer vermektedir. Bu çinilerin üst kısmında lacivert zemin üzerine iri beyaz harflerle sureler yazılıdır.

Mihrap kısmının sol tarafında Hünkâr mahfili göz alıcı zengin çinilerle hemen dikkati çeker. Burada sonradan kesilip yerlerine konmuş gibi görünen meyve vermiş iki elma ağacı bütün Osmanlı çinilerinde tek orijinal dekor olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elma fidanının kökü karanfil, lâle ve sümbüllerle zenginleştirilmiştir. Bahar açmış erik fidanı da birkaç defa tekrarlanarak Hünkâr mahfilinde taze bir bahar havası estirilmiştir. Hünkâr mahfilinin bütün duvarlarını yarıya kadar kaplayan bu çiniler kalite itibariyle mihrap kısmı çinilerinden yüksek fakat kompozisyon ve âbidevi büyüklük bakımından onlardan daha sade ve mütevazıdır (URL -1, 2010).

Yapılan analizlere esas teşkil edecek cami plan ve kesitleri Şekil 2.321 ve Şekil 2.322 de görülmektedir.



Şekil 2.321 Selimiye camisi kesit görünüşü (URL-2, 2010)

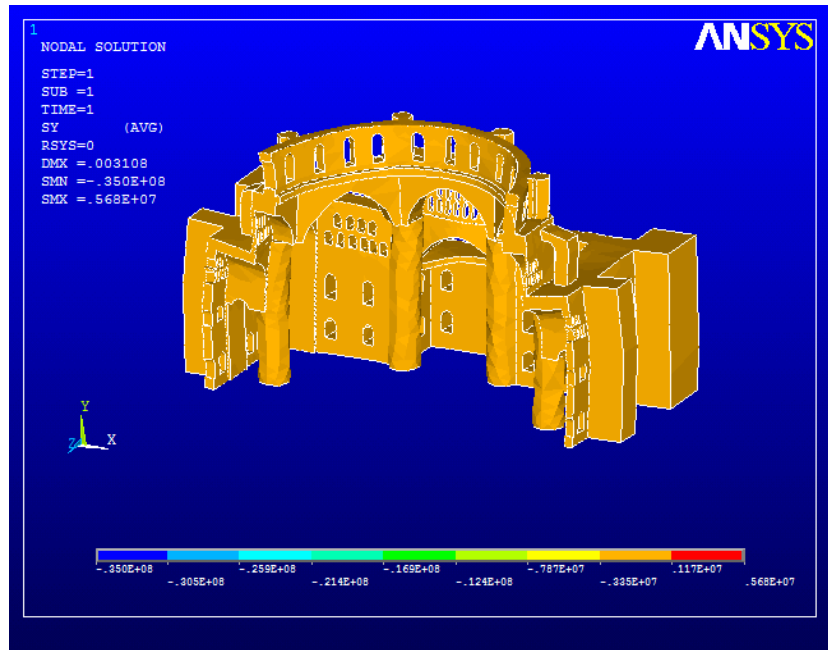


Şekil 2.322 Selimiye camisi yan görünüş (URL-2, 2010)

2.29.2. Analizler ve İrdemeler

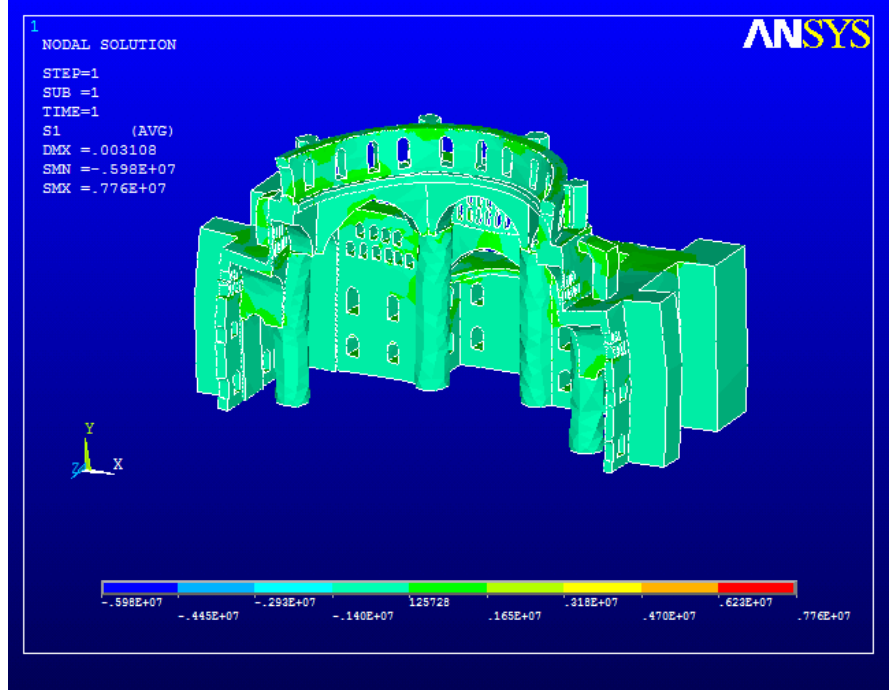
2.29.2.1. Öz Ağırlık Analizi

Selimiye camisinin kendi ağırlığı altında düşey yük analizi gerçekleştirilmiştir. Düşey yük analiz sonuçlarına bakıldığında, Şekil 2.323 den görüldüğü gibi düşey gerilmeler cami genelinde basınç şeklinde oluşmuştur. Maksimum değer -3.35 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

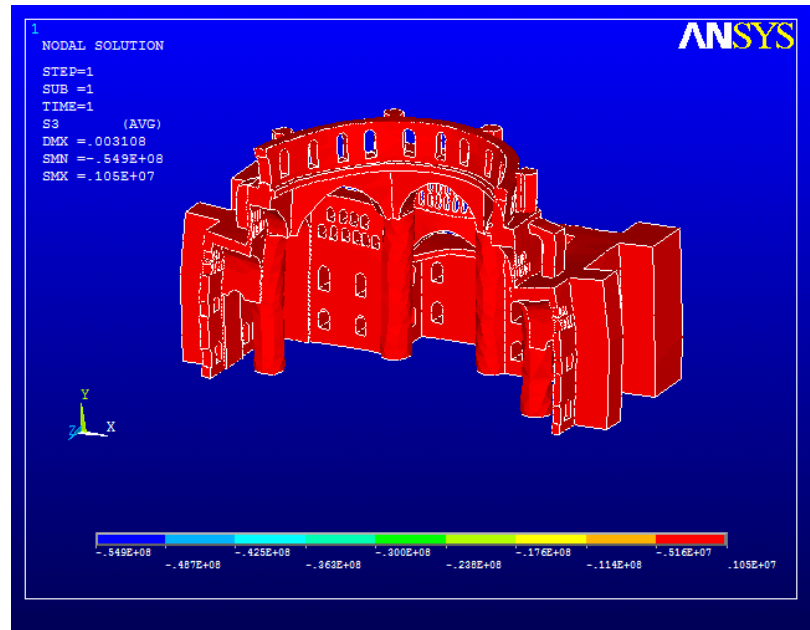


Şekil 2.323. Selimiye camisi öz ağırlık analizi düşey gerilme dağılımı

Düşey yükler altında hesaplanan asal gerilme değerleri Şekil 2.324 ve Şekil 2.325 de verilmektedir.



Şekil 2.324. Selimiye camisi öz ağırlık analizi 1. asal gerilme (çekme)dağılımı



Şekil 2.325. Selimiye camisi öz ağırlık analizi 3. asal gerilme (basınç)dağılımı

Cami taşıyıcı sisteminde meydana gelen asal gerilme değerleri incelendiğinde, 1. asal gerilmeler cami genelinde maksimum 0.12 gibi küçük bir değer almıştır. Ana taşıyıcı fil

ayağına bağlanan kemer üst noktalarında, kubbe kasnağı üst ve alt noktalarında, destek elemanları üst noktalarında ise 0.12 – 1.65 MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler cami genelinde basınç olarak oluşmuştur. Maksimum değer 5.16 MPa dır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

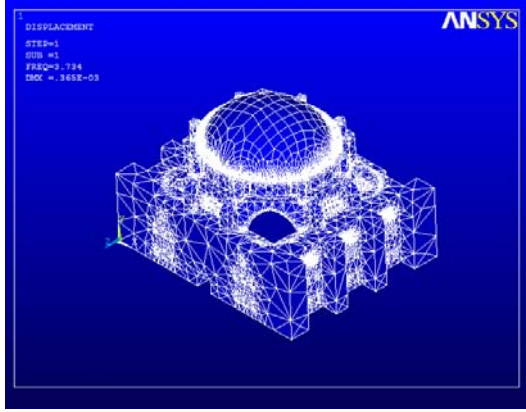
2.29.2.2. Modal Analiz

Selimiye camisinin öncelikle mod şekilleri ve titreşim periyotları bulunmuştur. Modlardaki kütle katılım oranları göz ününe alınarak dikkate alınacak modlara karar verilmiştir. Çizelge 2.34 den görüldüğü gibi, ilk 25 modda Selimiye camisi için kütle katılım oranı %100'e ulaşmaktadır.

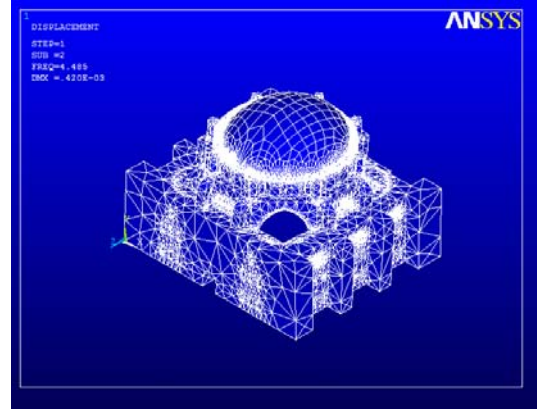
Çizelge 2.34. Selimiye camisi modal analiz değerleri

MOD	PERİYOT (s)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (X eksenı doğrultusu)	TOPLAM KÜTLE KATILIM ORANI (Y eksenı doğrultusu)
1	0.26780	0.0000000485788	0.755060
2	0.22297	0.740802	0.755282
3	0.21905	0.751671	0.763304
4	0.19980	0.768087	0.763821
5	0.16293	0.778130	0.763822
6	0.15056	0.788322	0.763833
7	0.14503	0.788322	0.895889
8	0.14131	0.788345	0.900628
9	0.13248	0.788595	0.901322
10	0.13146	0.930999	0.901324
11	0.12941	0.931009	0.901540
12	0.11820	0.932463	0.926764
13	0.11799	0.957606	0.928574
14	0.11561	0.958586	0.928652
15	0.11397	0.958586	0.928658
16	0.11341	0.958928	0.928663
17	0.11141	0.959114	0.954216
18	0.10977	0.959205	0.954285
19	0.10938	0.962035	0.954344
20	0.10747	0.962052	0.954572
21	0.10733	0.964260	0.954576
22	0.10560	0.989307	0.955388
23	0.10538	0.990112	0.956502
24	0.10451	0.990264	0.999835
25	0.10215	1.000000	1.000000

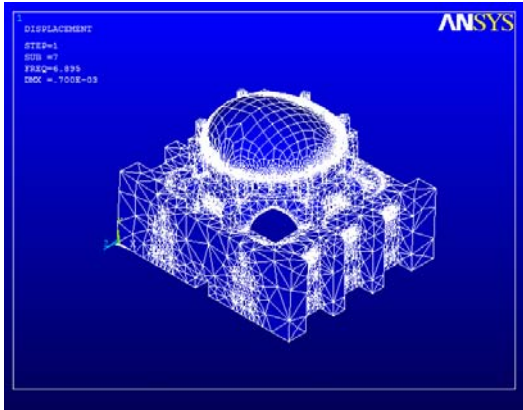
Selimiye camisinin 1.,2., 7. ve 10. mod şekilleri Şekil 2.326 da görülmektedir. Etkili modlar ilk iki moddur ve ötelenmedir. Daha sonraki etkili modlar kubbe ötelenmesi şeklinde belirmiştir.



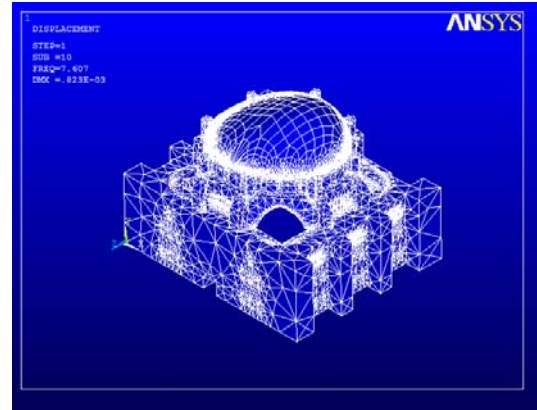
1. Mod şekli (y eksenli doğrultusu ötelenme)



2. Mod şekli (x eksenli doğrultusu ötelenme)



7. mod şekli (kubbe y eksenli doğrultusunda ötelenme)



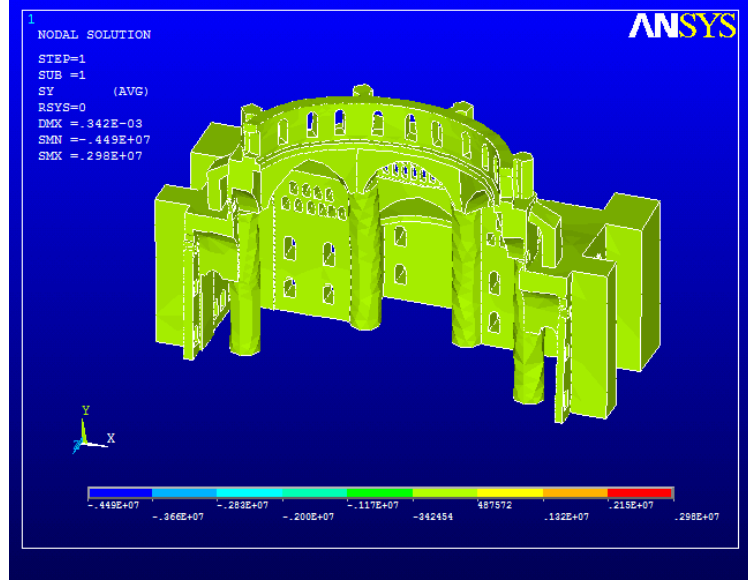
10. mod şekli (kubbe x eksenli doğrultusunda ötelenme)

