

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANITSAL YIĞMA BİNALARDA RİSK DÜZEYİNİN
TESPİTİNE İLİŞKİN BİR ÖNDEĞERLENDİRME
YÖNTEMİ**

Yüksek Mimar Meltem VATAN KAPTAN

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi: 26.11.2010

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Görün ARUN (YTÜ)

Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Fevziye AKÖZ (YTÜ)

: Prof. Dr. Gülten GÜLAY (İTÜ)

: Prof. Dr. İhsan MÜNGAN (Haliç Üniversitesi)

: Doç. Dr. Zafer KÜTÜĞ (YTÜ)

İSTANBUL, 2010

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ	v
KISALTMA LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	x
ÖNSÖZ	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı	1
1.2 Amaç	2
1.3 Önem	3
1.4 Varsayım	3
1.5 Sınırlılık	4
1.6 Yöntem	4
2. YIĞMA KAGİR YAPILARDA BOZULMA VE HASAR NEDENLERİ	6
2.1 Doğa Etkileri	8
2.1.1 Doğal Afetler	8
2.1.2 Su ve Nem Etkisi	8
2.1.3 Biyolojik Etkiler	12
2.1.4 Zemin Türü ve Zemin Yapısı	14
2.2 İnsanlardan Kaynaklanan Nedenler	15
2.2.1 Hatalı Müdahale	15
2.2.2 Titreşim Etkisi	18
2.2.3 Çevre Kirliliği	18
2.2.4 Bakımsızlık ve İhmal	19
2.2.5 Vandalizm	20
2.3 Bölüm Sonuçları	21
3. YIĞMA KAGİR YAPILARDA GÖZLENEN HASARLAR	22
3.1 Sütun Hasarları	23
3.2 Duvar/Ayak Hasarları	25
3.2.1 Düşey Kuvvet Etkisi ile Meydana Gelen Çatlaklar	25
3.2.2 Yatay Kuvvet Etkisi ile Meydana Gelen Çatlaklar	28
3.2.2.1 Duvar Düzlemi Doğrultusunda Etkiyen Kuvvetlerin Oluşturduğu Hasarlar	29
3.2.2.2 Duvar Düzlemine Dik Etkiyen Kuvvetlerin Oluşturduğu Hasarlar	30
3.2.3 Temel Oturmaları Nedeni ile Oluşan Hasarlar	33

3.3	Kemer/Lento Hasarları	35
3.4	Döşeme/Çatı Hasarları	36
3.4.1	Tonoz Hasarları	37
3.4.1.1	Tek Eğrilikli Tonoz Hasarları	37
3.4.1.2	Çift Eğrilikli Tonoz Hasarları	39
3.4.2	Kubbe Hasarları	41
3.4.3	Blok Taş Kirişli Döşeme Hasarları	43
3.4.4	Ahşap Döşeme Hasarları	44
3.4.5	Volta Döşeme Hasarları	44
3.5	Bölüm Sonuçları	45
4.	RİSK TESPİTİ VE YAPI GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	47
4.1	Risk Tespiti	47
4.2	Yapının Mevcut Durumunun Tespiti	49
4.2.1	Gözleme Dayalı Tespitler	50
4.2.2	Ayrıntılı Tespitler	51
4.2.3	Hasar Sınıfları	53
4.3	Yapı Güvenliğinin Değerlendirilmesi	55
4.4	Yığma Yapıların Değerlendirilmesinde Kullanılan Mevcut Yöntemler	56
4.5	Tarihi Yapıların Değerlendirilmesi ve Risk Tespiti	62
4.6	Bölüm Sonuçları	65
5.	ANITSAL YIĞMA BİNALARDA GÖRSEL VERİLERE DAYALI RİSK TESPİTİ İÇİN ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMİ	67
5.1	Teorik Çalışma	67
5.2	Yapı Tespit Formunun Geliştirilmesi	68
5.2.1	Yapıya Aks Şeması Verilmesi ve Yapı Elemanlarının Kodlanması	70
5.2.1.1	Ayak ve Sütun Aks Kodu	71
5.2.1.2	Duvar Aks Kodu	72
5.2.1.3	Kemer/Lento Aks Kodları	74
5.2.1.4	Döşeme/Tavan Döşemesi Aks Kodu	74
5.2.1.5	Geçiş Elemanı Aks Kodu	74
5.2.2	Yapı Tespit Formu Sorgularının Oluşturulması	77
5.2.2.1	Genel Bilgiler	79
5.2.2.2	Fiziki Tanım Bilgileri	79
5.2.2.3	Yapı Fotoğrafları	81
5.2.2.4	Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Ölçüleri	81
5.2.2.5	Çatı Taşıyıcı Sistemi	85
5.2.2.6	Kat Bilgisi	86
5.2.2.7	Yapı Taşıyıcı Elemanları	87
5.2.3	Yapı Tespit Formunun Alanda Test Edilmesi	92
5.2.3.1	Pilot Bölge Seçimi	92
5.2.3.2	Yapı Tespit Formunun Kullanılması	93
5.3	Verilerin Değerlendirilmesi	97
5.3.1	Değerlendirme Ölçütleri	97
5.3.2	Yapı Tespit Formu Puanları	100
5.3.3	Bina Risk Puanının Hesaplanması	106
5.4	Web Veri Tabanının Geliştirilmesi	114
5.4.1	Web Veri Tabanı İçin Fizibilite Çalışması	115
5.4.2	Web Veri Tabanı Yapısı	116

5.5	Bölüm Sonuçları	117
6.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	120
	KAYNAKLAR.....	125
	EKLER	132
	Ek 1 Anıtsal yığma binalarda görsel verilere dayalı risk tespiti yöntemi modeli.....	133
	Ek 2 Yapı tespit formu	134
	Ek 3 Bozulma ve hasar sözlüğü.....	143
	Ek 4 Yapı tespit formu sorgularının puan değerleri	148
	Ek 5 Risk puanı hesap tabloları	151
	Ek 5a Yapı elemanı boyutları ile ilgili hesaplar	151
	Ek 5b Yapı elemanı bozulma/hasarları ile ilgili hesaplar.....	152
	Ek 5c Sonuç Hesabı.....	154
	Ek 6 Alan çalışması sonuçları	155
	Ek 6a Firuz Ağa Cami	155
	Ek 6b Bali Paşa Cami	156
	Ek 6c Davut Paşa Cami	157
	Ek 6d Atik Ali Cami - Çemberlitaş	158
	Ek 6e Murat Paşa Cami	159
	Ek 6f Atik Ali Cami - Zincirlikuyu	160
	Ek 6g Cerrah Mehmet Paşa Cami	161
	Ek 6h Hekimoğlu Ali Paşa Cami.....	162
	Ek 7 2009 L'Aquila deprem bölgesinden iki kilise yapısı	163
	Ek 7a San Marco Kilisesi	163
	Ek 7b San Pietro Kilisesi.....	166
	Ek 8 Veri tabanı akış diyagramı	169
	ÖZGEÇMİŞ.....	170

SİMGE LİSTESİ

L	Duvar uzunluğu
H	Duvar yüksekliği
t	Duvar kalınlığı
ℓ	Boşluk genişliği
h	Boşluk yüksekliği
a	Ayak, payanda veya sütun kalınlığı
b	Ayak, payanda veya sütun uzunluğu
r	Sütun veya ayak yarıçapı
$\ell_{\text{kemer/lento}}$	Kemer/lento açıklığı
d	Kemer kalınlığı
h_{kemer}	Kemer eğrisi yüksekliği
$Y_{\text{kemer/lento}}$	Kemer/lento kesit yüksekliği
A_{bina}	Binanın brüt (toplam) taban alanı
A_{dvX}	X doğrultusunda duvar alanı
A_{dvY}	Y doğrultusunda duvar alanı
FR_{dX}	X doğrultusunda taban kesme kuvveti
FR_{dY}	Y doğrultusunda taban kesme kuvveti
V_t	Eşdeğer deprem yükü
W	Bina ağırlığı
γ	Malzeme birim ağırlığı
V	Bina hacmi
A(T)	Spektral ivme katsayısı
S(T)	Spektrum katsayısı
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
I	Bina önem katsayısı

KISALTMA LİSTESİ

DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007)
FEMA	Federal Emergency Management Agency (Birleşik Acil Durum Dairesi)
EUROCODE	European Building Codes (Avrupa yapı yönetmelikleri)
VULNUS	Global vulnerability assessment of masonry buildings (Yığma yapılarda genel etkilenebilirlik değerlendirmesi)
VULNeT	Vulnerability of towers (Kulelerin etkilenebilirliği)
RVS	Rapid visual screening (Hızlı görsel tarama)
MDDS	Masonry Damage Diagnostic System (Yığma yapı hasar teşhis sistemi)
TOSQA 99	An integrated procedure for the assessment of seismic vulnerability of historic buildings (Tarihi yapıların deprem etkilenebilirliğinin değerlendirilmesi için bir yöntem)
CBS	Coğrafi bilgi sistemi
GPS	Geographical position system (Coğrafi bilgi sistemi)
D.T.	Değerlendirme toplamı
D.B.P.	Deprem bölgesi puanı
B.T.R.P.	Bina toplam risk puanı