Şekil 2.326. Selimiye camisinin mod şekilleri

2.29.2.3. Mod Birleştirme Yöntemiyle Analiz

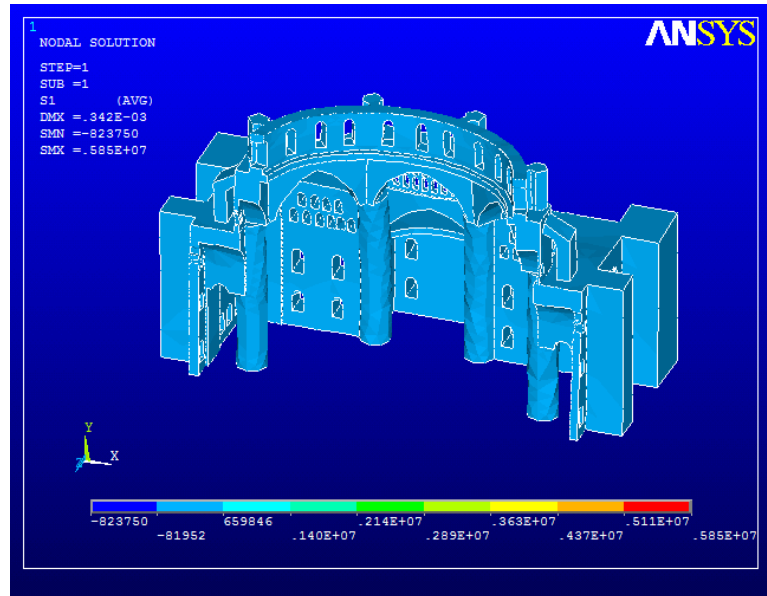
Bağımsız modların birleştirilmesi esasına dayanan Mod Birleştirme Yöntemiyle Selimiye camisinin depreme göre hesabı yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemine göre elde edilen Şekil 2.327 de görülen düşey gerilme değerleri, -0.34–0.48 MPa aralığında

oluşmuştur. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

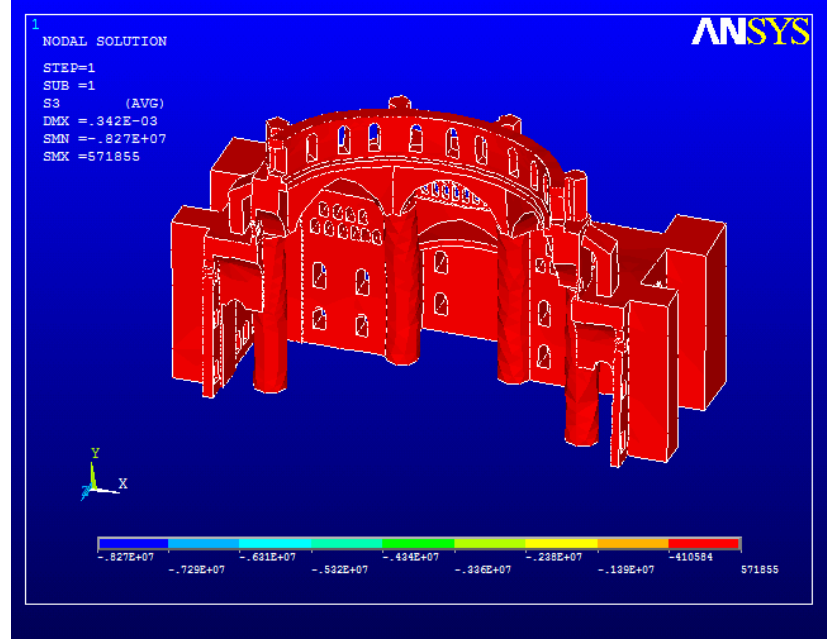


Şekil 2.327. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz düşey gerilme dağılımı

Selimiye camisinin Mod Birleştirme Yöntemiyle yapılan deprem hesabından elde edilen asal gerilmelerinin desenleri Şekil 2.328 ve Şekil 2.329 da görülmektedir.



Şekil 2.328. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 1. asal gerilme (çekme) dağılımı



Şekil 2.329. Selimiye camisi mod birleştirme yöntemiyle analiz 3. asal gerilme (basınç) dağılımı

Yukarıdaki iki şekilden görüldüğü gibi 1. asal gerilmeler cami genelinde 0 – 0.65 MPa aralığında oluşmuştur. 3. asal gerilmeler camisi genelinde basınçtır. Gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.30. Genel İrdeleme

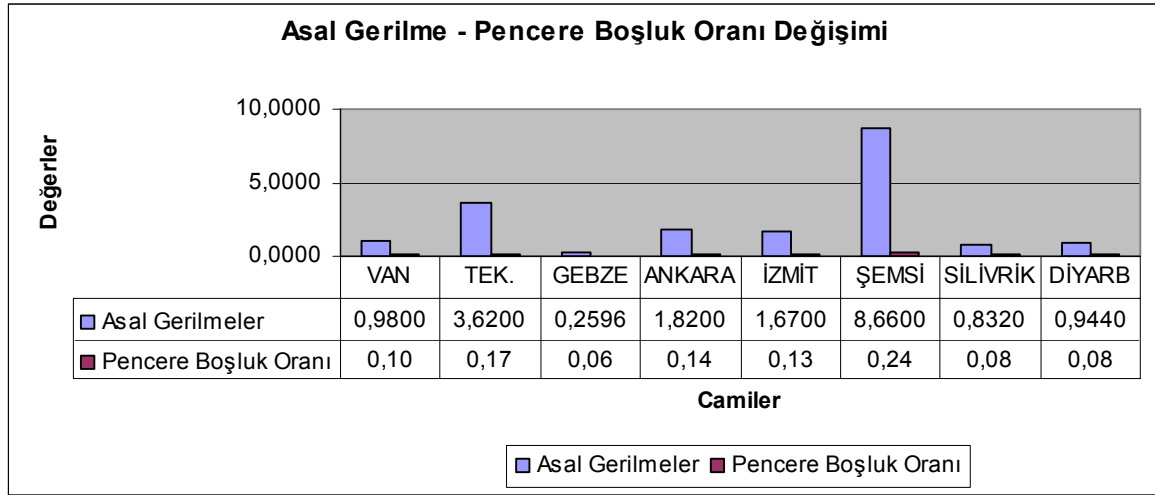
Bu başlık altında çalışma kapsamında analizleri yapılan Sinan Camilerine ilişkin bulgular dikkate alınarak, irdelenecek parametrelerin karşılaştırması grafikler halinde sunulmaktadır. Asıl taşıyıcı sistemler geometrik olarak farklı özellikte olduğundan, karşılaştırmaların anlamlı olabilmesi için sözkonusu camiler sekizgen, altıgen ve kare olarak üç grupta toplanmıştır.

2.30.1. Sekizgen Planlı Camiler

2.30.1.1. Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Sadece Masif Duvarlarla Taşınan Sekizgen Planlı Camiler

2.30.1.1.1. Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı

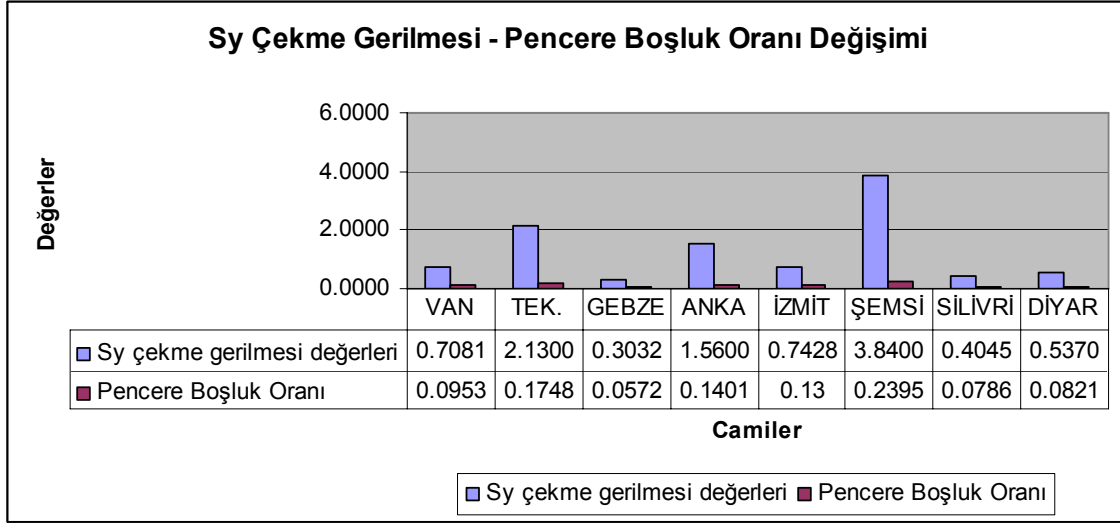
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.330 da verilmektedir.



Şekil 2.330. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde asal gerilme - pencere boşluk oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, bu grupta Van Hüsrev Paşa, Tekirdağ Rüstem Paşa, Gebze Çoban Mustafa Paşa, Ankara Cenabi Ahmet Paşa, İzmit Pertev Mehmet Paşa, Şemsi Ahmet Paşa, Silirikapı Hadım İbrahim Paşa ve Diyarbakır Behram Paşa camileri bulunmaktadır. Bu tür camiler için açılacak pencere boşluğu oranı 0.17 değerine ulaştığında gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır. 0.10 değerinin ve daha alt değerlerin uygun olduğu görülmektedir.

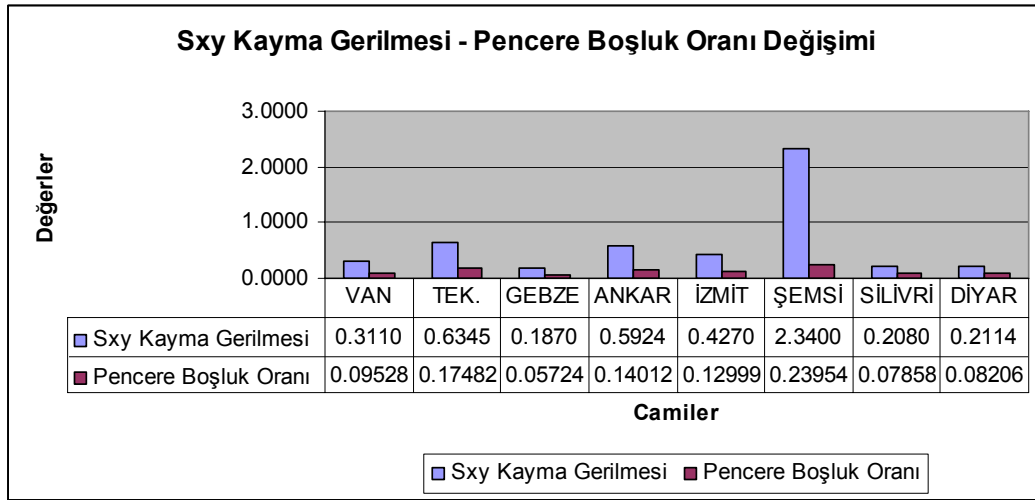
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum çekme gerilmesi değerleri, Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.331 de verilmektedir.



Şekil 2.331. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde çekme gerilmesi-pencere boşluk oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, çekme gerilmesi değerleri incelendiğinde, gerilmelerin 0.24 pencere boşluk oranında, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aştığı görülmektedir. 0.13 değeri uygun oran olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum kayma gerilmesi değerleri, Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.332 de verilmektedir.

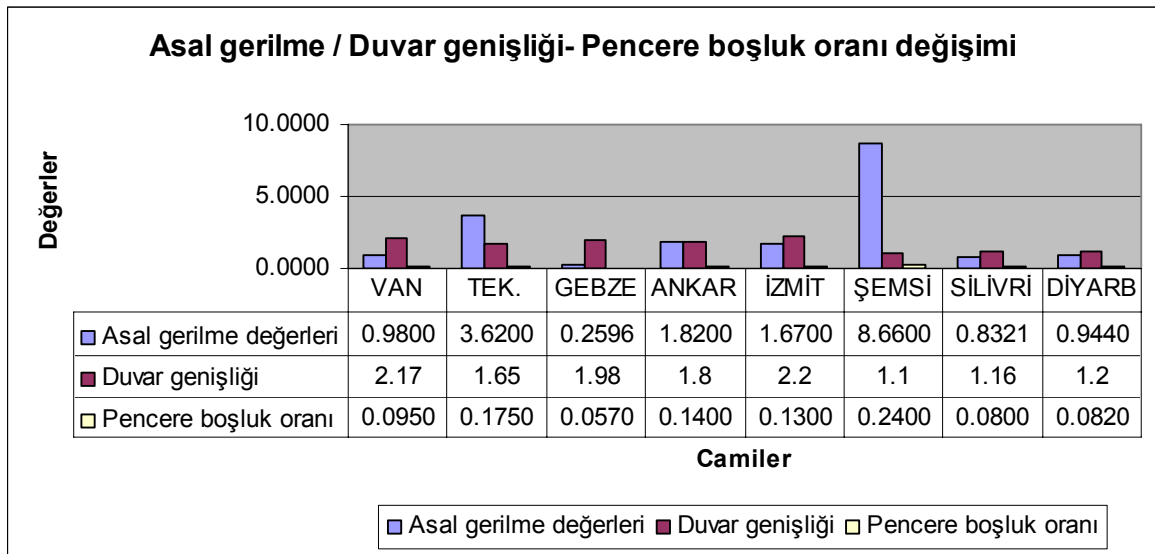


Şekil 2.332. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi - pencere boşluk oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, kayma gerilmelerinin oldukça düşük seviyede kaldığı ve bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmadığı görülmektedir. Bu değerlere göre maksimum 0.24 oranında pencere boşluğu açılabilir.

Elde edilen değerlerin hep birlikte göze alınması durumunda, bu tür camiler için açılabilir maksimum pencere alanının tüm cami duvar alanına oranının 0.10 ve daha aşağısı olduğu görülmektedir.

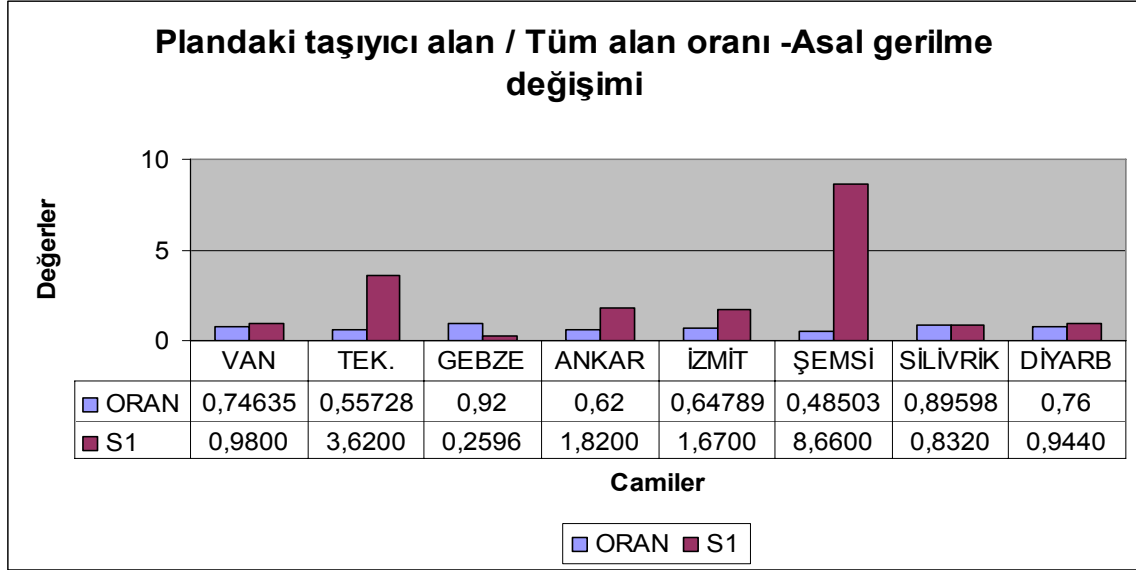
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, duvar genişlikleri ve Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı oranı birlikte göz önüne alınarak Şekil 2.333 de görüldüğü gibi değerlendirilmektedir. Gerilme dağılımında pencere boşluk oranının daha etkili olduğu görülmektedir. Boşluk oranı fazla olup, duvar genişliği de az olan camilerde beklendiği gibi gerilme değerleri oldukça yüksek seviyelerde ortaya çıkmaktadır. Pencere boşluk oranının 0.10 değerini aştığı camilerde 2.2 m duvar genişliği oldukça düşük gerilme değerleri vermektedir. Pencere boşluk oranının 0.10 un altına indiği camilerde ise duvar genişliği 1.2 değerine kadar inebilir.