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Sudan kaynaklı bozulmalar, Ağa Hamamı, İstanbul.....	9
Şekil 2.2 İklima bağlı bozulmalar, Val de Loire, Fransa.....	10
Şekil 2.3 Metal kenetlerdeki korozyon nedeniyle oluşan duvar hasarı, Edirnekapı Mihrimah Sultan Cami, İstanbul.....	11
Şekil 2.4 Kagir yapıda kullanılan metal elemanlarda paslanma, Yetimhane, Büyükağa, İstanbul.....	11
Şekil 2.5 Kagir yapıda ahşap elemanlarda bozulma, Yetimhane, Büyükağa, İstanbul.....	12
Şekil 2.6 Rüzgar ile taşınan bitkilerden kaynaklanan bozulmalar (a) Haydar Paşa Medresesi, İstanbul, (b) Yetimhane, Büyükağa, İstanbul.....	13
Şekil 2.7 Kerpiç malzemede termit hasarı, Abydos, Mısır (Fotoğraf: Görün Arun).....	13
Şekil 2.8 Duvar yüzeyinde mantar oluşumu, Val de Loire, Fransa.....	14
Şekil 2.9 Bakımsızlık ve hatalı müdahaleden kaynaklı bozulmalar (a) Çinili Hamam, İstanbul, (b) Hoca Paşa Hamamı, İstanbul.....	15
Şekil 2.10 Müdahalede hatalı malzeme seçimi.....	16
Şekil 2.11 Fonksiyon değişikliği ve hatalı müdahale, Ağa Hamamı - 2003, İstanbul.....	16
Şekil 2.12 Çevre kirliliği nedeniyle yüzey kararması ve malzeme yapısının bozulması, Zeynep Sultan Cami, İstanbul.....	19
Şekil 2.13 Kullanılmayan ve terk edilen bir yapıda meydana gelen bozulma ve hasarlar, Daltaban Mescidi, İstanbul.....	20
Şekil 2.14 Tarihi yapı cephesine yazı yazma ve afiş yapıştırma nedeniyle oluşan bozulmalar, Köprülü Medresesi, İstanbul.....	21
Şekil 3.1 (a) Tek parça sütun, Atik Ali Paşa, Çemberlitaş, İstanbul (b) Çok parçalı sütun, Akropol, Yunanistan.....	23
Şekil 3.2 Metal korozyonu nedeniyle meydana gelen sütun hasarları, Fatih Külliyesi, İstanbul.....	24
Şekil 3.3 Yığma kagir (a) duvar, Murat Paşa Cami, İstanbul (b) ayak, Fenari İsa Cami, İstanbul.....	25
Şekil 3.4 Düşey kuvvet etkisiyle ortaya çıkan çatlaklar.....	26
Şekil 3.5 Duvar en kesiti içinde uygun olmayan örgü derzlerinden kaynaklanan şişme hasarı.....	27
Şekil 3.6 Çok cidarlı duvarda şişme hasarı (Bayülke, 2001).....	27
Şekil 3.7 Boşluk üzerinde hafifletme kemeri hasarı.....	28
Şekil 3.8 Yatay kuvvetin duvara etki doğrultuları.....	29
Şekil 3.9 Yatay kuvvet etkisinde meydana gelen kesme çatlakları.....	29
Şekil 3.10 Yığma kagir ayaklarda yatay kuvvet etkisiyle meydana gelen çatlaklar.....	30
Şekil 3.11 Kesişen çatlakların oluşturduğu duvar hasarı (a) Broojerd-İran (Zamankhani, 2010), (b) Edirnekapı surları, İstanbul.....	30
Şekil 3.12 Yatay kuvvet etkisiyle ince duvarlarda düzlemi dışına hareket, Silakhor, İran (Zamankhani, 2010).....	31
Şekil 3.13 Yatay kuvvet etkisiyle birbirine dik duvarlarda çatlaklar.....	32
Şekil 3.14 Çatlağın sürekliliği nedeniyle oluşan serbest duvar.....	32
Şekil 3.15 Kalkan duvarı hasarları.....	33
Şekil 3.16 Temel oturması nedeniyle duvar parçasının düzleminden çıkması.....	33
Şekil 3.17 Temel oturmasından kaynaklı çatlaklar.....	34
Şekil 3.18 Yatay kuvvet etkisiyle meydana gelen çatlaklar (Binda, 2005).....	34
Şekil 3.19 Temel oturması nedeniyle oluşan çatlaklar, (a) Val de Loire, Fransa, (b) Nakkaş Hasan Paşa Türbesi, İstanbul.....	35
Şekil 3.20 Düşey kuvvet etkisiyle lentonun kırılması ve hafifletme kemeri oluşması, Aya Nikolas Kilisesi, Demre, Antalya (Fotoğraf: Görün Arun).....	35
Şekil 3.21 Kemer hattına paralel yönde çatlak meydana gelmesi.....	36
Şekil 3.22 Mesnet hareketi etkisiyle oluşan hasarlar.....	36

Şekil 3.23 Silindirik tonoz, Yavuz Selim Cami, İstanbul.....	37
Şekil 3.24 Konik tonoz (Arun, 2009)	38
Şekil 3.25 Tono mesnetlerine etkiyen itki kuvvetleri	38
Şekil 3.26 Mesnet hareketi nedeniyle tonozda meydana gelen çatlak, Mimar Sinan Çifte Hamamı, İstanbul	39
Şekil 3.27 Eliptik paraboloid tonoz, Küçük Ayasofya Cami, İstanbul.....	39
Şekil 3.28 Tor yüzeyli tonoz, Küçük Ayasofya Cami, İstanbul	40
Şekil 3.29 Konoid yüzeyli tonoz (Arun, 2009)	40
Şekil 3.30 Kubbe hasarları, Fatih Külliyesi, İstanbul.....	41
Şekil 3.31 Kubbeli yapılarda geçiş elemanları: (a) yarım kubbe, (b) pandantif, (c) Türk üçgeni, (d) tromp.....	42
Şekil 3.32 Özağırlık etkisiyle kubbede oluşan çatlaklar, Hekimoğlu Ali Paşa, İstanbul	42
Şekil 3.33 Kubbe eteğine paralel hasarlar, Fatih Külliyesi, İstanbul	43
Şekil 3.34 Blok taş giriş ile teşkil edilen döşemelerde meydana gelen hasarlar, Akropol, Yunanistan	43
Şekil 3.35 Yığma kagir yapıda ahşap döşeme hasarı, Yetimhane, Büyükkada, İstanbul.....	44
Şekil 3.36 Volta döşeme hasarı, Yetimhane, Büyükkada, İstanbul.....	45
Şekil 4.1 Risk tespiti bileşenleri (Marcel, 2006)	48
Şekil 4.2 Ayrıntılı tespit için kullanılan bazı yöntemler (a) çatlak mekanizması, (Modena, 2005) (b) sonlu elemanlar modeli, (c) laboratuvar modeli (PROHITEC, 2005 - 08) ...	52
Şekil 4.3 TOSQA 99 yönteminde hasar mekanizmaları (D'Ayala ve Speranza, 2001)	58
Şekil 4.4 FaMIVE programı - göçme mekanizmaları (D'Ayala and Speranza, 2002).....	59
Şekil 4.5 FaMIVE elektronik veri formu (D'Ayala and Speranza, 2002)	59
Şekil 4.6 Tarihi yapıların incelenmesi	65
Şekil 5.1 Teorik çalışma adımları.....	68
Şekil 5.2 Yapı tespit formu gelişiminin adımları	69
Şekil 5.3 Anıtsal tarihi yapı planlarına ilişkin örnekler (a) Fethiye Cami, İstanbul (b) Fenari İsa Cami, İstanbul (c) Davut Paşa Cami, İstanbul (d) Zincirlikuyu Atik Ali Paşa Cami, İstanbul (e) Çemberlitaş Atik Ali Paşa Cami, İstanbul (f) Murat Paşa Cami, İstanbul	70
Şekil 5.4 Ayak ve sütun/kolonlara aks verilmesi	71
Şekil 5.5 Doğrusal duvarlara aks verilmesi	72
Şekil 5.6 Duvara bitişik ayaklara aks verilmesi	73
Şekil 5.7 Eğrisel duvarlara aks verilmesi	73
Şekil 5.8 Kemerlere aks verilmesi	74
Şekil 5.9 Plan şeması üzerinde aks verilmesi	75
Şekil 5.10 Mekan numaralarının verilmesi.....	77
Şekil 5.11 Yapının topoğrafik durumu	80
Şekil 5.12 Yapının plan tipi	80
Şekil 5.13 Aks şeması ve mekan numaraları verilmiş yapı planı	81
Şekil 5.14 Boşluk kodu verilmesi	83
Şekil 5.15 Cephede duvar önünde, kendisine bitişik ve daha alçak bir kütle olma durumu	84
Şekil 5.16 Kemer ölçüsünde belirlenen parametreler.....	85
Şekil 5.17 Çatı kademe sayısı.....	86
Şekil 5.18 Boşluklu duvarda çatlak yeri ve durumu.....	88
Şekil 5.19 Ayak çatlakları	89
Şekil 5.20 Kemer çatlakları	90
Şekil 5.21 Tavanın başka bir mekanı örtüyor olması durumu.....	91
Şekil 5.22 Yapının kütlelere ayrılması	94
Şekil 5.23 Alan çalışmasında yapı planı çizimlerinin kontrolü.....	96
Şekil 5.24 Yapı tespit formunun değerlendirilmesi adımları	113

Şekil 5.25 Web veri tabanı gelişimi adımları	116
Şekil 5.26 Yapı tespit formu kullanımı akış diyagramı	118
Şekil Ek1 1 Yöntem modeli ve iş akışı.....	133
Şekil Ek2 1 Yapı tespit formu - genel bilgiler, fiziksel bilgiler	134
Şekil Ek2 2 Yapı tespit formu - fotoğraflar	135
Şekil Ek2 3 Yapı tespit formu - yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, duvarlar	136
Şekil Ek2 4 Yapı tespit formu - yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, ayaklar, sütunlar, kemerler	137
Şekil Ek2 5 Yapı tespit formu - çatı taşıyıcı sistemi, cephe duvarları.....	138
Şekil Ek2 6 Yapı tespit formu - cephe ayakları, sütunları, kemerleri	139
Şekil Ek2 7 Yapı tespit formu - mekan duvarları, ayakları	140
Şekil Ek2 8 Yapı tespit formu - mekan sütunları, kemerleri	141
Şekil Ek2 9 Yapı tespit formu - tavan bilgisi, geçiş elemanları	142
Şekil Ek3 1 Bozulma ve hasar sözlüğü sayfaları.....	147
Şekil Ek7 1 San Marco Kilisesi hasar resimleri	163
Şekil Ek7 2 San Marco Kilisesi.....	164
Şekil Ek7 3 San Pietro Kilisesi hasar resimleri	166
Şekil Ek7 4 San Pietro Kilisesi.....	167
Şekil Ek8 1 Veri tabanı iş akışı	169

ÇİZELGE LİSTESİ

Tablo 2.1 Bozulma ve hasar nedenleri	7
Tablo 3.1 Yığma kagir yapılarda yapısal hasara neden olan dış etkiler ve yapısal hasarlar	45
Tablo 3.2 Yığma kagir yapı elemanlarında dış etkilerin oluşturduğu hasarlar	46
Tablo 4.1 Yapısal durum tespit yöntemleri	50
Tablo 4.2 Hasar sınıfları (Sinha ve Goyal, 2004).....	54
Tablo 4.3 Çatlak genişliğine göre hasar dereceleri (Önal ve Koçak, 2005).....	54
Tablo 4.4 Yapı hasarına göre kullanım sınıflandırması (Anagnostopoulos ve Moretti, 2006) ..	55
Tablo 4.5 Yapılarda risk tespiti	66
Tablo 5.1 Yapı elemanlarının türüne göre aks kodları	76
Tablo 5.2 İstanbul Tarihi Yarımada’da (tespit edilebilen) yapıların türlerine göre adetleri	93
Tablo 5.3 Alan çalışmasında incelenen yapılar	97
Tablo 5.4 Deprem bölgesine göre etkin yer ivmesi katsayıları – A_0 (DBYBHY, 2007)	99
Tablo 5.5 Yığma kagir yapı malzeme birim ağırlıkları	99
Tablo 5.6 Bina değerlendirme ölçütlerinin uygunluk koşulları.....	100
Tablo 5.7 Deprem bölgesi bilgisinin puan değerleri	100
Tablo 5.8 Yapı fiziki bilgileri puan değerleri.....	102
Tablo 5.9 Çatı sistemi bozulma ve hasar puanları.....	103
Tablo 5.10 Bozulma ve hasar puanları	103
Tablo 5.11 Duvar, ayak/payanda ve sütun çatlaklarının puan değerleri	104
Tablo 5.12 Duvar, ayak/payanda yapısal müdahale puan değerleri	104
Tablo 5.13 Kemer/lento çatlaklarının puan değerleri.....	105
Tablo 5.14 Tavan döşemesinde çatlakların puan değerleri	105
Tablo 5.15 Tavan döşemesinde müdahale bilgisine ilişkin puan değerleri.....	106
Tablo 5.16 Değerlendirme ölçütü puan değerleri.....	106
Tablo 5.17 Yapı tespit formu duvar kusur puanı hesabı	108
Tablo 5.18 Yapı tespit formu ayak/payanda kusur puanı hesabı.....	109
Tablo 5.19 Yapı tespit formu sütun kusur puanı hesabı	109
Tablo 5.20 Yapı tespit formu kemer/lento kusur puanı hesabı.....	110
Tablo 5.21 Çatı taşıyıcı sistemi ve geçiş elemanı kusur puanının hesabı.....	110
Tablo 5.22 Tavan taşıyıcı sistemi kusur puanının hesabı.....	111
Tablo 5.23 Yapı tespit formu toplam kusur puanı.....	111
Tablo 5.24 Değerlendirme toplamı hesabı için en küçük ve en büyük puan değerleri	112
Tablo 5.25 Tespiti yapılan yapı örneklerinin B.T.R.P. ve risk düzeyi	114
Tablo 5.26 Tespiti yapılan yapıların tespit süresi.....	119
Tablo Ek6 1 Firuz Ağa Cami değerlendirme sonucu	155
Tablo Ek6 2 Bali Paşa Cami değerlendirme sonucu	156
Tablo Ek6 3 Davut Paşa Cami değerlendirme sonucu	157
Tablo Ek6 4 Atik Ali Paşa Cami - Çemberlitaş değerlendirme sonucu	158
Tablo Ek6 5 Murat Paşa Cami değerlendirme sonucu	159
Tablo Ek6 6 Atik Ali Cami - Zincirlikuyu değerlendirme sonucu.....	160
Tablo Ek6 7 Cerrah Mehmet Paşa Cami değerlendirme sonucu.....	161
Tablo Ek6 8 Hekimoğlu Ali Paşa Cami değerlendirme sonucu.....	162
Tablo Ek7 1 San Marco Kilisesi değerlendirme sonucu	165
Tablo Ek7 2 San Pietro Kilisesi değerlendirme sonucu	168

ÖNSÖZ

Deprem başta olmak üzere çeşitli afetlerin tehlikesi altında bulunan Türkiye'de, afet bilinci ve afete hazırlıklı olmak, mevcut yapı stokunun afete karşı potansiyel riskini belirlemek ve gerekli önlemlerin alınması için çalışmalar yürütmek geçmişten bugüne önemini koruyan bir konudur.

Anıtsal yığma kagir binalarda görsel verilere dayalı risk tespitinin yapılmasına ilişkin bir öndeğerlendirme yönteminin geliştirildiği tez çalışmasında; öncelikle, konu seçiminde beni teşvik eden ve tezin geliştirilmesi sürecinde her aşamayı titizlikle inceleyen, destek ve yardımlarını hiç bir zaman esirgemeyen tez danışmanım, sayın Prof. Dr. Görün Arun'a,

Tezin geliştirilmesi sürecinde değerli bilgi, katkı ve yardımlarını esirgemeyen, tez izleme jüri üyeleri sayın Prof. Dr. Fevziye Aköz ve sayın Prof. Dr. Gülten Gülay'a,

Tez konusunu kapsayan araştırma projesini kabul eden ve destekleyen YTÜ, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü ve tezin geliştirilmesine bir yıllık burs desteği sağlayan İstanbul Araştırmaları Enstitüsü, Suna - İnan Kırac Vakfı'na,

Tez konusunda literatür araştırmasına katkı sağlayan ve destek veren, Politecnico di Milano Üniversitesi öğretim üyelerinden, sayın Prof. Dr. Luigia Binda ve Doç. Dr. Antonella Saisi ve tezde geliştirilen yöntemin olgunlaşması sürecinde veri ve yardımlarını esirgemeyen, Padova Üniversitesi öğretim elemanlarından, Öğr. Gör. Dr. Marco Munari ile Öğr. Gör. Dr. Enrico Garbin'e,

Alan çalışmasında emeği geçen herkese,

Ayrıca, uzun yıllar süren tez çalışmasında sabırla, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ailem ve eşim Ahmet'e,

en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kasım, 2010

ÖZET

Yüzyıllardır ayakta olan anıtsal tarihi yapılar deprem gibi doğal afetler geçirmiştir. Kalabalık insan kitleleri tarafından kullanılan bu yapıların güvenlik değerlendirmesi, mimari ve estetik öneminin yanı sıra can güvenliği için de çok önemlidir. Bu yapılar için en büyük tehdit deprem olarak ifade edilebilir.

Taş, tuğla, kerpiç ve harç ile inşa edilmiş anıtsal tarihi yığma yapıların geometrisi ve yapım biçimi oldukça karmaşıktır. Yapım dönemi, geometrik tipoloji, yapım biçimi, yapım tekniği, yapı elemanlarının boyutları ve malzemelerine göre anıtsal tarihi yığma yapılar çeşitlilik gösterir.

Son elli yıl içinde yapılan ve yeni yapılacak olan betonarme, çelik ve yığma yapıların güvenlik değerlendirmesi yönetmelik ve şartnamelerle yapılmaktadır, ancak tarihi yapıların değerlendirilmesine ilişkin yöntemler yaygın değildir. Herhangi bir müdahale kararı alınmadan önce tarihi yapıya ilişkin nitel ve nicel verilerin elde edilmesi gerekir. Anıtsal yığma tarihi binalar çok karmaşık olduğu için kesin sonuçlar elde etmek güçtür.

Tarihi yapılarla ilgili bir çalışma yürütülürken disiplinler arası bir çalışma ekibi kurulmalıdır. Genellikle nitel veriler; bozulma ve hasarların görsel tespiti ile arşiv belgeleri, kütüphane araştırması gibi kaynaklardan elde edilir. Buna karşın nicel verilerin elde edilmesi uzmanlık gerektiren, uzun zaman alan ve yüksek bütçeli çalışmalardır. Nicel veriler, ayrıntılı çalışmalar gerektiren ve teşhis ile güvenlik kararının son aşamasında kullanılan verilerdir. Sonuç olarak ayrıntılı çalışmalar ancak sınırlı sayıdaki yapıya uygulanabilir. Yapı stoku çok büyük ve uzman sayısı az olduğu için anıtsal tarihi yapıların güvenlik değerlendirmesinde ilk adım çalışması olacak öndeğerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesi bu alanda önemli bir ihtiyaçtır. Öndeğerlendirme için veri toplama işi, yöntemin uygulanması konusunda kısa süreli eğitim görmüş mimar, mühendis ve ilgili alandaki öğrenciler tarafından yapılarak koruma uzmanlarına zaman kazandırılabilir.