Şekil 2.333. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme / duvar genişliği - pencere boşluk oranı değişimi

2.30.1.1.2. Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranına bağlı olarak Şekil 2.334 de verilmektedir.



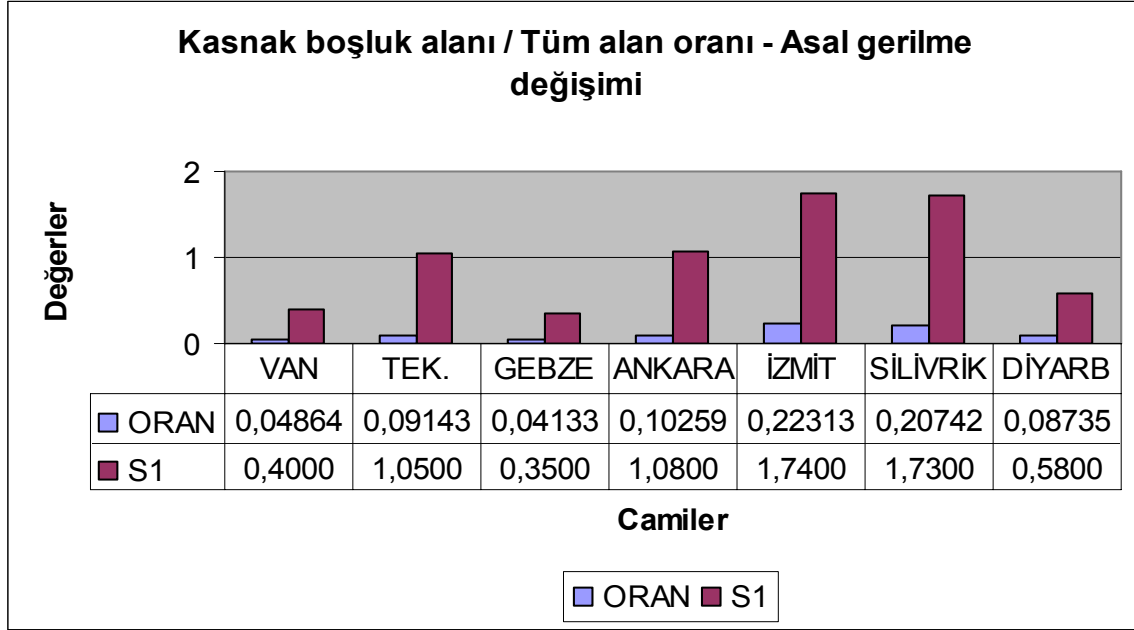
Şekil 2.334. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, cami yatay düzlemindeki taşıyıcı alanın tüm alana oranının, duvardaki asal gerilmelere bağlı olarak değişimi incelenmektedir. Oranın 0,48 değerine düşmesiyle gerilmeler oldukça büyük artış göstermektedir. Masif duvarların taşıyıcı olduğu bu tür camilerde, bu oranının minimum 0,60 alınması, gerilmeleri bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında bırakacaktır.

2.30.1.1.3. Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kasnak kısmında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kasnak kısmı pencere alanı / Tüm kasnak alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.335 de verilmektedir. Asıl kubbeyitaşıyan

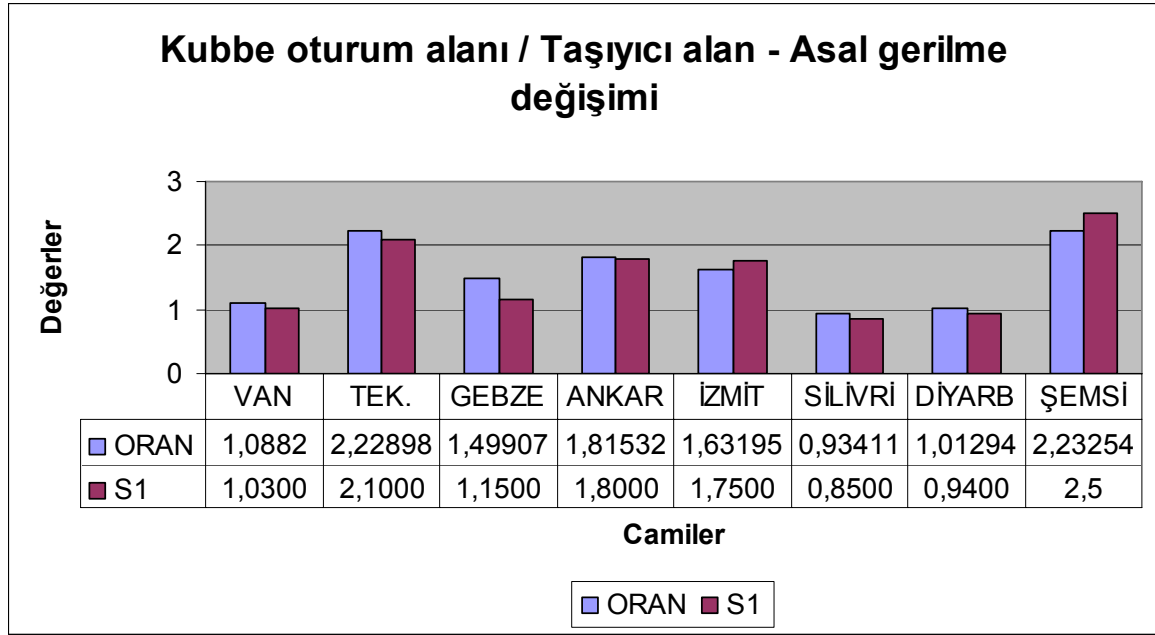
bu bölümdeki pencere alanının oranı arttıkça, bu bölgede oluşan asal gerilmelerde artma eğilimi göstermektedir. 0,10 değeri uygun değer olarak gözükmektedir.



Şekil 2.335. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kasnak boşluk alanı / tüm kasnak alanı oranı değişimi

2.30.1.1.4. Kubbe Oturum Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbe oturum alanı etrafında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.336 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, oranın artmasıyla gerilmelerinde arttığı görülmektedir. Bu oranın 1,00 değeri civarında olması uygun gözükmektedir.

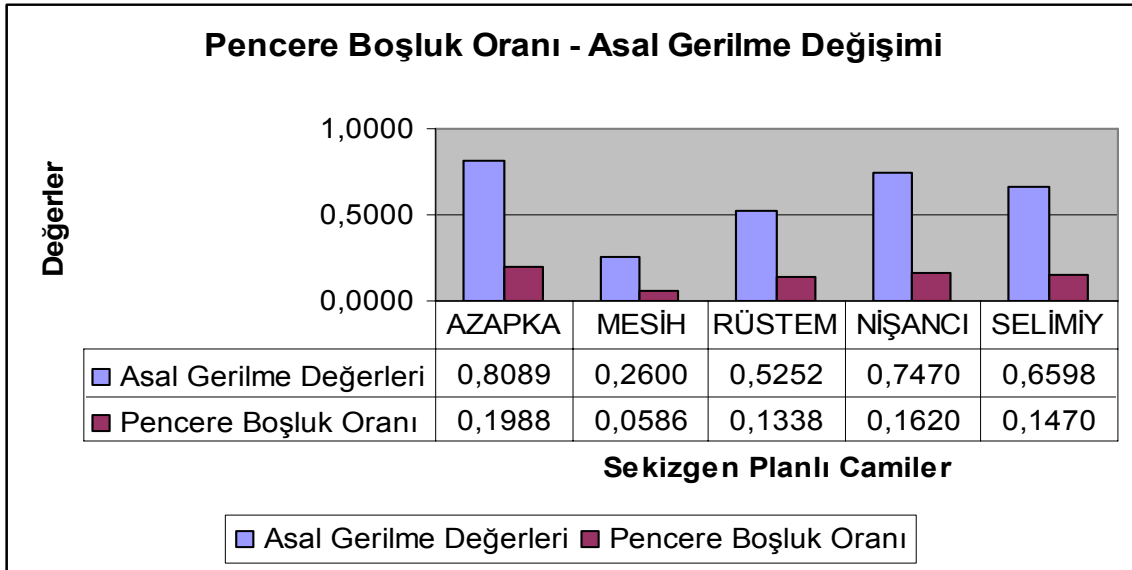


Şekil 2.336. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlarla taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi

2.30.1.2. Asıl Kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Masif Duvarlar ve Fil Payelerle Taşınan Sekizgen Planlı Camiler

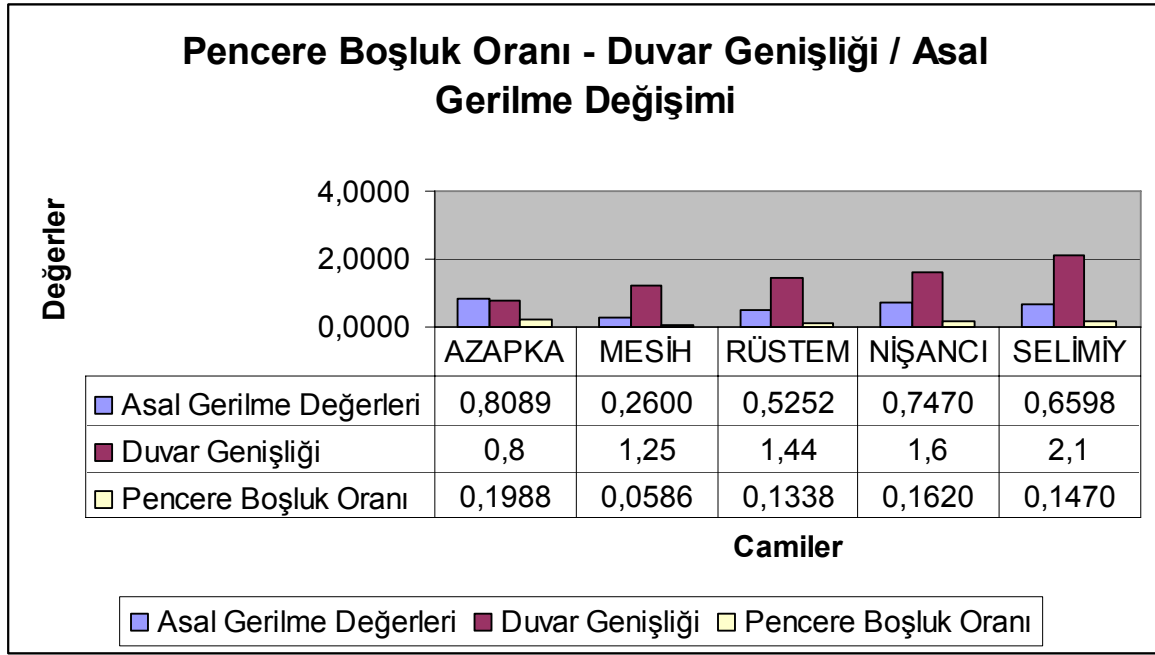
2.30.1.2.1. Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.337 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, bu grupta ele alınan Azapkapı Sokullu Mehmet Paşa Camisi, Mesih Mehmet Paşa Camisi, Rüstem Paşa Camisi, Nişancı Mehmet Paşa Camisi ve Selimiye Camileridir. Bu camilerdeki pencere boşluk oranları dikkate alındığında, gerilmelerin boşluk oranı değeriyle birlikte arttığı görülmektedir. Ana kütle fil payelerle taşındığından, duvarlarda daha çok pencere açmak imkanı doğmuştur. Bu yüzden pencere boşluk oranı 0,20 değerine yaklaşmasına rağmen gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.



Şekil 2.337. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme – pencere boşluk oranı değişimi

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, duvar genişlikleri ve pencere alanı / tüm duvar alanı oranı birlikte göz önüne alınarak Şekil 2.338 de görüldüğü gibi değerlendirilmektedir.

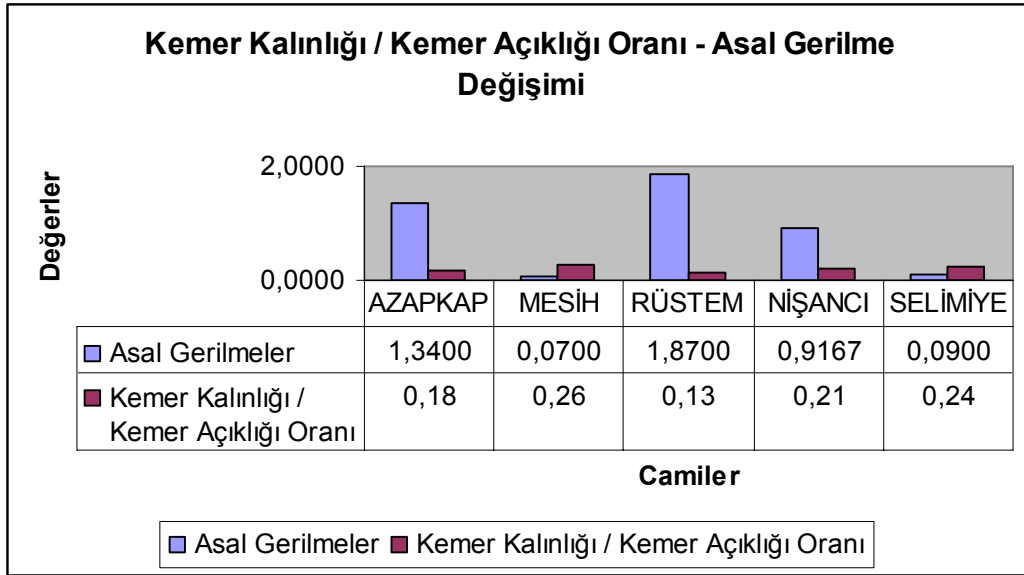


Şekil 2.338. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme / pencere boşluk oranı – duvar genişliği değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, 0,16 pencere oranında 1,6 m genişliğin oldukça uygun değerlerin arasında olduğu gözlenmektedir. Yani en az pencere boşluk oranınının 10 katı değerinde duvar genişliği yeterli gözükmektedir.

2.30.1.2.2. Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı

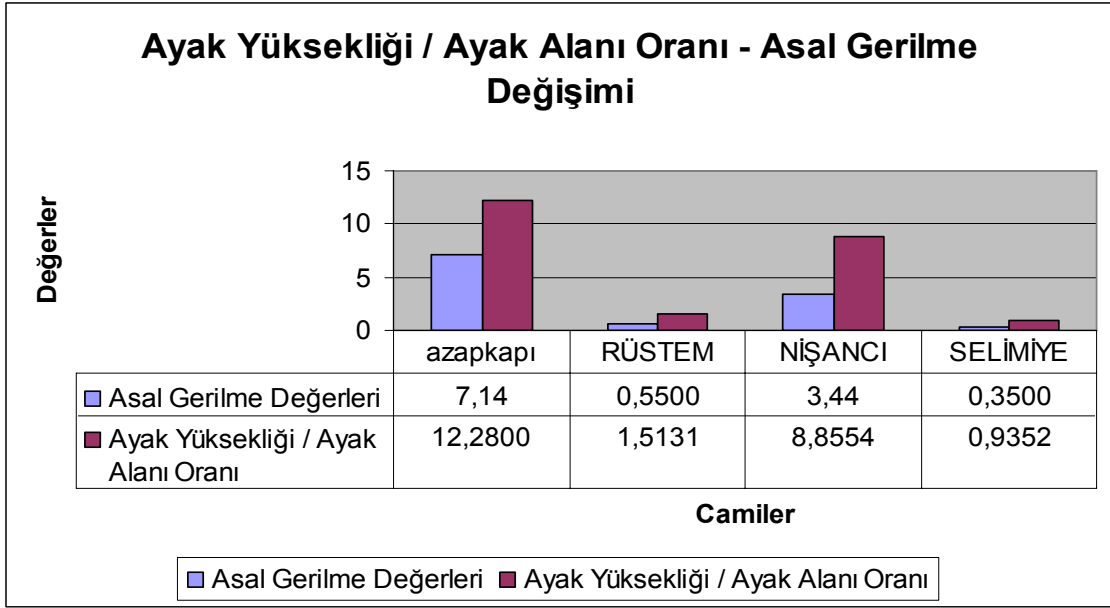
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.339 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, kemer kalınlığının artmasıyla gerilmeler düşmektedir. Elde edilen değerler, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmasada, bu tür camiler için 0,26 oranı oldukça uygun görünmektedir. 0,2- 0,26 arası oranların kabul edilebilir olduğu görülmektedir.