Betonarme yapılar, konut tipi yığma yapılar vb yapıların afet sonrası hasar durumunun tespitine ilişkin çeşitli yöntemler mevcuttur. Ancak, afet öncesi anıtsal tarihi yapıların risk potansiyelinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar yaygın değildir. Yeni yapılar için geçerli yönetmelikler tarihi yapılarda uygulanamaz. Bunun için anıtsal tarihi yapıların güvenlik değerlendirmesine yönelik farklı ve bu yapılara özel yöntemlerin geliştirilmesi çok önemlidir.

Tez çalışmasında anıtsal yığma binalarda görsel verilere dayalı risk düzeyinin belirlenmesi için bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem puanlama sistemine dayandırılmıştır. Yapı tespit formu ile alanda yapıya ilişkin görsel veriler elde edilmiş, ardından bu veriler web tabanlı veri tabanına işlenmiş ve sonuç puanı veri tabanı aracılığı ile otomatik olarak hesaplanmıştır.

Geliştirilen yöntemde, sayıca az olan, koruma alanındaki uzmanların işlerini kolaylaştırmak amacıyla veri toplama işleminin, yöntemin kullanımına ilişkin kısa süreli bir eğitim ile yetiştirilen mimar ve mühendisler ile bu alandaki öğrencilerin yapması hedeflenmiştir.

Genellikle, afet sonrası görsel veri toplamaya dayalı hasar tespit yöntemlerinde sokaktan tarama ile gözleme dayalı veri toplanır. Herhangi bir afet sonrasında, yapının hasar durumuna ilişkin temel fikir edinmek için, çatlak dağılımı ve yapıdaki hasarların tespiti yeterlidir. Fakat afet öncesi güvenlik durumu ve risk potansiyeli araştırılırken daha çok veri gerekir. Tez çalışmasında geliştirilen yöntem afet öncesi risk potansiyelini belirlemeye yönelik olduğu için yapıların dıştan ve içten, taşıyıcı eleman düzeyinde görsel olarak incelenmesine karar verilmiştir.

Görsel veriler; hasar durumu ve binanın fiziksel durumu, taşıyıcı sistem şeması ve her bir taşıyıcı elemanı kapsayan yapısal ve geometrik tipoloji, topoğrafya, deprem bölgesi vb bilgilerini kapsamaktadır.

Alan çalışmasında veri toplamak için geliştirilen "Yapı Tespit Formu"; genel bilgiler, fiziki tanım bilgileri, yapı fotoğrafları, yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, çatı taşıyıcı sistemi, kat bilgisi, yapı taşıyıcı elemanları (cephede ve yapı iç kısmında) olmak üzere yedi ana bölümden oluşturulmuştur. Her bir taşıyıcı elemanın ayrı ayrı incelenmesi ve elemanlar ile hasarları arasında ilişki kurularak, sonuçta yapının bütün olarak değerlendirilmesi hedeflenmiştir.

Tez çalışmasında, yapı tespit formunun geliştirilmesi alan çalışması ile paralel olarak yürütülmüş ve mimar, mühendis ile mimarlık öğrencilerinden oluşan en az ikişer kişilik farklı ekipler ile çalışılmıştır. Alanda yapı tespit formunu kullanan ekipler tarafından gelen geri bildirimler ile formun geliştirilmesi sağlanmıştır. Yapı tespit formu farklı ekiplerle denenerek ortak sonuçlar alındığında formun işlerliği sağlanmıştır.

Yapı tespit formu ile elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi için formdaki sorgulara puanlar verilmiş ve sonuç olarak incelenen her bir yapının toplam risk puanı elde edilmiştir. Risk puanları "risk yok", "az riskli", "orta riskli", "riskli" ve "yüksek riskli" olmak üzere sınıflandırılmıştır.

Alan çalışması için; 127 cami, 107 hamam, 64 mescit, 46 medrese, 30 kilise ve siangog, 24 kütüphane, 12 camiye dönüşmüş kilise, 10 müze ve 4 çarşısı bulunan İstanbul Tarihi Yarımada pilot bölge olarak seçilmiştir. Yapı tespit formu sorgularının geliştirilmesi sırasında pek çok yapıda çalışılmış ve sonuç olarak 8 yapının risk puanı elde edilmiştir (Ek 6a-h).

ABSTRACT

Pre-assessment Method for Determining the Risk Level of Monumental Masonry Buildings

During their long life, historic structures have experienced many actions occurred over long periods of time and endured long term deteriorating effects and earthquake loads. Besides their artistic value, those structures are open to the public and to the large assemble of people. Taking into consideration the long life period of historic monumental structures in hazard prone areas obviously the most important threat against these structures is the earthquake.

Historic monumental masonry structures constructed with bricks, stones, adobe and mortar have very complex structural and geometrical layout. Depending on the construction period; geometrical typology, construction and organization of the structure, element size and construction material are diverse.

Structural safety is guarantee by the codes, guidelines, and specifications for recently constructed and new concrete and steel buildings but there is no specific criterion for evaluating the historic monumental buildings. Before any intervention decision, it is very important to get qualitative and quantitative data in order to assess the safety of the historic building. Since these buildings are very complex, it is difficult to make safety assessment precisely.

Study on the structural safety of a historic building necessitates an interdisciplinary team of specialists and requires specific techniques. Generally, the qualitative data is getting information by visual inspection of structural damages, decays and deteriorations and research on archive material and literature. Despite that, getting the quantitative data, which necessitates specialists, time and is money consuming, is rather complicated. Getting the quantitative data is a detailed inspection method that is mainly used in the last step of the diagnosis and safety assessment. Consequently, detailed investigation methods can perform only on a limited number of buildings. The fact that there are many historic structures and few specialists on this field, it is very important to develop quick and simplified methods for assessing the safety condition of historic structures as a first step of heritage preservation. Architects, engineers and students of those fields trained of using this method could obtain data from the field and save time of specialists.

There are different approaches and methodologies for assessing the damage state of vernacular masonry buildings, concrete buildings, and new constructions after natural hazards such as earthquake. However, evaluation of the potential risk of historic structures before hazards is not very common. It is obvious that technical codes and guidelines for new constructions are not applicable to the historic heritage buildings. Historic monumental structures are unique themselves. Due to this fact, it is very important to develop and use specific methods and approaches for assessing the safety condition of those structures.

The aim of this study is to develop a method for classifying the risk level of the historic monumental structures in the hazard prone areas in order to evaluate the present condition and potential risk of these buildings. This method is a scoring system method, based on acquisition of visual data of the building by using the building inspection form, storage the acquired data on the web database and evaluation of the data automatically by the computer database system in order to get the risk score of the inspected building.

The main idea of the proposed method is to facilitate specialists' works on the preservation

and conservation field of monumental historic structures by suggestion of non-expert inspectors as students of architecture trained for using the method who are able to make a survey on the existing buildings.

Mostly, post-hazard visual screening methods based on the street surveys that collect data getting from the exterior of the building. After any hazardous event, observation of the crack pattern and damages on the building is quite enough in order to make the initial decision for the safety condition of the building. Conversely, investigation of potential risk and the pre-hazard safety evaluation of the structures necessitate more data. The fact that the proposed method is a pre-hazard method based on visual observations; it is decided to obtain visual data from the interior and exterior of the building.

The visual data includes damage state and physical condition of the building, structural and geometrical typology by means of load bearing scheme and each structural element, topography of the place where the building is located, earthquake zone etc.

“Inspection form” developed for data acquisition from the field includes general information, physical information, photos of the building, dimensions of the structural elements, roof structure, information of the inspected floor, structural elements (facades and interior) seven main parts. The developed method is focused on the inspection of each structural element by its real geometry individually and interrelating all elements and their damages in order to evaluate the building as a whole.

Development of the inspection form has performed along with field studies done by teams consisted at least of two architect, engineer and students. The inspection form has improved by the feedbacks of field teams. After getting similar results from the field by different teams, the inspection form has finalized.

Evaluation of the inspection form is based on scores given to each questionnaire in the inspection form and the result is the total score of the building which is the risk score. Risk scores classify as “no risk”, “minor risk”, “moderate risk”, “severe risk”, and “high risk”.

Pilot region of the fieldwork is Ancient Peninsula of Istanbul that includes 127 mosques, 107 Turkish bath (hamam), 64 masjid, 46 madrasah, 30 churches and sinagogs, 24 libraries, 12 mosques converted from churches, 10 museums and 4 bazaars. Fieldworks took place in many of those buildings and the risk score of eight buildings have taken during the development of the inspection form (App. 6a-h).

1. GİRİŞ

1.1 Problemin Tanımı

Kültürel mirasın önemli bir bölümünü oluşturan, yüzyıllardır ayakta olan ve çeşitli etkilere maruz kalan tarihi yapılar korunması gerekli kültür mirası yapılarıdır. Tarihi yapılar; sanatsal değeri büyük, insanlık ve mimarlık tarihi için önemli, bulundukları yerin yaşam biçimini ve kültürel değişimini yansıtarak bölgenin kültürel kimliğini ortaya koyar.

Tarihi yapı tanımı; yapının ait olduğu kültür, tarih ve coğrafyaya bağlı olarak değişmektedir. Bazı durumlarda yüzlerce yıllık yapılar bazen de elli-altmış yıllık yakın dönem yapıları tarihi yapı olarak değerlendirilmektedir. Tarihi yapıların korunması ve gelecek kuşaklara aktarılması insanlık tarihi için çok önemlidir. Ayrıca kültürel mirasın korunma konusu bir ülkenin kültür seviyesini belirler.

Yüzlerce yıllık geçmişi olan tarihi yapılar doğadan ve insanlardan kaynaklanan tehditler altındadır. Aktif bir deprem kuşağında yer alan Türkiye, tarih boyunca çok sayıda yıkıcı deprem yaşamıştır. Bunun için tehditlerin en önemlisi deprem olarak ifade edilebilir. Bunun yanı sıra yangınlar, seller ve savaşlar da tarihi yapılarda büyük hasarlara neden olmuştur. Bugün insanların neden olduğu zararlar doğa olaylarının önüne geçmektedir.

Türkiye’de ve pek çok ülkede; yeni inşa edilecek yapıların güvenliği yönetmelikler, standartlar ve şartnameler ile sağlanmaktadır. Tarihi yapılar genellikle doğal taş, tuğla, kerpiç ve harç gibi kagir malzeme ile inşa edilen yığma yapılardır ve yapım yüzyılı, inşa biçimi, yapı geometrisi bakımından oldukça karmaşıktır. Bu yapıların korunmasına ve müdahale kararlarına ilişkin genel yöntemler ve ölçütler yoktur. Yönetmelikler tarihi yapıları kapsam dışı bırakmaktadır. Bunun için her yapı kendi özelinde değerlendirilmektedir. Tarihi yapılar için; yönetmelik, standart, şartname ve tavsiye kararları gibi yaptırım olan resmi kuralların yeterli düzeyde olmaması uygulamada ciddi sorunları beraberinde getirmektedir.

Kültürel mirasın korunmasına ilişkin çalışmalar her ne kadar uluslararası kuruluşlar tarafından desteklense ve ilgili bazı çalışmalar yürütülse de her ülke özelinde ulusal düzeydeki yasal düzenlemeler ve yürütülen çalışmalar ile sınırlı kalmaktadır. Bunun yanı sıra her ülkenin tarihi yapı stoku, yapım sistemi teknolojisi ve yapım gelenekleri, malzeme türleri birbirinden farklıdır. Kültürel mirası korumaya yönelik çalışmalar genel ilkelerde birleşerek özelde her ülke için uygulanacak yöntemler farklılaşmaktadır.

Türkiye’de ve dünyada pek çok ülkede; mülkiyet sorunları, hukuki sorunlar, bütçe sorunları gibi nedenlerle tarihi yapıların korunması çalışmalarında güçlükler ile karşılaşilmektedir. Bunun için **tarihi yapıların risk potansiyelinin belirlenmesi** kültür mirasının korunması alanında önemli bir ihtiyaçtır.

Türkiye’de çok sayıda tarihi yapı mevcuttur ancak bu yapıların bir kısmı bakımsızlık, yanlış müdahale ya da terk edilmişlik nedeniyle yok olmaktadır. Bu yapılar; malzeme, geometri, yapım sistemi, yapı elemanlarının düzeni, tarihsel değer, tarih boyunca yapılan müdahaleler ve ekler bakımından oldukça karmaşıktır ve yapısal değerlendirme için deneyimli uzmanlardan oluşan disiplinler arası bir ekip gerekmektedir.

Yapı güvenliğini değerlendirebilmek için nitel ve nicel verilere ihtiyaç vardır. Nitel veriler gözleme dayalı yöntemler ile elde edilirken; nicel veriler malzeme deneyleri, nümerik modeller, alanda yapılan tahribatsız deneyler gibi daha ayrıntılı, yüksek bütçeli ve uzman gerektiren çalışmalardır. Bunun için nicel verilere dayalı çalışmalar sınırlı sayıdaki yapılara uygulanabilmektedir.

Doğal afetlerin ne zaman meydana geleceği bilinmese de yapıya olan etkisi, oluş biçimi, bugüne kadar meydana gelmiş olan afetlerin büyüklüğü gibi konularda önemli bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Mevcut çalışmalar genellikle geometrisi ve malzeme özellikleri ile davranışı belirli olan betonarme ve konut tipi yığma yapılar için yapılmıştır. Ancak oldukça karmaşık geometrik ve strüktürel yapısı olan anıtsal tarihi yapıların doğal afetler karşısında davranışına ilişkin çalışmalar önemli bir ihtiyaçtır.

Türkiye’de, tarihi yapı stoku çok zengin ve bu alanda çalışan uzman sayısı az olduğu için koruma çalışmalarında ilk adımı oluşturacak ve veri toplamada uzman olmayan kişilerin çalışmasıyla uzmanlara zaman kazandıracak basitleştirilmiş, göreceli olarak daha hızlı yöntemlerin geliştirilmesi önemli bir ihtiyaçtır.

Tez çalışmasında geliştirilecek öndeğerlendirme yöntemi yapı güvenliği değerlendirme çalışmalarında ilk adım olacaktır.

1.2 Amaç

Tez çalışmasının amacı; çok sayıdaki anıtsal tarihi yapının, geliştirilecek olan öndeğerlendirme yöntemi ile göreceli olarak kısa zamanda incelenmesi ile koruma ve müdahale çalışmaları için ilk adım olan potansiyel riskin belirlenmesi ve risk düzeyine göre sınıflandırmanın yapılmasıdır. Yapılan öndeğerlendirme sonucunda yüksek risk altındaki

yapılar uzmanlara ve ilgili kurum ve kuruluşlara yönlendirilerek ayrıntılı çalışma yapılması için tavsiyede bulunulabilir.

“Yapı tespit formu” kullanılarak, bu konuda kısa süreli bir eğitim alan mimar ve mühendisler ile bu meslek alanlarındaki öğrenciler tarafından gözleme dayalı veri toplama işleminin yapılması ve bu alandaki uzmanlara zaman kazandırılması, aynı zamanda veri toplamada iş yükünün hafifletilmesi amaçlanmıştır. Bu yöntem ile çok sayıda olan anıtsal yığma kagir binanın, afet öncesi görece hızlı bir biçimde taranıp mevcut durum tespitinin yapılması ve risk düzeyine göre sınıflandırılarak ivedi müdahale gerektiren yapıların belirlenmesi hedeflenmiştir.

1.3 Önem

Türkiye’de çok sayıda olan anıtsal tarihi yapıların tamamının uzmanlar tarafından incelenmesi fiziksel olarak mümkün değildir. Bunun için incelenemeyen ve kayıt altına alınamayan yapılar yok olma tehdidi ile karşı karşıya kalmaktadır. Ayrıntılı inceleme çalışmaları; karmaşık, yüksek maliyetli ve uzman gerektirdiği için sınırlı sayıdaki yapılara uygulanabilmektedir. İlk adım çalışması olarak; anıtsal tarihi yapı stokunun mevcut durumunun değerlendirilmesi, yapıların risk potansiyeline göre sınıflandırılması ve yüksek risk altındaki yapıların uzmanlara yönlendirilmesi tarihi ve kültürel mirası koruma alanındaki çalışmalara önemli katkı sağlayacaktır.

Tez çalışmasında geliştirilecek yöntemde elde edilen veriler web tabanlı sistemde depolanacak ve değerlendirme bilgisayar tarafından otomatik olarak yapılacaktır. Verilerin internet ortamında tutulması; geliştirilen yöntemin yaygın olarak kullanılması ve verilerin her yerden kolaylıkla ulaşılabilir olmasına olanak sağlar. Aynı zamanda bugün teknolojisine uygun olması ve gelişime açık bir sistem olması oldukça önemlidir.

1.4 Varsayım

Bu çalışmada geliştirilecek öndeğerlendirme yöntemi; anıtsal yığma binaların mevcut durumunun, yapı elemanı düzeyinde, görsel olarak incelenmesi sonucunda risk düzeyinin tespiti ile yüksek risk altındaki yapıların belirlenebilmesi varsayımına dayanmaktadır. Yapı güvenlik değerlendirmesinin ilk adımını oluşturan bu yöntem çok sayıdaki anıtsal yığma binanın görece kısa sürede incelenmesine ve her yapı için potansiyel riskin belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Bu yöntemde uzmanlara zaman kazandırılması ve koruma çalışmalarındaki verimin artırılması ile daha çok yapının korunabileceği varsayılmıştır.

1.5 Sınırlılık

Bugüne kadar geometrisi belirli, konut tipi ve çok katlı yığma yapıların mevcut durumunun değerlendirilmesine ilişkin çalışmalar yapıldığı için bu çalışma, karmaşık geometrisi olan kubbeli anıtsal yığma binalar ile sınırlandırılmıştır.

Türkiye’deki anıtsal yığma binalar çalışma kapsamındadır. Ancak ekonomi ve zaman kısıdı nedeniyle İstanbul ili pilot bölge olarak seçilmiş ve alan çalışması Tarihi Yarımada ile sınırlandırılmıştır. Anıtsal tarihi binalarda mülkiyet çeşitliliği nedeniyle tüm yapı türlerinde yapıda çalışma izni alınabilmesi mümkün olmamış, sadece il Müftülüklerinden resmi çalışma izni alınabilmektedir. Özel şahsa ait olan yapılarda verimli çalışma yürütülememiş, bunun için bazı örnekler çalışmadan çıkarılmıştır. İl Müftülüklerine bağlı olan cami yapıları için, güvenlik gerekçesiyle minarede çalışılmasına izin verilmemiş ve tez çalışması yapıların ana bölümleriyle sınırlandırılmıştır.