Şekil 2.339. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme - kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi

2.30.1.2.3. Fil Paye Yüksekliği / Fil Paye Alanı Oranı

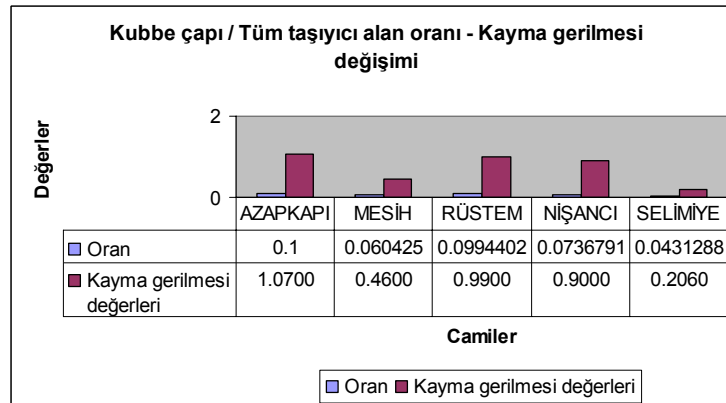
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu fil payelerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.340 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranının 8,85 değerine ulaşmasıyla, gerilme değerleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerine ulaşmaktadır. Daha yüksek değerler, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmaktadır. Dolayısıyla tasarlanacak camilerde oran, bu değer altına indirilmelidir. Uygun yöntemlerden biri mahfel katları tasarlayarak etkili fil paye boyutunu küçültmektir. Ayrıca payeleri demir gergilerle bağlamakta etki olabilecek yöntemlerden birisi olarak gözükmektedir.



Şekil 2.340. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde 1. asal gerilme – ayak yüksekliği / ayak alanı oranı değişimi

2.30.1.2.4. Kubbe Çapı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbelerde elde edilen kayma gerilmesi değerleri, kubbe çapı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.341 de verilmektedir.

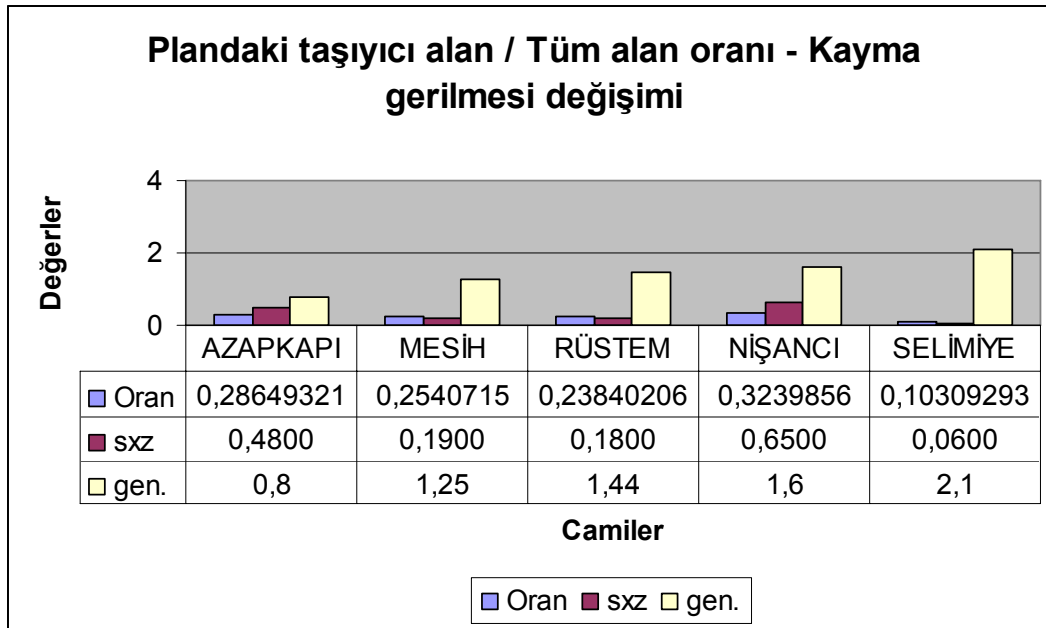


Şekil 2.341. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi – kubbe çapı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, kubbe çapı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak kubbelerdeki kayma gerilmesi değişimi, sekizgen plana sahip fil payelere oturan cami tipleri için irdelendiğinde, tümünde kayma gerilmelerinin bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kaldığı görülmektedir. Bu oranın 0,10 değerinin altında olması uygun gözükmemektedir.

2.30.1.2.5. Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen kayma gerilmesi değerleri, Plandaki taşıyıcı alan / Tüm alan oranı oranına bağlı olarak Şekil 2.342 de verilmektedir.



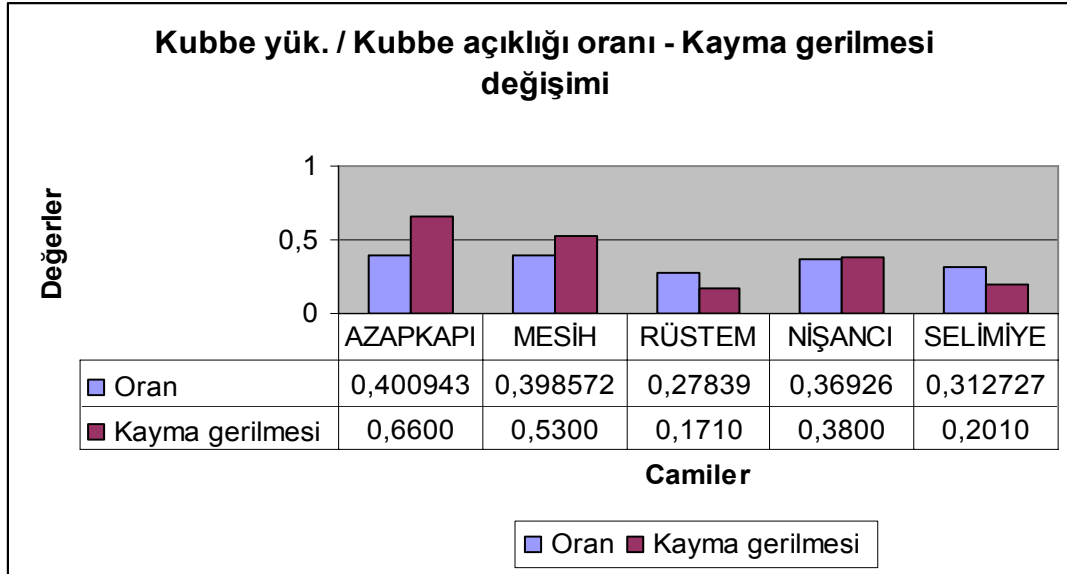
Şekil 2.342. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi – plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, gerilmelerin duvar genişliğine bağlı olarak değişim gösterdiği görülmektedir. Oranın 0,32 olması durumunda gerilmenin en yüksek değeri aldığı görülmektedir. Oranın düşmesine rağmen, duvar genişliğinin azalması, gerilme değerlerinin fazla düşmemesine neden olmuştur. Oran arttırıldığında, duvar genişliğinin

arttırılması gerekmektedir. Genel olarak kayma gerilmeleri, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır.

2.30.1.2.6. Kubbe Yüksekliği / Kubbe Açıklığı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbelerde elde edilen kayma gerilmesi değerleri, Kubbe yüksekliği / Kubbe açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.343 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, tüm camilerde gerilmelerin çok düşük seviyelerde olduğu gözlenmektedir. Oranın 0,27 değerine düşmesiyle, gerilmeler minimum değerlere düşmektedir.

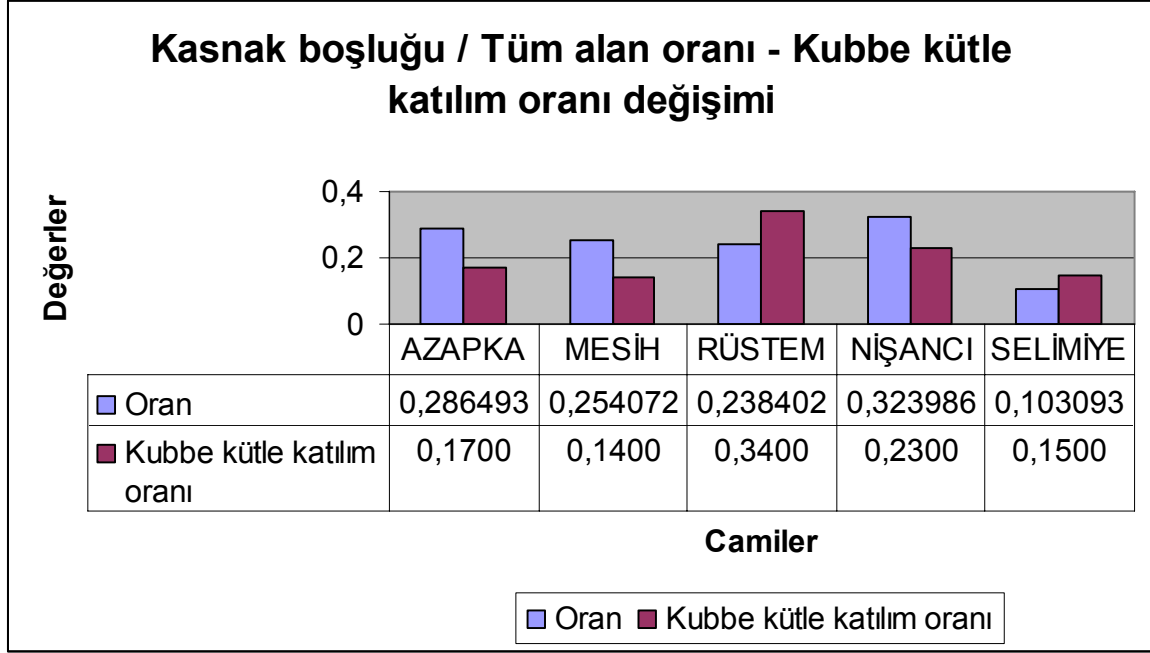


Şekil 2.343. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kayma gerilmesi – kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı oranı değişimi

2.30.1.2.7. Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu elde edilen kütle katılım oranlarının, Kasnak kısmı pencere alanı / Tüm kasnak alanı oranına bağlı olarak değişimi Şekil 2.344 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, oranın 0,32 değerine ulaşmasıyla kubbenin modal analizdeki kütle katılım oranının 0,23 değerine ulaştığı ve kütle hareketinin burulma ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bu oran azaldıkça,

kütle katılım oranı azalmakta, 0,23 değerine düştüğünde ise artış göstermekte, fakat bu oranlarda kütle hareketi ötelenmeye dönüşmektedir. Dolayısıyla kubbe zorlanması bu oranlarda azalmaktadır.

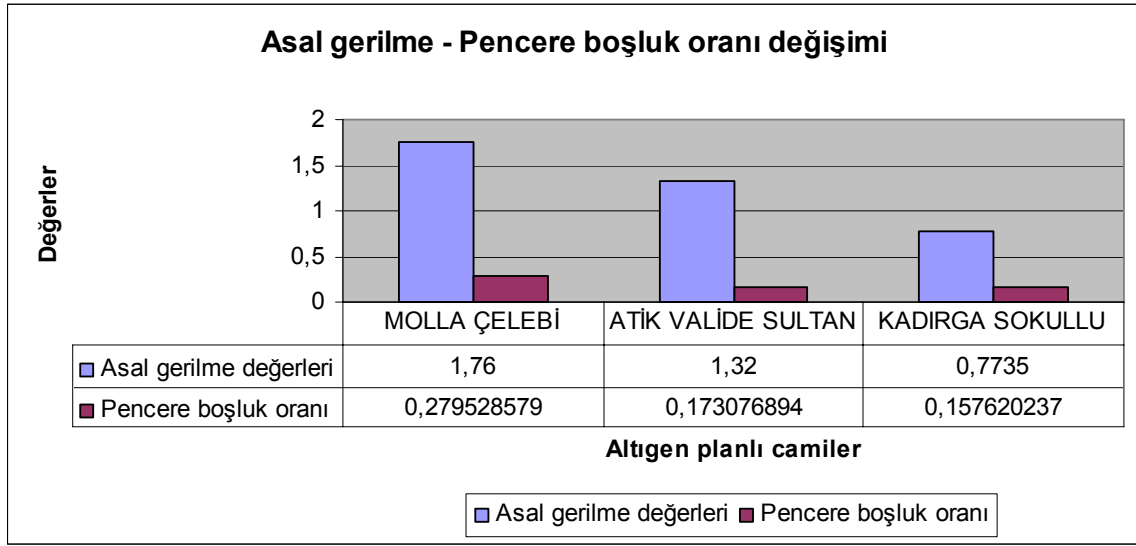


Şekil 2.344. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi masif duvarlar ve fil payelerle taşınan sekizgen planlı camilerde kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı oranı değişimi

2.30.2. Altıgen Planlı Camiler

2.30.2.1. Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, pencere alanı / tüm duvar alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.345 de verilmektedir.

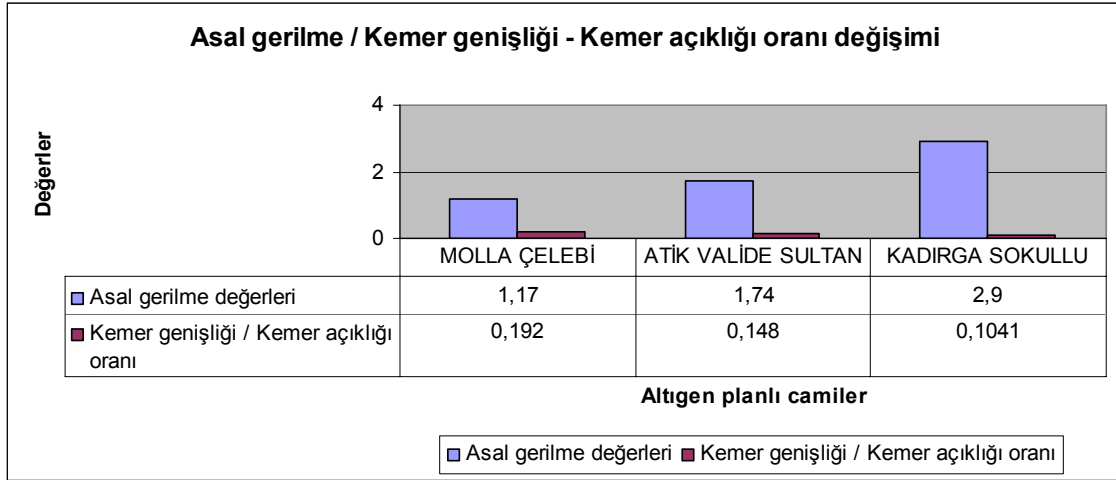


Şekil 2.345. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – pencere boşluk oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, altıgen planlı camilerde de pencere boşluk oranı arttıkça asal gerilme değerlerinin arttığı gözlenmektedir. Masif duvarlı camilerden farklı olarak, bu tür camilerde fil payeler asıl kubbeyitaşıyıcı olduğundan, duvarlara daha çok pencere açılabilmekte ve pencere boşluk oranınının 0.28 değerine kadar çıkarılabileceği görülmektedir.