1.6 Yöntem

Tez çalışması; görsel verilere dayalı yapı tespiti ve elde edilen verilerin bilgisayar veri tabanı ile otomatik olarak değerlendirilmesinden oluşmaktadır. Yapılan değerlendirmenin sonucu, yapının toplam risk puanını verecek ve risk sınıfı, puan cetvelinde belirlenen puan aralığına göre “risk yok, az riskli, orta riskli ve yüksek riskli” olarak belirlenecektir.

Öncelikle bu alandaki kaynaklar taranarak benzer çalışmalar incelenmiş, bu alanda ihtiyaç duyulan çalışmalar tespit edilmiş ve problem tanımı yapılmıştır.

2. Bölüm’de yığma kagir yapılardaki bozulma ve hasar nedenleri etki biçimlerine göre sınıflandırılarak ayrıntılı bir biçimde ele alınmıştır.

3. Bölümde de yığma kagir yapılarda ortaya çıkan hasarlar incelenmiştir. Tez çalışmasında, yapıların mevcut durumu yapı elemanı düzeyinde yapılan inceleme ile belirlendiği için hasar türleri her bir yapı elemanı için ayrı ayrı sınıflandırılmıştır.

4. Bölüm’de yapı güvenliği ve risk kavramı incelenmiştir. Yapı güvenliğinin belirlenmesinde en önemli ölçütlerden biri olan hasar tespit yöntemleri ele alınmıştır. Ardından yapı güvenliği değerlendirme çalışmaları üzerinde durulmuştur. Risk tespiti çalışmalarında hasar durumu ve güvenlik değerlendirme yöntemlerinin önemi ve güvenirliliği vurgulanmıştır. Ardından anıtsal yığma yapıların risk tespiti ile ilgili mevcut çalışmalara değinilmiştir.

5. Bölüm'de tez çalışmasında geliştirilen öndeğerlendirme yöntemi anlatılmıştır. Bu yöntemde alan çalışmasında kullanılmak üzere, “Yapı tespit formu” oluşturulmuştur. Yapı tespit formunda tespiti yapan kişinin doldurması için seçenekler önceden belirlenmiş ve kişiye herhangi bir yorum bırakılmamıştır.

Yapı tespit formu tüm yapı tipleri için genel bir form olarak geliştirilmiştir. Alan çalışmasında elde edilen verilerin depolanması, kolaylıkla süzülmesi ve formun sadece dolu kısımlarının elde edilmesi, yapılmış çalışmaların listelenmesi ve bu çalışmalarda çeşitli ölçütlere göre arama yapılabilmesi için web tabanlı bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Değerlendirmede hesaplanan yapı toplam risk puanı, DBYBHY 2007 ve Eurocode 8 yönetmelik esaslarına dayalı formüller ve yapı tespit formundaki puan değeri olan sorguların birlikte değerlendirilmesi ile gerçekleştirilmiştir.

Göreceli olarak kısa sürede çok sayıda yapının incelenmesini hedefleyen yöntemde yapı tespiti çalışması beş aşamadan oluşmaktadır:

- Yapı planına aks verilmesi ve tarihçenin araştırılmasını içeren büro çalışması,
- Alanda taşıyıcı yapı elemanlarının ölçülerinin alınması,
- Alanda yapının mevcut durumu, bozulma ve hasarlarının tespit edilmesi,
- Tespit sırasında elde edilen verilerin web tabanına yüklenmesi,
- Elde edilen verilere göre değerlendirmenin yapılması ve yapının toplam risk puanının elde edilmesi.

Sonuçlar bölümünde geliştirilen öndeğerlendirme yönteminin doğruluğunun gösterilmesi, bazı eksiklerin tartışılması ve yöntemin kullanılmasına ilişkin öneriler getirilmiştir.

Eklerde yapı tespit formu, değerlendirme ölçütleri, değerlendirme için yapı tespit formundaki bazı sorguların puan değerleri ile bozulma ve hasar sözlüğü verilmiştir.

2. YIĞMA KAGİR YAPILARDA BOZULMA VE HASAR NEDENLERİ

Bozulma; dayanımın azalmasına, malzemenin gevrekleşmesine, malzeme kaybına yol açan ve yapı elemanında genelde dış yüzeyden başlayarak içe doğru işleyen, malzeme özelliklerinin değişmesine neden olan; fiziksel ve kimyasal etkilerden kaynaklanan bir süreçtir. Hasar; bozulmalar veya dış etkilerle yapının, yapı elemanlarının veya yapı malzemesinin kısmen ya da tamamen taşıma gücünü yitirmesidir. Yığma yapılarda oluşan hasarlar; malzeme yapısı, yapım şekli ve yapıya/yapı elemanına etkiyen kuvvet doğrultusuna göre farklılık göstermektedir (Crocì, 2000).

Çoğu zaman bozulma ve hasar nedenleri iç içe geçmekte veya aynı etkenler bazı durumlarda sadece bozulma bazen de hasara neden olabilmektedir. Bir hasar; yapım hatası, periyodik bakımda ihmal, yanlış müdahale ya da başka bir etki nedeniyle ortaya çıkabilir. Pek çok durumda bir hasar tek başına etkili olmamakta, fakat başka bozulma ve hasarlarla birlikte zarar verecek boyuta gelmektedir. Bunun yanı sıra pek çok hasarın oluşum nedeni de diğer hasarlardır. Bunun için hasar ve bozulmalar incelenirken yapı bütün olarak ele alınmalı ve çeşitli hasar ve bozulmaların birbirileri ile olan etkileşimleri dikkate alınmalıdır.

Bozulma ve hasar nedenleri çeşitli kaynaklarda farklı biçimlerde sınıflandırılmıştır. Ahunbay'a göre "iç nedenler" ve "dış nedenler" (Ahunbay, 1996), Ulusoy'a göre ise "fiziksel nedenler" ve "insana bağlı etkenler" (Ulusoy, 1993), Feilden'a göre de "iç nedenler", "dış nedenler" ve "insana bağlı nedenler" (Feilden, 1982) olarak sınıflandırılmaktadır. Bozulma ve hasar ise genellikle malzemeye göre yapılmaktadır. Richardson'a göre ahşap yapılarda bozulma ve hasarlar, kagir yapılarda bozulma ve hasarlar ile temellerde bozulma ve hasarlar (Richardson, 1991); Ulusoy'a göre ise taşıyıcı sistem bozulmaları, yapı elemanlarının bozulması ve malzeme bozulmaları olarak sınıflandırılmıştır (Ulusoy, 1993). Mevcut kaynaklardaki sınıflandırmalar incelenerek tez çalışmasında bozulma ve hasar nedenleri "doğa etkileri" ve "insanlardan kaynaklanan nedenler" olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 2.1). Bu çalışmada yığma kagir yapılar incelendiği için malzeme türüne göre ayrı bir sınıflandırma yapılmamış ve diğer malzeme bozulmaları ayrıntılı olarak ele alınmamıştır.

Tablo 2.1 Bozulma ve hasar nedenleri

Doğa etkileri	İnsanlardan kaynaklanan nedenler
Doğal afetler	Çevre kirliliği
Su ve nem etkisi	Yapı geometrisi kusurları
Biyolojik etkiler	Hatalı müdahale (mimari ekler, yeni işlev verilmesi vs)
Zemin türü ve zemin yapısı	Titreşim etkisi
	Vandalizm (yangın, fiziksel müdahale vs)
	Bakımsızlık, ihmal

Yığma kagir yapı malzemelerinde bozulma genellikle yapı elemanının iklim koşullarına açık olan yüzeyinde başlar. Fiziksel ve kimyasal özellikleri değişen yüzeylerde; kabuklanma, kırıntılanma, kavlanma biçiminde yüzey erozyonları ve malzeme kaybı olur. Kagir malzeme bünyesindeki suyun artışı fiziko-mekanik özellikleri etkileyerek ayrışmayı hızlandırır (Ulusoy, 1993).

Hasar nedenleri araştırılırken; taşıyıcı elemanların özellikleri, malzeme türü, yapısal zayıflıklar, zemin ve çevre koşulları gibi özellikler, yapıya etkiyen olumsuz etmenler ve bunların yapıya ulaşma hızına dikkat etmek önemlidir. Bazı durumlarda farklı nedenle ortaya çıkan fakat benzer görünümlü hasarlar ile karşılaşılabilir.

Hasar tespiti yapılırken öncelikle bozulma nedenlerinin araştırılması ve yapıdaki bozulma düzeyinin tespit edilmesi, ardından meydana gelen hasarların belirlenmesi gerekir. Bozulma ve hasar düzeyi yapının bakımına bağlı olduğu kadar malzemenin fiziksel özelliğine ve sağlanan koruma koşullarına da bağlıdır. Çeşitli etkilerle meydana gelen bozulma ve hasarlar malzeme yüzeyinde basit bir inceleme ile tespit edilebileceği gibi daha ayrıntılı test ve araştırmalar da gerektirebilir (Akman, 2000).

Anıtsal tarihi yapılar çok sayıda kişi tarafından aynı anda ziyaret edildiği için bu yapılarda bozulma ve devamında hasarın oluşması can güvenliğini tehdit eden önemli bir unsurdur. Bunun yanı sıra tarihi ve kültürel değerlerin kaybedilmesi, geri dönüşü olmayan önemli bir olgudur.

Anıtsal tarihi yapılarda bozulma ve hasarlar tespit edilirken yapı bir bütün olarak değerlendirilmeli ve farklı disiplinlerden oluşan uzman ekibi, yapısal hasar türüne ve hasar durumuna göre iyileştirme, bakım, onarım ya da taşıma gücündeki kayıpların geri kazandırılması gibi müdahale kararları verebilir.

2.1 Doğa Etkileri

Doğal afetler, iklim etkileri, canlı organizmaların etkileri vb doğal oluşumlar yok edilemez ve yapılar daima bu etkilere açıktır. Ancak doğa olaylarının ve doğal oluşumların yapılara etki biçimi, etki hızı ve nedenleri araştırılarak önlemler alınabilir ve yapıya olan olumsuz etkileri önemli derecede azaltılabilir. Gerekli önlemler alınmadığında ya da doğal afetler yaşandığında yapılarda doğa etkilerinden kaynaklı hasarlar meydana gelebilir.

Çok sık ortaya çıkmamakla beraber doğal nedenlerle meydana gelen yangınlar da yapılarda hasarlara neden olur. Ancak insanlardan kaynaklanan yangınlar daha büyük tehlike oluşturur.

2.1.1 Doğal Afetler

Doğal afetler, büyüklüğü ve etkisi önceden bilinemediği ve ortaya çıkması engellenemediği için çok ciddi hasarlara neden olabilir. Afet sonrası yapılan tespitler ve çalışmalar doğrultusunda elde edilen bilgi ve bulgulara dayanarak bir sonraki afet için bazı önlemler alınabilir ve afet yönetimi çalışmaları yapılarak hazırlıklı olunabilir.

Deprem, toprak kayması, sel, tayfun, tsunami, yanardağ patlaması gibi olaylar yapıları tehdit eden doğal afetlerdir. Anıtsal tarihi yapıları tehdit eden en önemli doğal afet depremdir.

Deprem hareketi, yer kürede birikmiş olan büyük enerjinin yeryüzü kabuğu tabakalarındaki ani kırılmalarla açığa çıkmasıdır. Bu kırılmalar, yer kürenin çok derin katmanlarındaki hareketler sonucu olmakta ve birikmiş olan büyük enerjiyi dalga hareketi olarak yer kabuğuna iletmektedir. Deprem dalgalarının yapısı, yer kabuğu yapısına ve deprem merkezinin yer kabuğuna uzaklığına bağlı olarak değişmektedir. Yer kürenin derinliklerinde oluşan ve depreme neden olan hareketin oluşturduğu sarsıntı, zemin türüne bağlı olarak yapı temelleri aracılığı ile yapıya iletilir (Crocì, 2000).

Tarihi yığma kagir yapılarda oluşacak hasarlar yapı elemanlarının boyutu ve yapının yapım biçiminin yanı sıra binanın üzerinde bulunduğu zemin türü ve yapısına bağlıdır. Yüzyıllardır ayakta kalan bu yapılarda tekrarlı gelen yükler zamanla malzeme yorulmalarına neden olur ve hasar ortaya çıkar.

2.1.2 Su ve Nem Etkisi

Kagir yapılarda bozulmaya yol açan önemli nedenlerden biri malzemenin içine nüfuz eden su ve nemdir. Isı farkları, donma çözülme, suyun kapilarite ile yapı bünyesine işlemesi, çiçeklenme, don gibi etkiler malzeme yorulmasına neden olur. Yağmur suyu, yer altı suları veya doğrudan havadaki nem biçiminde yapıya gelen su; bozulmayı başlatır ya da var olan

bozulma sürecini hızlandırır (Ahunbay, 1996).

Hava sıcaklığındaki değişimler, malzemelerde ısı etkisi ile genleşme ve büzölmeye neden olur. Bunun yanı sıra kagir malzemenin türüne, yapısına ve yapıdaki yerine bağılı olarak ısı hareket etkisi değişir ve çatlamalar ya da malzeme ve harç kayıpları ile kendini belli eder. Yığıma kagir yapı; harcın ezilmesi, iç gerilmelerin oluşması, bloklar arasında kayma ve harcın plastikleşmesi gibi hasarların oluşturduğu gerilmeleri önemli bir ölçüde karşılayabilir (Feilden, 1982).

Yapı bünyesine kapiler yolla gelen su, iklimsel değişikliklerle ortaya çıkan ısı değişimi nedeniyle donma – çözölmeye uğrar. Malzeme porozitesine bağılı olarak bünyesinde donan su genleşir ve malzemenin çatlamasına neden olur (Şekil 2.1). Ortam ısısı artınca, çözölen su ile birlikte tuzların açığa çıkması ile derz boşalmaları meydana gelebilir. Derz boşalmaları, aşırı yük etkisiyle bloklar arasında kayma nedeniyle de ortaya çıkabilir. Bundan dolayı bozulma ve hasar nedenleri incelenirken yapı bütün olarak ele alınmalı ve yapıya etkiyen etmenlerin birbirileri ile olan ilişkileri ve etkileşimleri de dikkate alınarak inceleme yapılmalıdır. Aynı sonuca neden olan farklı bozulma ve hasar nedenleri olabilir.



Şekil 2.1 Sudan kaynaklı bozulmalar, Ağa Hamamı, İstanbul

Kagir yapıda su ve nemin varlığı; malzeme bünyesinde mantar oluşumları, yüzeysel küfler, renk değişimi, çürüme ve biyolojik canlıların yaşamasına uygun ortam hazırlar ve bozulmalara yol açar (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 İklimle bağlı bozulmalar, Val de Loire, Fransa

Drene edilmemiş veya drenaj sistemi bozulmuş / işlevini yitirmiş yapılarda yer altı suları, kapilarite ile kagir malzeme tarafından emilir ve sular içinde çözünmüş olan tuzlar malzemede bozulmalar ortaya çıkarır.

Sanayi Devrimi sonrası ile başlayan çevre ve hava kirliliği ile havadaki kükürt dioksit, karbon dioksit, karbon monoksit ve azot gibi zararlı gazlar yağmur suyunda çözünür ve karbonatlarla etkileşerek karbonik asit gibi asitlere dönüşerek malzemede kimyasal bozulmalara neden olur. Bu tür bozulmalar hava kirliliği oranının yüksek olduğu bölgelerde daha fazladır (Richardson, 1991). Kıyı yapılarında da tuz etkisi ve dalgalar, yapı malzemelerinde aşınmalara neden olur.

Soğuk olan yapı yüzeyi havadaki buharın sıvılaşmasına ve yüzey tarafından emilmesine neden olur. Özellikle demir ve çelik gibi metal malzemeler havadaki buhar ve nem ile temasta oksitlenerek paslanır ve malzeme yapısı bozulur. Taş, tuğla gibi kagir yapı bileşenlerinin kullanıldığı yapı elemanlarında bulunan kenetler, gergiler, sütun çemberleri vb metal elemanlar bu şekilde bünyeye nüfuz eden su ve nem etkisi ile zamanla paslanır. Paslanan metallerdeki kesit büyümesi, kagir malzemede çatlaklar meydana getirerek yapı elemanının zamanla taşıyıcı özelliğini kaybetmesine neden olabilir (Şekil 2.3, 2.4).



Şekil 2.3 Metal kenetlerdeki korozyon nedeniyle oluşan duvar hasarı, Edirnekapı Mihrimah Sultan Cami, İstanbul



Şekil 2.4 Kagir yapıda kullanılan metal elemanlarda paslanma, Yetimhane, Büyükkada, İstanbul

Metal elemanların yanı sıra yığma kagir yapı taşıyıcı sisteminde kullanılan ahşap elemanlar da su ve nemin uygun yaşam ortamı oluşturduğu böcek vb canlıların tehdidi altındadır. Böcekler kerpiç ve ahşap malzeme içine yumurtlayarak fiziksel yapısını bozar. Su etkisinde kalan ahşap, şişmekte ve ıslak yüzey rüzgarın etkisiyle kuruyup çatlayarak nemin derine işlemesine ve mantar oluşumu için uygun koşullar hazırlanmasına neden olur (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 Kagir yapıda ahşap elemanlarda bozulma, Yetimhane, Büyüka, İstanbul

2.1.3 Biyolojik Etkiler

Bozulmalara neden olan biyolojik etkenlerin başında yapı bünyesine geçen ve burada barınan böcek, bitki vb canlı türleridir. Bu canlılar, malzemenin özelliğini yitirmesine ve taşıyıcılığını kaybetmesine neden olur. Özellikle kerpiç boklarda ve yığma kagir yapıda kullanılan ahşap elemanları zayıflatır ve taşıyıcılığını yitirmesine neden olur. Ayrıca ahşap elemanlarda nem etkisi de var ise çeşitli zararlı mantar ve yosun türleri üreyebilir. Bitki, böcek vb canlıların yanı sıra rüzgarla taşınan tohumlar ve polenler de boşalan derzlere yerleşerek yapı yüzeyinde bitkilerin büyümesini sağlar. Sarmaşıklar ve diğer bitkiler duvar gibi elemanlara tutunarak burada yaşam ortamı edinir. Bunun dışında çeşitli bitki kökleri ve ağaç kökleri duvar yapısına girer ve duvarda ufalanmalara hatta parça kopmalarına neden olur ve hatta yapı elemanı ile bütünleşir (Şekil 2.6). Kerpiç yapıyı oluşturan malzemede kullanılan doğal içerikler de böcek ve canlıların yerleşmesi ve yaşaması için uygun bir ortam hazırlar (Şekil 2.7).