2.30.2.2. Kemer Genişliği / Kemer Açıklığı Oranı

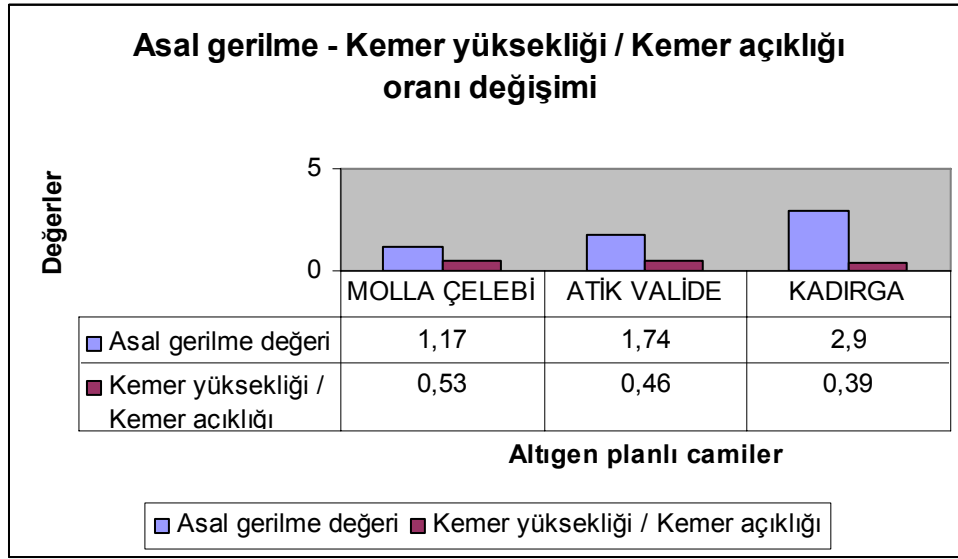
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kemer genişliği / kemer açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.346 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, bu tür altıgen plana sahip camilerde bu oranın 0.19 olmasının uygun olduğu görülmektedir.



Şekil 2.346. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer genişliği / kemer açıklığı oranı değişimi

2.30.2.3. Kemer Yüksekliği / Kemer Açıklığı Oranı

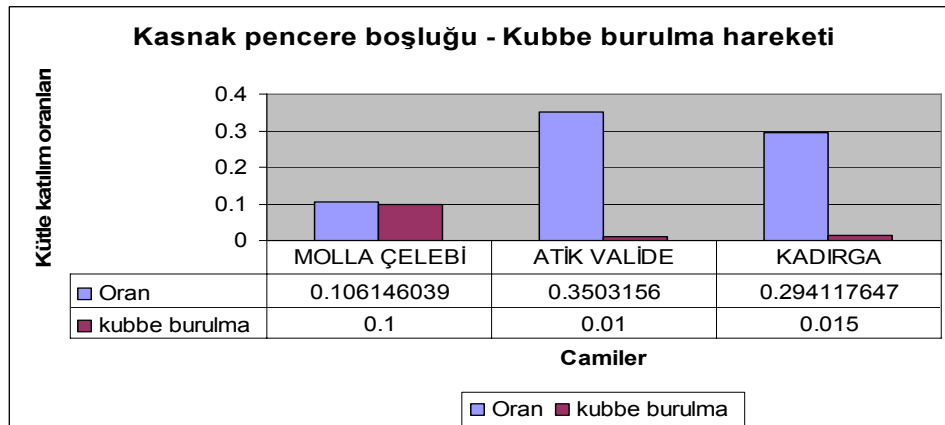
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kemer Yüksekliği / Kemer Açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.347 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, altıgen plana sahip camilerde kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı değerlendirildiğinde en uygun değer 0.53 olduğu görülmektedir. Bu değer kemerin sivri tipte olduğunu göstermektedir. 0.5 değerinin altı basık kemer tipidir ve Osmanlı camilerinde pek kullanılmamıştır. Kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranının 0,5 değerinin üstüne çıktığı cami tiplerinde 1,10 m kemer kalınlığı değeri uygundur. Bu değer altındaki camilerde ise 1.20 m değeri uygun gözükmemektedir.



Şekil 2.347. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı değişimi

2.30.2.4. Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı

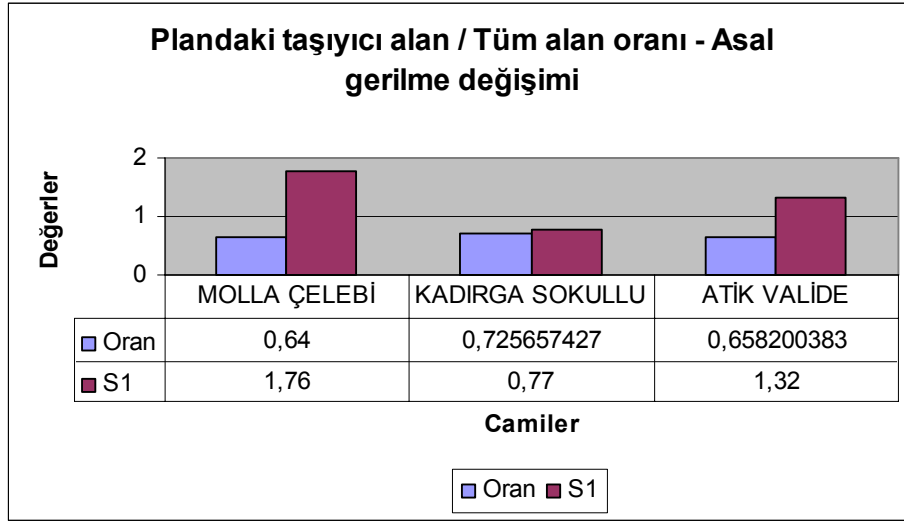
Bu grupta yer alan camilerde kasnak kısmı pencere alanının tüm kasnak alanına oranına değişimine bağlı olarak, modal analizde kubbenin burulma hareketi yüzdeleri Şekil 2.348 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, altıgen planlı camilerde, kasnak kısmı pencere alanının tüm kasnak alanına oranının artmasıyla birlikte, bu kısımların kütle katılım oranlarının azaldığı görülmektedir. 0,30 değeri uygun görünmektedir.



Şekil 2.348. Altıgen planlı camilerde kasnak kısmı pencere alanı – kubbe burulma hareketi yüzdesi değişimi

2.30.2.5. Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı

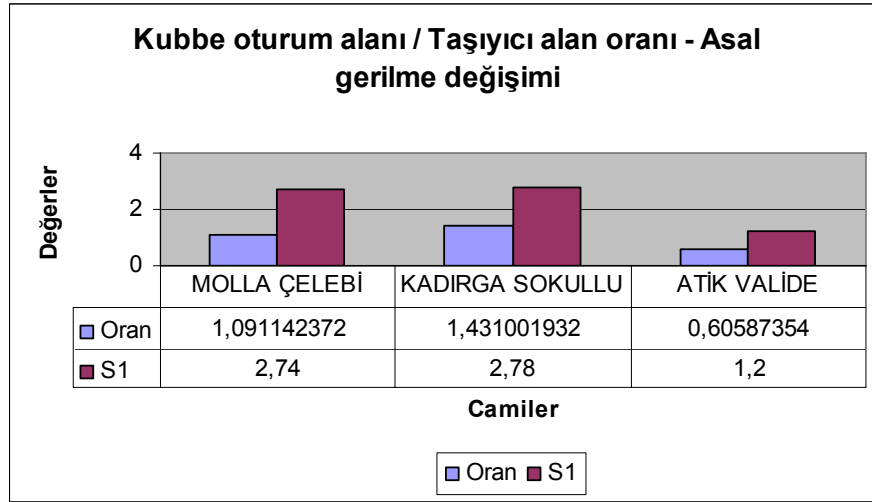
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Plandaki taşıyıcı alan / Tüm alan oranı oranına bağlı olarak Şekil 2.349 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, oranın artmasıyla gerilmelerin düşme eğiliminde olduğu gözlenmektedir. 0,64 değeriyle birlikte gerilmelerde büyük artışlar belirmektedir.



Şekil 2.349. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi

2.30.2.6. Kubbe Oturum Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbe boşluğu etrafında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.350 de verilmektedir.

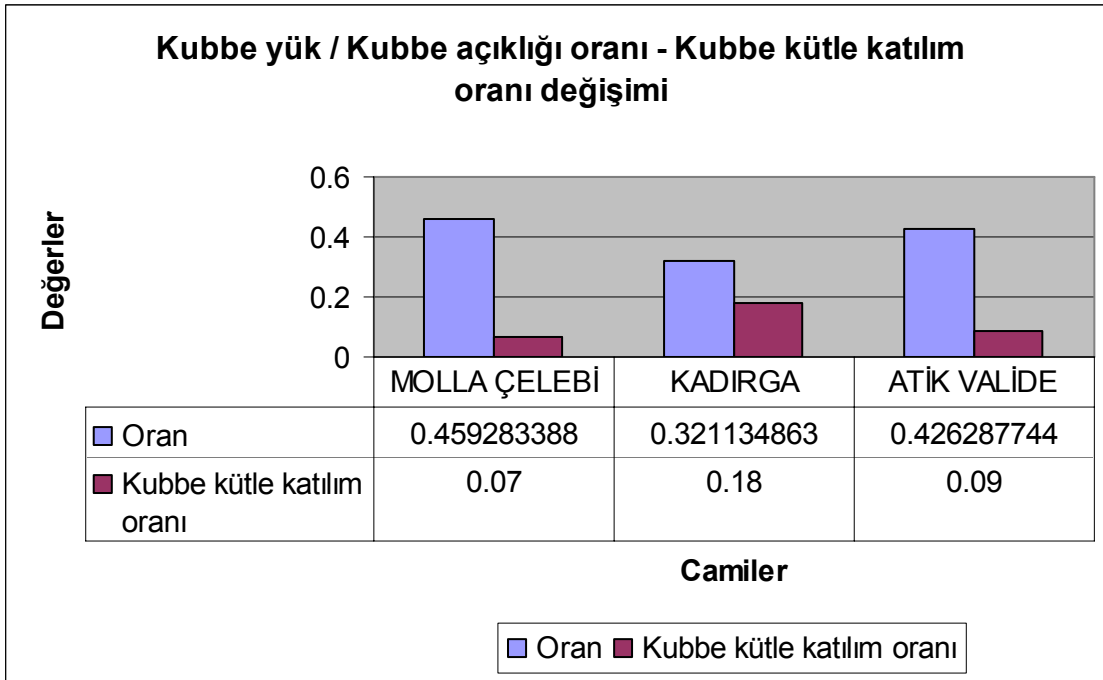


Şekil 2.350. Altıgen planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, oranın 0,60 civarındaki değerlerinde düşük asal gerilme değerleri ortaya çıkmıştır. Oranın 1,43 değerini almasıyla gerilmelerde artışlar görülmektedir.

2.30.2.7. Kubbe Yüksekliği / Kubbe Açıklığı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde modal analiz sonucu elde edilen kütle katılım oranları, kubbe yüksekliği / kubbe açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.351 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, 0,45 civarındaki oran, kubbeye gelen etkileri azaltacaktır.



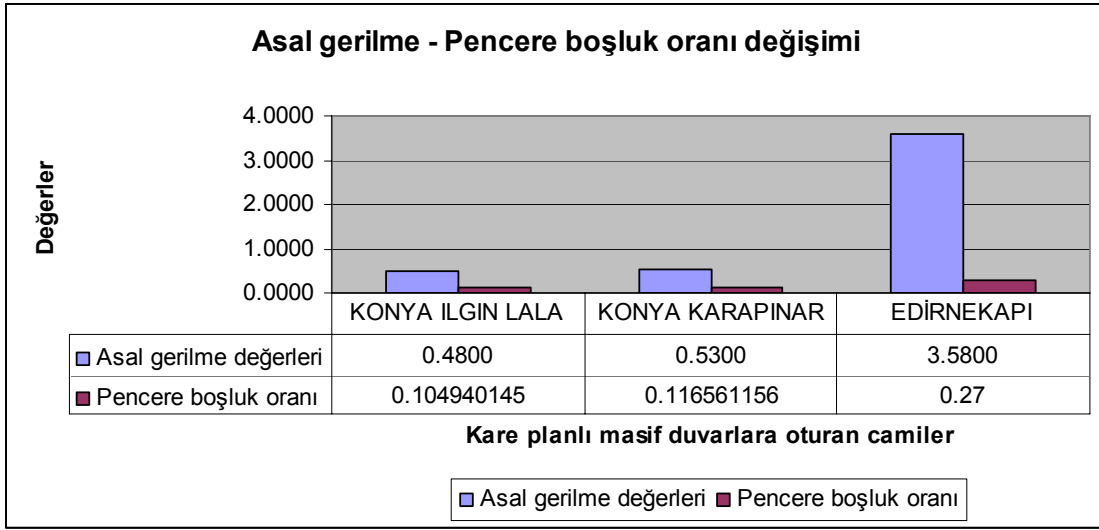
Şekil 2.351. Altıgen planlı camilerde kubbe kütle katılım oranı – kubbe yüksekliği/ kubbe açıklığı oranı değişimi

2.30.3. Kare Planlı Camiler

2.30.3.1. Asıl kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Yarım Kubbe veya Tonozla Desteklenmeyen Kare Planlı Camiler

2.30.3.1.1. Pencere Alanı / Tüm Duvar Alanı Oranı

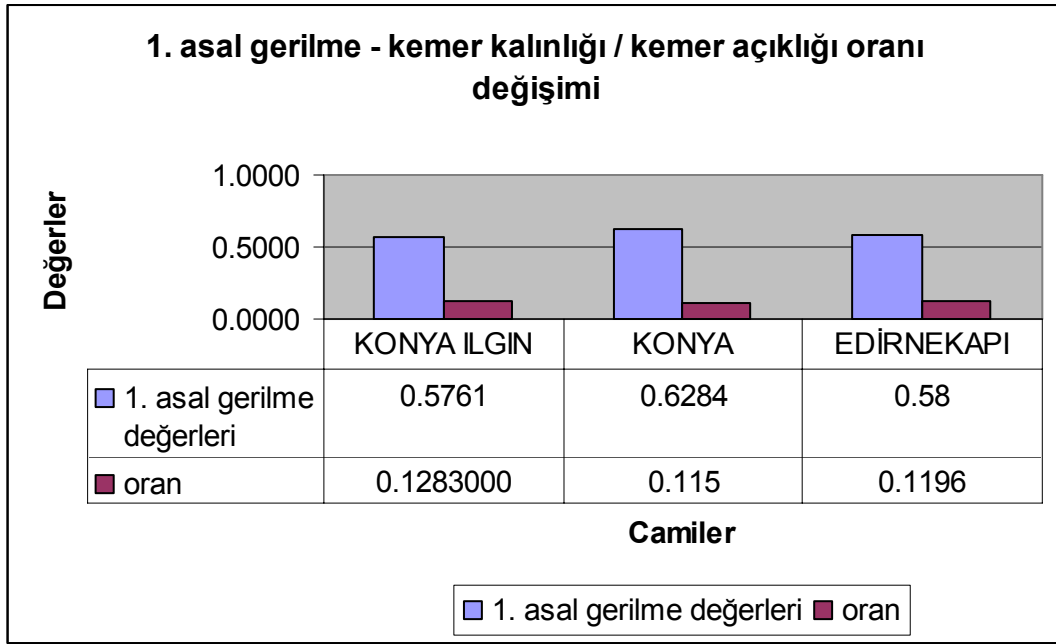
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, pencere alanı / tüm duvar alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.352 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, bu türde ele alınan Konya İlgin Lala Mustafa Paşa Camisi, Konya Karapınar II. Selim Camisi ve Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi bulunmaktadır. Boşluk oranının asal gerilmeler etkisi bu camilerde de gözlenmektedir. 0.10-0.11 oranlarında gerilmeler oldukça küçük değerlerde iken, bu oranın 0.27 değerine yükselmesiyle asal gerilmeler de artmış ve bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmıştır.



Şekil 2.352. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – pencere boşluk oranı değişimi

2.30.3.1.2. Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kemer kalınlığı / Kemer açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.353 de verilmektedir.

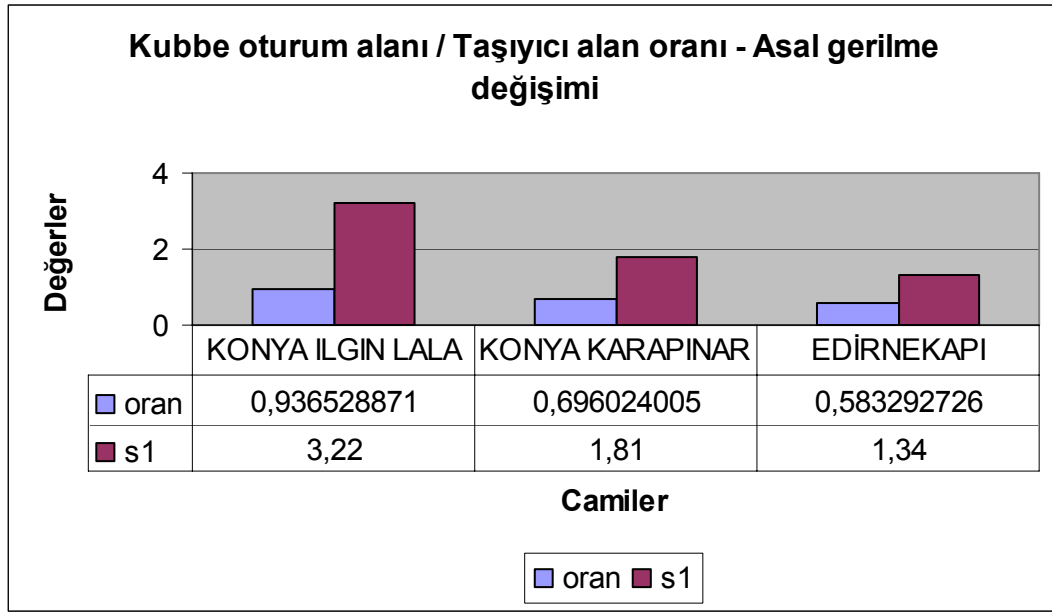


Şekil 2.353. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, kemer genişliğinin kemer açıklığına oranı 3 camide de birbirine çok yakındır. Gerilmeler, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kalmaktadır. Elde edilen gerilme değerleri de birbirleriyle uyumludur. Bu tür camiler için kemer genişliği / Kemer açıklığı oranı olan 0.11 değeri oldukça uygun gözükmektedir.

2.30.3.1.3. Kubbe Oturum Alanı / Taşıyıcı Alan Oranı

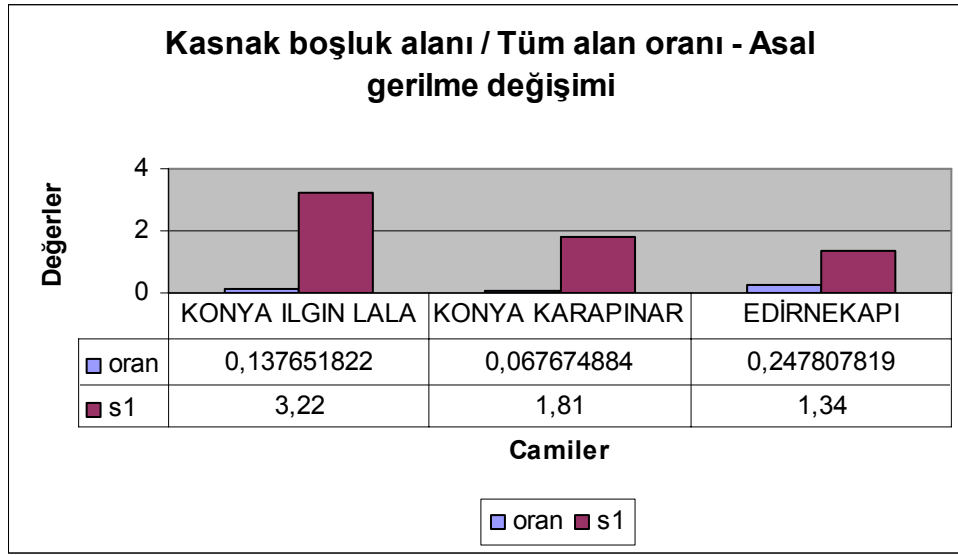
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbe boşluğu etrafında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kubbe oturum alanı / Taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.354 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, bu tür camilerde, bu oranın 0,93 değerine ulaşmasıyla, gerilmelerin bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerine çok yaklaştığı görülmektedir. 0,58 değeri oldukça uygun değer olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 2.354. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / taşıyıcı alan oranı değişimi

2.30.3.1.4. Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kasnak kısmında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kasnak kısmı pencere alanı / Tüm kasnak alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.355 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, bu oranın 0,13 değerine ulaşmasıyla gerilmelerin, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerine çok yaklaştığı görülmektedir. Edirnekapi Mihrimah Sultan Camisinde ise, bu oranın artmasına rağmen, asıl kubbeyitaşıyan kasnak kısmının pencerelerle bölünmüş olması, bir tür sönümleyici vazifesi görmekte ve bu bölümdeki gerilmeleri azaltmaktadır. Camilerde bu bölümlerin sadece içeriği aydınlatma amaçlı yapılmadığı görülmektedir.

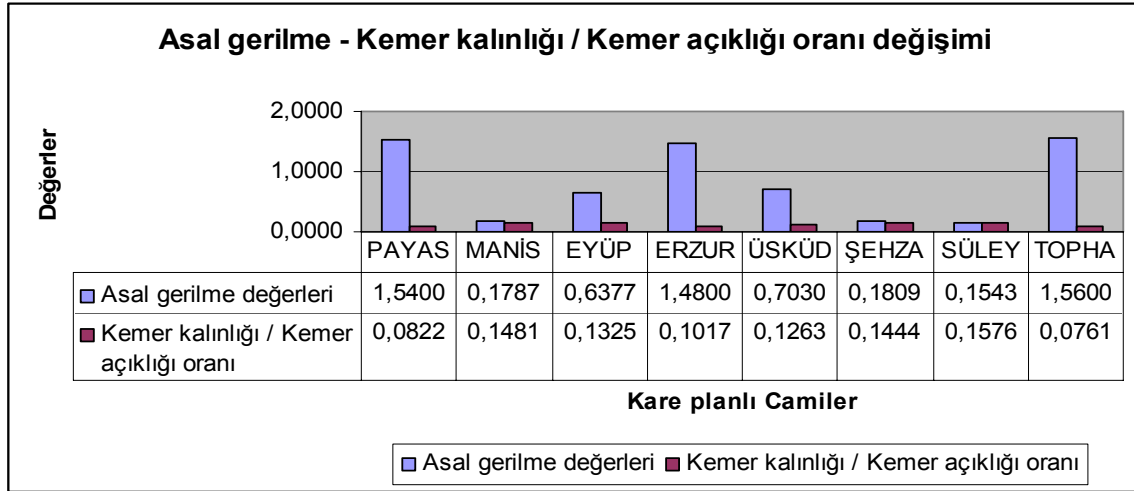


Şekil 2.355. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı oranı değışimi

2.30.3.2. Asıl kubbeyi Taşıyan Askı Kemer Sistemi Yarım Kubbe veya Tonozla Desteklenen Kare Planlı Camiler

2.30.3.2.1. Kemer Kalınlığı / Kemer Açıklığı Oranı

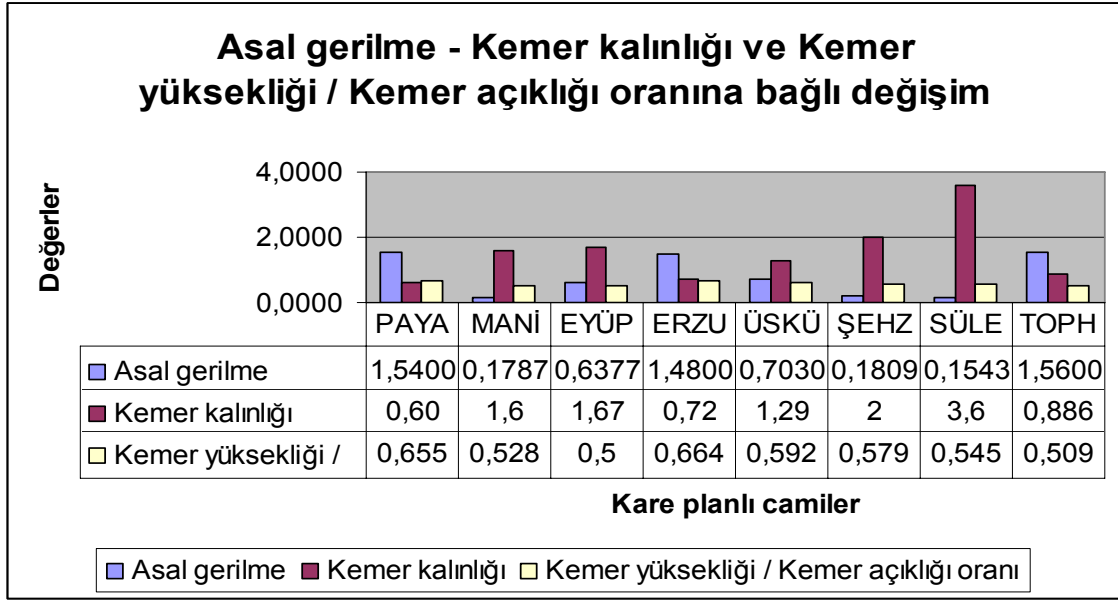
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Kemer kalınlığı / Kemer Açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.356 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, Masif Duvarlara Oturan Askı Kemer Sistemi Yandan Destekli Kare Planlı Cami grubunda Payas Sokullu Mehmet Paşa, Manisa Muradiye, Eyüp Zal Mahmut Paşa, Erzurum Lala Mustafa Paşa, Üsküdar Mihrimah Sultan, Tophane Kılıç Ali Paşa, Şehzade ve Süleymaniye camileri bulunmaktadır. Bu camilerde kemerlerde oluşan gerilmeler incelendiğinde, gerilme değerlerinin bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerinin altında kaldığı görülmektedir. Kemer kalınlığı azaldıkça gerilmeler artmaktadır. Bu tür camilerde uygun değer 0.15 olarak gözükmemektedir.



Şekil 2.356. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı değişimi

2.30.3.2.2. Kemer Yüksekliği / Kemer Açıklığı Oranı

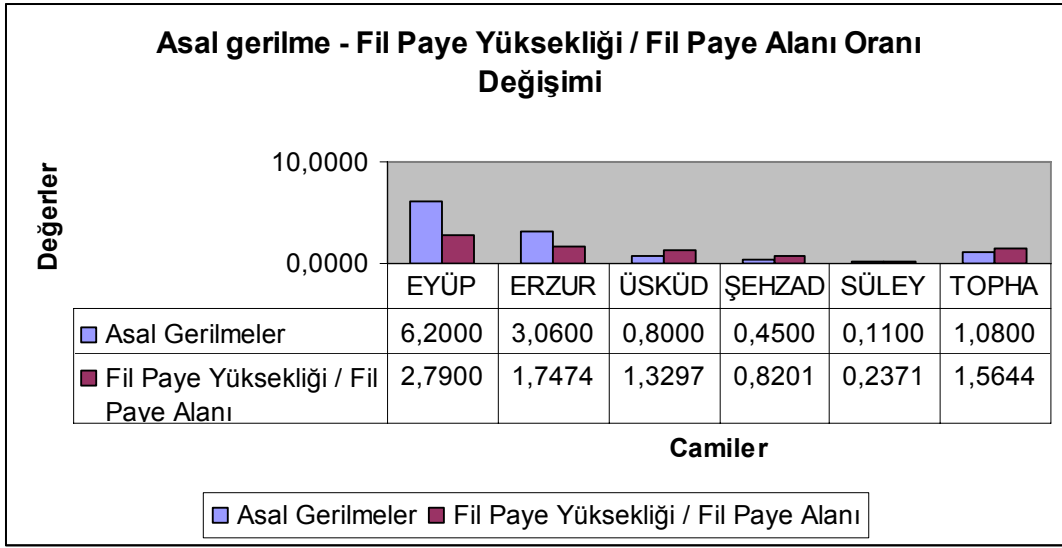
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kemerlerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranına bağlı olarak Şekil 2.357 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı 0,5 -0,6 arasında olan camiler için 1.6 m kemer kalınlığı uygun değer olarak gözükmemektedir. Bu oranın aşılmasıyla kemer kalınlığı değeri 1.30 m dolaylarında uygun değer olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.357. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kemer kalınlığı ve kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranına bağlı değişimi

2.30.3.2.3. Fil Paye Yüksekliği / Fil Paye Alanı Oranı

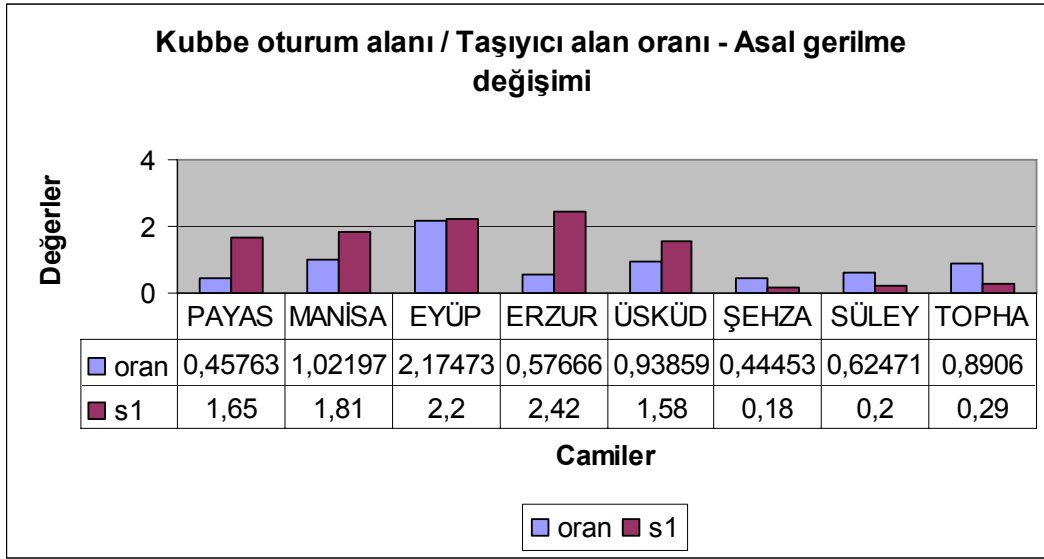
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu fil payelerde elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.358 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, kare plana sahip olan fil payeli Eyüp Zal Mahmut Paşa, Erzurum Lala Mustafa Paşa, Üsküdar Mihrimah Sultan, Şehzade, Süleymaniye, Tophane Kılıç Ali Paşa Camileri bu grupta ele alınmaktadır. 1,74 değeriyle gerilmelerin, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerine yaklaştığı, 2,79 değeriyle ise aşıldığı görülmektedir. Oranların birbirine yakın olduğu ayaklarda ise, ayak alanı daha etkili olmakta, ayak alanı arttıkça gerilmeler daha büyük oranda düşme eğilimine girmektedir. Bu oran için 1,5 değerinin uygun olacağı söylenebilir.



Şekil 2.358. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – fil paye yüksekliği / fil paye alanı oranı değişimi

2.30.3.2.4. Kubbe Oturum Alanı / Tüm Taşıyıcı Alan Oranı

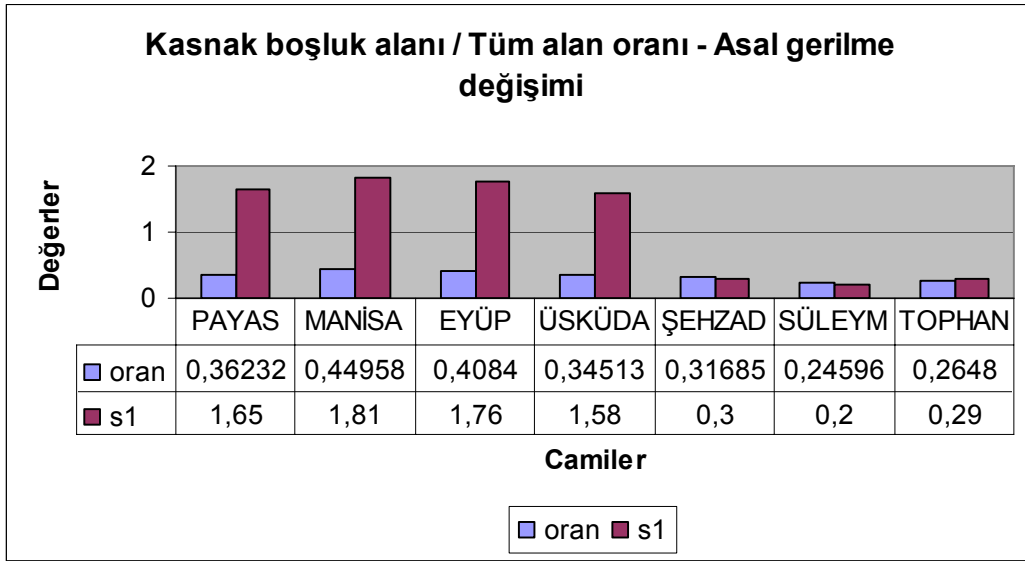
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kubbe boşluğu etrafında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.359 da verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranına bağlı olarak, asal gerilme değişimi irdelendiğinde, oranın 2,17 değerine ulaşmasıyla gerilmelerin, bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerine yaklaştığı görülmektedir. Oranın düşmesiyle gerilmelerde azalmakta, 0,57 değerine ulaşmasıyla gerilme artışı tekrar gözlenmektedir. Gerilme artışı gözlenen bu camilerin kasnak kısmının pencerelerle bölünmemiş olmasının, buna sebep olduğu söylenebilir.



Şekil 2.359. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kubbe oturum alanı / tüm taşıyıcı alan oranı değişimi

2.30.3.2.5. Kasnak Kısmı Pencere Alanı / Tüm Kasnak Alanı Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu kasnak kısmında elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, kasnak kısmı pencere alanı / tüm kasnak alanı oranına bağlı olarak Şekil 2.360 da verilmektedir.

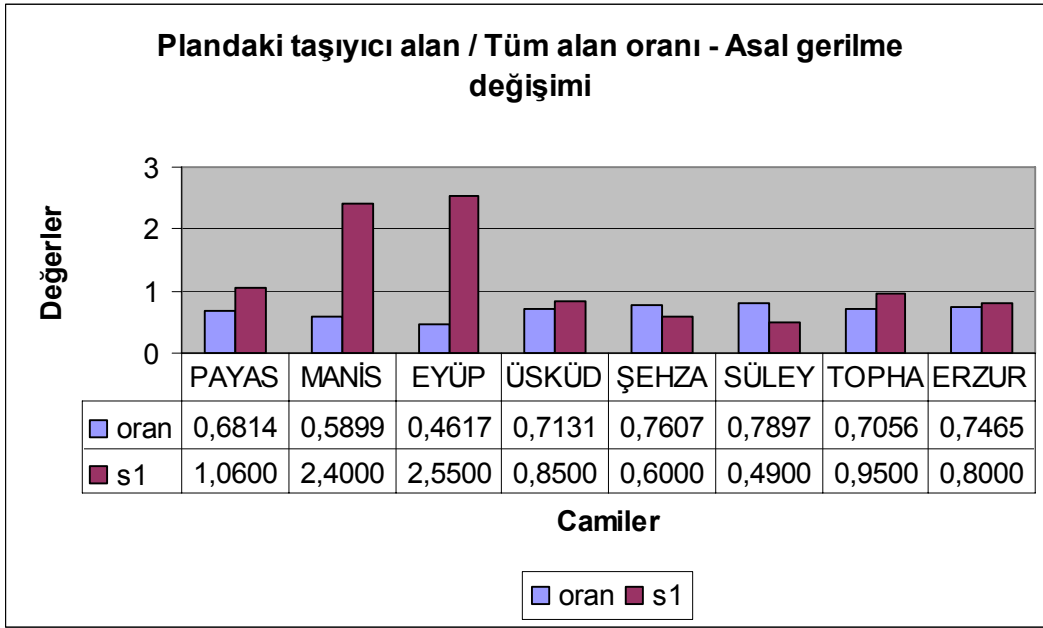


Şekil 2.360. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – kasnak kısmı boşluk alanı / tüm kasnak alanı oranı değişimi

Şekilden görüldüğü gibi, gerilmelerin oranının 0,45 değerinde en yüksek değere ulaştığı görülmektedir. Oran düştükçe gerilme değerleri de azalmaktadır. Uygun oranın 0,30 civarında olduğu söylenebilir.

2.30.3.2.6. Plandaki Taşıyıcı Alan / Tüm Alan Oranı

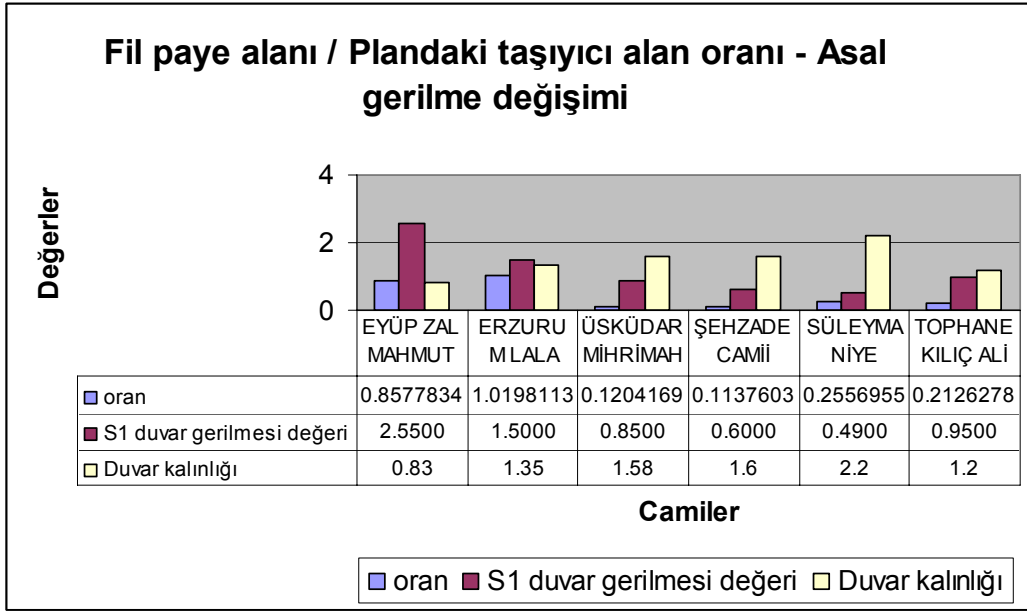
Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranına bağlı olarak Şekil 2.361 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, gerilmelerin 0,46 oranında maksimum değere ulaştığı görülmektedir. Oranın artmasıyla gerilmeler azalmaktadır. Uygun değer 0,70 civarında olduğu söylenebilir.



Şekil 2.361. Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – plandaki taşıyıcı alan / tüm alan oranı değişimi

2.30.3.2.7. Fil Paye Alanı / Plandaki Taşıyıcı Alan Oranı

Bu grupta yer alan camilerde mod birleştirme yöntemiyle analiz sonucu duvarlarda elde edilen maksimum 1. asal gerilme değerleri, Fil paye alanı / Plandaki taşıyıcı alan oranına bağlı olarak Şekil 2.362 de verilmektedir. Şekilden görüldüğü gibi, oran 0,12 civarında değerler aldığı duvar kalınlığının 1,60 m, 0,20 civarında değerler aldığı duvar kalınlığının 2 m ve 0,85 -1 civarında olduğunda 1,35 m değer alması uygun gözükmemektedir.



Şekil 2.362. Asal kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde 1. asal gerilme – fil paye alanı / plandaki taşıyıcı alan oranı değişimi

2.31. Çalışmadan Elde Edilen Bulguların Diğer Çalışma Bulgularıyla Karşılaştırılması

Bu başlık altında tez kapsamında gerçekleştirilen analizlerden elde edilen bulgularla, daha önce aynı camiler için başka araştırmacılar tarafından elde edilen değerler karşılaştırılmaktadır.

Japon araştırmacılar tarafından 1998 yılından itibaren, İstanbul'daki çeşitli tarihi yapıların dinamik özelliklerini belirlemek için ölçümler alınmaya başlanmıştır. Bu ölçümlerin alındığı eserler arasında Süleymaniye, Şehzade ve Ayasofya yer almaktadır. Çalışmada Süleymaniye ve Şehzade camileri için ana taşıyıcı fil ayak tabanlarından, kubbe alt noktalarından, kemer üst ve yan kısımlarından ölçümler alınmıştır. Elde edilen bulguların ortalaması alınarak periyot değerleri elde edilmiştir (Sato, 2008).

Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi yapılan bir yüksek lisans tezinde incelenmiştir. Çalışmada camisi üzerinde ölçümler yapılmış ve periyot değerleri elde edilmiştir (Sayın,1999).

Adı geçen bu üç cami için 1. mod periyot değerleri ile tezimizde elde edilen periyot değerleri birlikte Çizelge 2.35 de verilmektedir.

Çizelge 2.35. Çalışmamızda elde edilen ve deneysel olarak bulunan 1. mod periyot değerlerinin karşılaştırılması

	Teorik (tezdeki değerler)	Deneysel
Süleymaniye Camisi	0,25	0,28
Şehzade Camisi	0,18	0,23
Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisi	0,29	0,38

Ayrıca, statik halde öz ağırlıktan dolayı cami kubbesi tepe noktasında meydana gelen şekil değiştirmeler ANSYS programıyla ve kabuk teorisiyle çözülmüş, birbirine oldukça yakın değerler elde edilmiştir. ANSYS programıyla $0,98E-4$ m, kabuk teorisiyle ise $1,15E-4$ m değerleri elde edilmiştir. Bu sonuçta, camiler için kurulan modellerin doğruluğunu göstermektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Osmanlı İmparatorluğunun en ihtişamlı zamanlarında mimarbaşı olarak görev yapmış olan Mimar Sinan, imparatorluğun farklı yerlerinde yüzlerce eser meydana getirmiştir. Bu eserlerden birçoğu Anadolu coğrafyasında bulunmaktadır. Zaman içerisinde bu eserlerin restorasyon ve yenilenme işlemlerine tabi tutulması gerekmektedir. Fakat bu işlemler yapılmadan önce, bu tür taş yapıların dinamik ve statik yükler altında zorlanan kısımlarının belirlenerek, yapılacak iyileştirmelerde bu bölgelere özel dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu durumla ilgili olarak gerçekleştirilen bu tezden çıkarılabilecek bazı sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmektedir:

Camilerin statik analiz sonuçlarına bakıldığında, elde edilen gerilmelerin oldukça düzgün dağılım gösterdiği, gerilmelerin malzeme emniyet gerilmesinin 10 ila 11 de biri civarında kaldığı görülmektedir. Statik durumda yığılmaları daha çok asıl kubbeyi taşıyan askı kemerlerin ayak noktalarında, varsa taşıyıcı fil payelerin alt noktalarında yoğunlaşmaktadır.

Beklendiği gibi statik yükler altında maksimum şekil değiştirmeler asıl kubbe kilit noktasında ortaya çıkmaktadır. Düşey doğrultudaki diğer şekil değiştirmeler, taşıyıcı fil paye ve masif duvar alt noktalarında artış göstermektedir. Şekil değiştirmeler açısından en duysuz sistem altıgen plana sahip olan cami tipleri olarak belirmektedir.

Statik durumda kubbe mesnet noktalarında dar bir bölgede çekme gerilmeleri oluştuğu görülmektedir. Bu birleşim bölgeleri, tasarım sırasında çok önemli olan bölgelerden biri olarak ortaya çıkmaktadır. Burada oluşan etkilerin alınması için, kubbenin kasnak çevresi boyunca demir gergiyle kuşatıldığını ve kurşun dökülerek taş içerisine ankre edildiği belirtilebilir.

Statik durumda bile, kare plana sahip olan camilerde elde edilen gerilme ve şekil değiştirmeler, diğer tiplere göre daha büyüktür. Depremde bu etkilerin daha fazla artacağı düşünüldüğünde, bu tip camilerde kesit boyutların daha büyük tutulması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Çalışma kapsamında çok kubbeli cami tipinin tek örneği olan Piyale Paşa Camisinde, statik durumda taşıyıcı iki adet ayakta gerilmeler alt noktalarda artış göstermekte, ayrıca ayaklarda yana doğru açılma gözlenmektedir. Bu tür ayakların demir gergilerle bağlanması açılma hareketini önlemeye yönelik bir önlem olmaktadır. Bu

uygulamanın mevcut camilerde yapılmış olması, yıllar öncesinden bu olgunun farkında olduğunu göstermektedir.

Statik durumda camilerin bazı kısımlarında çekme gerilmeleri oluşmakta, fakat bu değerler taş malzeme için bu çalışmada dikkate alınan izin verilen çekme gerilmesi değerinin oldukça altında kalmaktadır.

Modal analizlere bakıldığında, camilerin ilk iki modlarının ötelenme şeklinde ortaya çıktığı görülmektedir. Aynı zamanda etkili kütle oranlarının da % 50 den fazla olduğu bu mod şekilleri, hareketin genel eğilimini vermektedir. Sistemlerin burulma oluşmayacak şekilde tasarlanmış olduğu görülmektedir. Planda her iki doğrultudaki simetri, buna sebep olarak görülmektedir. Bu simetri durumu aynı zamanda periyotlarada yansımıştır. Ötelenme şeklinde oluşan ilk iki mod şeklinin periyot değerleri birbirine oldukça yakındır. Ayrıca çoğu caminin kubbесinin, ötelenme hareketine yüksek kütle oranlarıyla katıldığı görülmektedir. Bu da, kubbelerin deprem esnasında önemli oranda etkin olabileceğini göstermektedir.

Mod Birleştirme Yöntemiyle Analizde camiler, kare, altıgen ve sekizgen plana sahip olanlar şeklinde gruplandırılmakta ve bu şekilde ortak özellikleri gözönünde bulundurularak analiz sonuçları değerlendirilmektedirler. Buna göre;

✓ Asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlardan oluşan sekizgen planlı camilerde, pencere boşluk oranı olarak tanımlanabilecek, pencere alanı / tüm duvar alanı değeri için 0.10 oldukça uygun gözükmektedir.

✓ Yine asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlardan oluşan sekizgen planlı camiler için pencere boşluk oranına bağlı olarak, duvar genişliği değerleri belirlenmektedir. Buna göre, pencere boşluk oranının 0.10 değerini geçtiği camiler için 2.2 m, altına indiği camiler içinse 1.2 m değeri uygun gözükmektedir.

✓ Taşıyıcı askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camilerde, pencere boşluk oranının 0.10 civarında olması uygundur.

✓ Kemer genişliği / kemer açıklığı oranının taşıyıcı askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenmeyen kare planlı camiler için 0.13 olması uygundur.

✓ Taşıyıcı askı kemer sistemi yarım kubbe veya tonozla desteklenen kare planlı camilerde ise, kemer kalınlığı / kemer açıklığı oranı için 0.15 değeri uygundur.

✓ Kemer yüksekliği/kemer açıklığı oranı, kemer kalınlığıyla birlikte değerlendirmeye alındığında, bu oranın 0.5 -0.6 m arası olduğu camilerde uygun kemer kalınlığı 1.6 m olarak ortaya çıkmaktadır.

✓ Kare plana sahip olup, taşıyıcı ayakları bulunan cami tiplerinde, fil ayak yüksekliği/fil ayak alanı değeri 1.74 değerine ulaştığında gerilmelerin bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aştığı görülmektedir. Bu oranın 1.5 olması bu tür camiler için uygun gözükmemektedir.

✓ Altıgen planlı camiler için pencere boşluk oranının 0.28 olduğu durumda bile gerilmeler bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmamaktadır.

✓ Altıgen plana sahip camilerde, kemer genişliği / kemer açıklığı oranı için 0.19 değeri uygun değer olarak gözükmemektedir.

✓ Kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı 0.53 olan altıgen planlı camilerin gerilme değerlerinin oldukça düşük olduğu gözlenmektedir. Kemer kalınlığının da dikkate alınması durumunda, kemer yüksekliği / kemer açıklığı oranı 0.50 den küçük olan basık kemer tipindeki kemerlerde kemer kalınlığının 1.20m, 0.50 nin üstündeki camilerde ise 1.10m değerinin uygun değer olduğu ortaya çıkmaktadır.

✓ Sekizgen plana sahip olup, fil ayaklarla ana kubbenin ve askı kemer sisteminin taşındığı cami tipinde, pencere boşluk oranının 0.20 değerlerine kadar çıkarılabileceği gözlenmektedir.

✓ Pencere boşluk oranı duvar genişliğiyle birlikte ele alındığında, 0.16 pencere oranı değerinde 1.6 m lik bir genişliğin uygun değerler verdiği gözlenmektedir. Diğer camilerde ele alındığında, yaklaşık olarak bu oranın 10 katı değerinde metre cinsinden bir duvar genişliğinin kabul edilebileceği görülmektedir.

✓ Sekizgen plana sahip olup, fil ayaklarla ana kubbenin ve askı kemer sisteminin taşındığı cami tipinde kemer genişliği / kemer açıklığı oranının 0.2 -0.26 arasında olması uygundur.

✓ Fil ayak yüksekliği / fil ayak alanı değerlerinin 8.85 den yüksek olduğu camilerde gerilmeler bu çalışmada dikkate alınan izin verilen gerilme değerini aşmakta, bu oranın 1- 1.5 arası olduğu camilerde ise gerilmelerin düşük değerlerde kaldığı görülmektedir.

Mod Birleştirme Yöntemiyle Analizde gerilmelerin, asıl kubbeyi taşıyan askı kemer sistemi sadece masif duvarlardan oluşan camilerde pencere boşlukları etrafında yoğunlaştığı gözlenmektedir.

Ötelenme hareketinin etkili olması nedeniyle, camilerin taşıyıcı durumda olan fil ayaklarının demir gergilerle bağlanması önemli bir tedbir olarak ortaya çıkmaktadır.

Özellikle büyük camilerde mesnet bölgelerinin açılmaması için askı kemerlerinde ahşap veya metal gergiler kullanılmıştır.

1999 Kocaeli Depremi K-G bileşeninin uygulandığı Edirnekapı Mihrimah Sultan Camisinde, asal gerilmeler çekme olarak kible cephesi duvarı üstünde, kemerlerde ve pencere etraflarında oluşmuştur. Caminin depremde de bu kısımlarda hasar görmüş olması, elde edilen sonuçlarla depremdeki hasar durumunun uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.

Bu çalışma, imkanlar ölçüsünde sınırlı sayıda düğüm noktası ve eleman kullanılarak ve doğrusal - elastik malzeme kabulüne göre yapılmıştır. Dolayısıyla elde edilen sonuçlar genel bir davranış özelliği yansıtmakta ve bu tür eserler için bir fikir vermektedir. Doğrusal olmayan malzeme özellikleri kullanmak suretiyle analizlerin yapılmasında yarar bulunmaktadır.

Özetle analizleri yapılan camiler için elde edilen gerilme değerleri o camide meydana gelebilecek olan gerilmelerin düzeyleri hakkında bir fikir vermektedir. Ancak bu fikir caminin güvenliği hakkında yeterli bir bilgi vermemektedir. Zira bu çalışmada yapılan parametrik analiz bulgularının karşılaştırması için her camide aynı malzemenin kullanıldığı kabul edilmiştir. Dolayısıyla dikkate alınan caminin gerçek başarımının ortaya konulabilmesi için mevcut durumlarına ilişkin rölevelerinin ve malzeme özelliklerinin yeterli derecede doğru olarak belirlenmesi kaçınılmaz olmaktadır.

4. KAYNAKLAR

- Akan , A. ve Özen, Ö., 2005. Bursa Yeşil Türbenin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Deprem Analizi, Deprem Sempozyumu, Mart, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 758-762.
- Aköz, F., 2005, Yığma Yapılarda Hasar Tespiti. Yığma Yapılarda Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Ankara.
- Angotti, F. ve Aprile, L., 2006. Nonlinear Analysis and Strengthening Design of an Italian Masonry Monumental Building, Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1143-1150.
- ANSYS. 2008. Finite Element Analysis Program, USA.
- Aras, F., 2007. Earthquake Protection of Beylerbeyi Palace by Reversible Mixed Technologies, Doktora Tezi, Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Arıoğlu, E., 1999. Küfeki Taşının Dayanıklılık Analizi, Yapı Dergisi, 109-113.
- Artar, M., 2002. Structural Identification of the Sehzade Mehmed Mosque Through Static and Dynamic Analyses, Bitirme Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aydın, E., Fahjan, Y. ve Çömlekçioğlu, R., 2007. Deprem Bölgelerindeki Tarihi Kagir Yapıların Güçlendirilmesinde Kullanılan Yeni Teknikler, Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Ekim, Kocaeli, Bildiriler Kitabı: 636-644.
- Bayraktar, A., 2006. Tarihi Yapıların Analitik İncelenmesi ve Sismik Güçlendirme Metotları, Beta Yayınevi, İstanbul.
- Bayülke , N., 1992 . Yığma Yapılar, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı- Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Berilgen, M., 2007. Evaluation of Local Site Effects on Earthquake Damages of Fatih Mosque, Engineering Geology, 240-253.
- Betti, M. ve Orlando, M., 2006. Modelling and Analysis of an Italian Medieval Castle Under Earthquake Loading: Diagnosis and Strengthening, Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1529-1536.
- Beyen, K., 2007. Structural Identification for Post-earthquake Safety Analysis of the Fatih Mosque After the 17 August 1999 Kocaeli Earthquake, Journal of engineering structures, 30,8, 2165-2184.

- Bortolo B., 2006. Experimental and Numerical Analysis for the Strengthening Intervention of the Bell-Tower of St. Sisto's Church in Bergamo, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1381 -88.
- Casarin, F. ve Modena, C., 2006. Structural Assessment and Seismic Vulnerability Analysis of the Reggio Emilia Cathedral, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1263-1270.
- Chiara, C., 2006. Non Linear Modelling of the Elliptical Dome of Vicoforte, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1177-1186.
- Chiorino, A., Roberto, R. ve Claudio, D., 2006. Monitoring and Modelling Strategies for the World's Largest Elliptical Dome at Vicoforte, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1167-1176.
- Croci, G., 2006. Seismic Behaviour of Masonry Domes and Vaults, 1. European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, Switzerland, 75-88.
- Çamlıbel, N., 1998. Sinan Mimarlığında Yapı Strüktürünün Analitik İncelenmesi, Doçentlik Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çakmak, A., Moropoulou A., ve Mullen C., 1995. Interdisciplinary Study of Dynamic Behaviour and Earthquake Response of Hagia Sophia, Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 14,2, 125-133.
- Decanini, L. ve Sortis A., 2003. Masonry Building Performance in the 2002 Molise Earthquake, Journal of Earthquake Spectra, 20,1, 191-220.
- Drosopoulos, G., Stavroulakis, G. ve Massalas, C., 2006. Limit Analysis of A Single Masonry Bridge with Unilateral Frictional Contact Interfaces, Journal of Engineering Structures, 28,13, 1864-1873.
- Durukal, E., Cimilli S. ve Erdik, M., 2003. Dynamic Response of Two Historical Monuments in İstanbul Deduced from the Recordings of Kocaeli and Düzce Earthquakes, Bulletin of the Seismological Society of America, 93, 2, 694-712.
- Fahjan, Y. ve Keypour, H., 2006. Effects of Dome System on the Seismic Behaviour of Ottomans Historical Structures, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1-8.
- Graça, V., 2005. Experimental Investigations on the Mechanics of Stone Masonry: Characterization of Granites and Behavior of Ancient Masonry Shear Walls, PhD Thesis, Portugal.
- Günay, R., Mimar Sinan, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, 2005.

- Gürel, A., Kısa, M. ve Çılı F., 2005. Lateral Stiffness of Unreinforced Masonry Circular Columns Under Cracked Conditions, Turkish Journal of Engineering Env. Sci., 57-68.
- Hendry, A.W., Sinha B.P. ve Davies, S.R., 2004. Design of Masonry Structures, Department of Civil Engineering University of Edinburgh, UK.
- Hendry, A.W. ve Khalaf M., 2001. Masonry Wall Construction, Spon Pres, New York.
- Hradil, P., 2001. Stochastic Analysis of Historical Masonry Structures, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 647-654.
- Kanıt, R. ve Işık, N., 2007. Tuğla Kemerlerin Deneysel Davranışı ve Bilgisayar Modeli Analizleri, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 22, 13-20.
- Kanıt, R. ve Işık, N., 2004. Horasan Harcı Kullanılarak Yapılan Model Kemerin Performansının Deneysel ve Sayısal Olarak Belirlenmesi, Politeknik Dergisi, 7, 2, 179 -183.
- Kanıt, R. ve Işık, N., 2005. Düzlem Dışı Yüklenen Yığma Yapıların Deneysel Davranışı, Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı, Şubat, Ankara.
- Lourenco, P., 1997. Two Aspects Related to the Analysis of Masonry Structures: Size Effect and Parameter Sensitivity, Araştırma Raporu, Delft University of Technology, Netherlands.
- Lourenco, P., 2002. Implementation of a constitutive Model for Masonry Shells as a Stand-alone Subroutine, Araştırma Raporu, University of Minho, Portugal.
- Lourenco, P., 2004. Analysis and Restoration of Ancient Masonry Structures, Conference on Innovative Materials and Technologies for Construction and Restoration, Lecce, Italy, 23-41.
- Lourenco, P., 2005. Seismic Analysis of a Heritage Building Compound in the Old Town of Lisbon, Conference on 250 th Anniversary of Lisbon Earthquake, Portugal, 362-368.
- Lourenco, P., 2001. Analysis of Historical Constructions: From thrust-lines to advanced simulations, Proceedings of the 3rd International Seminar, Guimarães, Portugal, P6, 91-114.
- Macaulay, D., 2003. Mosque, Houghton Mifflin Company, Boston.
- Martini, K., 1998. Ancient Structures and Modern Analysis, Journal of Automation in Construction, 8,1,125-137.

- 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, Journal of Engineering Fracture Mechanics, 72,1238–1253.
- Mele, E. ve Giordano, A., 2003. Modelling and Analysis of A Basilica under Earthquake Loading, Journal of Cultural Heritage, 4,4, 355-367.
- Miri, M., 2006. The Physical and Numerical Modelling of a Repaired Masonry Arch Bridge, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1255-1262.
- Oliveira, C.S., 2003. Seismic Vulnerability of Historical Constructions: A Contribution, Bulletin of Earthquake Engineering, 1,1, 37-82.
- Özkazanç, C., Kubbeli Yapıların Taşıyıcı Sistemleri, Bitirme Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- Özkul, T. ve Kuribayashi, E., 2007. Structural Characteristics of Hagia Sophia: I – A Finite Element Formulation For Static Analysis, Building and Environment, 42, 5, 2100-2106.
- Peker, K., 2003. Tarihi Yapıların Yapısal Analizinde Performans Tabanlı Yaklaşımlar ve Bir Örnek Çalışma, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul
- Qaisar, A. ve Akhtar, N., Seismic Resistance Evaluation of Unreinforced Masonry Buildings, Journal of Earthquake Engineering, 11,2 ,133-146
- Romano, A., 2006. Circular, Pointed and Basket-Handle Arches: A Comparison of Structural Behavior of Masonry Spans, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1205-1212.
- Russo, V., 2006. Static History and Structural Assessment of Masonry Domes: The Treasure of St. Gennaro's Chapel in Naples, 7 th. International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, 1471-1478.
- Sato, T., 2008. The Change of the Dynamic Characteristics Using Microtremor, The 14 th World Conference on Earthquake Engineering, China.
- Sayın, M.K., 1999. Structural Identification of the Edirnekapı Mihrimah Sultan Mosque Through Dynamic Response Studies, Bogazici University ,MSc Thesis, İstanbul.
- Tomazevic, M., Lutman, M. ve Bosiljkov, V., 2006. Robustness of Hollow Clay Masonry Units and Seismic Behaviour of Masonry Walls, Journal of Construction and Building Materials, 20,10, 1028-1039.

Tomazevic, M., 1999. Earthquake Resistant Design of Masonry Buildings, Singapore: Imperial College Press, 268 s.

Ural, A., 2009. Yığıma Yapıların Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Davranışlarının İncelenmesi , Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, KTÜ, Trabzon.

URL-1, Mimar Sinan Camileri, <http://www.mimarsinanerleri.com/fotografalbumu/index.html>, 11 Nisan 2010.

URL -2, Mimar Sinan Camileri Mimari Çizimleri, http://www.mimarsinanerleri.com/mimari_cizimler, 5 Kasım 2006.

ÖZGEÇMİŞ

B. Şenol ŞEKER 1977 yılında Balıkesir’de doğdu. İlköğrenimini KaraMustafaPaşa İlkokulunda, orta öğrenimini Merzifon Anadolu Lisesinde, lise öğrenimini Eskişehir Fen Lisesinde tamamladı. Lisans eğitimini 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde tamamladı. 2002 yılında Ondokuzmayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2005 yılında bu eğitimini bitirerek, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı’nda doktora öğrenimine başladı. Evli ve bir çocuk babası olan B.Şenol ŞEKER, iyi derecede İngilizce, Almanca ve Rusça bilmektedir.