Şekil 2.6 Rüzgar ile taşınan bitkilerden kaynaklanan bozulmalar (a) Haydar Paşa Medresesi, İstanbul, (b) Yetimhane, Büyükkada, İstanbul



Şekil 2.7 Kerpiç malzemedeki termit hasarı, Abydos, Mısır (Fotoğraf: Görün Arun)

Nemli olan yapı elemanı yüzeylerinde mantarlaşma meydana gelir (Şekil 2.8). Çok kolay ve hızlı çoğalan mantarlar uygun yaşam ortamı bulunca yapı elemanı yüzeyine tutunarak ve burada barınarak malzeme yapısını bozar.



Şekil 2.8 Duvar yüzeyinde mantar oluşumu, Val de Loire, Fransa

Algler, yosunlar ve likenler kagir malzemelerde uygun yaşam ortamı bulur ve başka canlıların yaşamasına uygun ortam hazırlar. Yosunlar yapı bileşeni üzerinde kir ve leke oluşturmalarının yanı sıra kökleriyle oksalik asit salgılar ve yüzeyde mikro çatlaklar varsa bozulmalara yol açar. Ayrıca asit üreterek malzeme bünyesine zarar verirler. Buna karşın asit üretmeyen ve kimyasal tepkimelere yol açmayan algler yapı bileşeninin yüzeyini kaplayarak doğal koruyucu tabaka oluşturur ve rüzgarın aşındırıcı etkisini hafifletir (Ulusoy, 1993).

2.1.4 Zemin Türü ve Zemin Yapısı

Yapının bulunduğu zemin türü, zemin hareketleri, yeraltı suları, zemin–temel ilişkisi ve yapı–temel ilişkisi, yapının oturduğu zemin dayanımı gibi etmenler zemine bağlı hasarları etkiler.

Zemin dayanımının düşük olması ya da farklı tabakalardan meydana gelmesi oturmalar ve dönmelere neden olur ve zaman içinde yapıda çatlakların ortaya çıkmasına neden olabilir. Bunun yanı sıra yapının inşa edildiği yer yamaç, dere yatağı ya da dolgu zemin gibi bir yer ise yapıda çeşitli hasarlar meydana gelebilir.

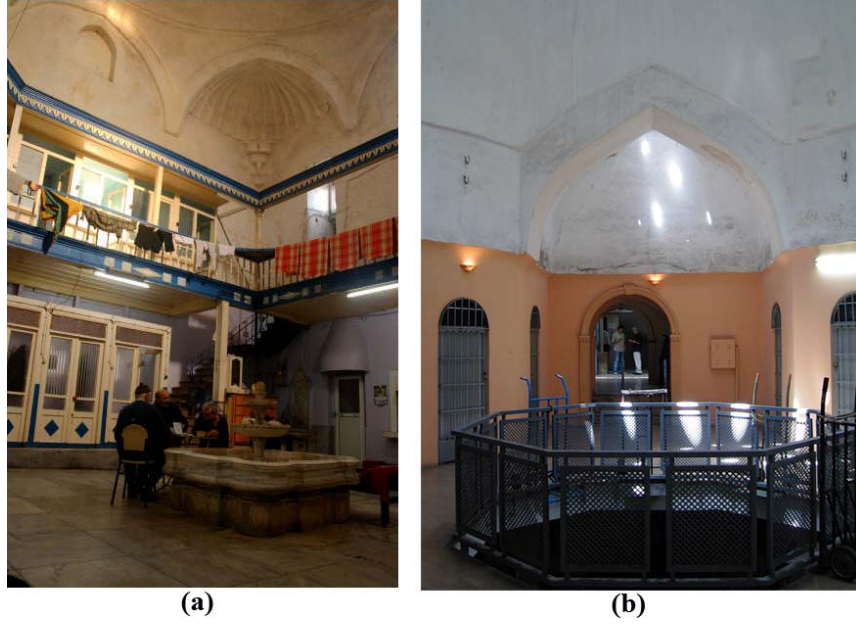
Yeni yapılacak yapılar için zemine ilişkin çalışmalar yapılarak yapı konumuna karar verilir. Ancak tarihi yapılar yüzlerce yıl önce yapıldığı için yapı konumu ve yeri zemin türüne uygun olmayabilir ve bu durum afetler sırasında hasara neden olabilir.

Yüzyıllarca ayakta kalmış tarihi yapılarda zemine bağlı hasarlar genellikle mevsimsel kuraklık, yapının drenaj sisteminin bozulması ya da yapı yakınlarında su kuyusu, yeni yapı temel çukuru gibi zemin suyu akış yönünü etkileyecek bir olgudan kaynaklanır (Arun, 2008).

2.2 İnsanlardan Kaynaklanan Nedenler

Doğa olaylarının yanı sıra insanlar da pek çok yapı hasarına neden olur. Hava kirliliği, yangın, bakımsızlık, restorasyon ve onarımlarda yanlış malzeme seçimi ve hatalı müdahale, terk etme gibi nedenler insanlardan kaynaklanan hasarlara neden olur (Şekil 2.9).

Mülkiyet belirsizliği, bütçe sorunları, yapının sıkça el değiştirmesi, yasal kısıtlamalar; gerekli bakımın yapılmaması/yapılamaması veya yapının terk edilmesi gibi durumlar da hasara neden olur.



Şekil 2.9 Bakımsızlık ve hatalı müdahaleden kaynaklı bozulmalar (a) Çinili Hamam, İstanbul, (b) Hoca Paşa Hamamı, İstanbul

2.2.1 Hatalı Müdahale

Anıtsal tarihi yapılarda genellikle işlev değişikliği ya da bakım onarım gibi çalışmalarda hatalı müdahaleler yapılabilir ve taşıyıcı elemanlar, taşıyıcı sistemin bir kısmı ya da taşıyıcı sistemin tamamı zarar görür (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Müdahalede hatalı malzeme seçimi

Özellikle yeni işlev verilirken özgün kullanım dikkate alınmadan yapıya fazladan yük getirecek ya da dengesini bozacak tasarımlar taşıyıcı sistemde zorlanmalara ve hasarlara neden olabilir. Fonksiyon değişikliği yapılarak anıtsal tarihi yapıların yeniden kullanılması bazen kaçak uygulamalarla yapılmakta ve gerçekleştirilen hatalı müdahaleler yapılara düzeltilemez zararlar verebilmektedir. Yapıya çeşitli ekler yapılması, yeni yükler getirecek uygulamalar yapılması, çimento esaslı yanlış malzeme kullanılması gibi uygulamalar bunlara örnektir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Fonksiyon değişikliği ve hatalı müdahale, Ağa Hamamı - 2003, İstanbul

Duvar ve çatı örtüsündeki boşlukların kapatılması, çatı ve cephe kaplamalarının kaldırılması, temel sistemine ve zemine müdahale edilmesi gibi kararlar mutlaka disiplinler arası uzman ekibi tarafından verilmelidir. Uzman görüşü alınmadan yapılan çeşitli müdahaleler ve özgün dönemin yapım teknolojisi konusunda bilgi eksikliği ile alınan kararlar tarihi yapılarda düzeltilemeyecek hasarlara neden olabilir.

Tarihi yapının özgün malzemesi ile uyumsuz, yapı davranışını olumsuz yönde etkileyecek hatalı malzeme seçimi ve yapıya fazladan yük getirecek yeni malzemelerin kullanımı ciddi bozulmalar ve devamında hasarlar ortaya çıkarmaktadır. Özellikle onarımlarda bağlayıcı olarak kullanılan Portland çimentosu kagir yapı malzemesine zarar vermektedir. Çimentodaki tuzlar ve sodyum ile potasyum bileşenleri ve asitler, kagir yapı malzemesi ile uyumsuzdur ve malzeme bünyesinde olumsuz etki yaparak bozulmalara yol açar.

Ayrıca bozulmaların asıl kaynağı araştırılıp belirlenmeden sadece bozulmaları ortadan kaldırmaya yönelik yapılan müdahaleler de bozulma sürecinin hızlanmasına ve yeni bozulmaların meydana gelmesine neden olabilir.

Yapı geometrisi yapı davranışını doğrudan etkilediği için özellikle deprem bölgesinde yer alan yapılarda son derece önemlidir. Kagir anıtsal tarihi yapılar yapım biçimi ve malzemesi nedeniyle genellikle büyük kesitli yapı elemanlarından oluşur. Deprem kuvvetleri yapının ağırlığı ile doğru orantılı olarak yapıyı etkilediği için anıtsal tarihi yapılar büyük deprem kuvvetleri alır. Bu durumda yapının geometrik tipolojisi deprem kuvvetleri karşısındaki davranış için birincil önem taşır. Simetrik ya da simetriye yakın geometri deprem davranışı için olumludur. T biçimi, L biçimi gibi simetrik olmayan planlı yapılar ise depremde hasar meydana gelmesi beklenen yapılardır. Pek çok anıtsal tarihi yapıda farklı yükseklikte olan bitişik yapı bölümleri arasında dilatasyon derzi kullanıldığı tespit edilmiştir. Dilatasyon derzi deprem kuvvetlerine karşı bitişik yapı bölümlerinin ayrı çalışmasını sağladığı için hasar oluşmasını engeller.

Depremlerin ardından yapılan araştırmalar anıtsal tarihi yapılara, sismik derz kullanılmadan, yapılan düzensiz geometrili ek ve müdahalelerin yapılara daha çok hasar verdiğini göstermiştir.

Özgün yapıya tarih içinde çeşitli dönemlerde yapılan ve bir kısmı bugün korunması gerekli olan mimari ekler de gerek yapı geometrisini değiştirdiği gerekse malzemelerde farklılık yarattığı için bazı durumlarda hasarlara neden olabilir. Bu ekler bazen yatay kuvvet etkisinde yapıda hasar ortaya çıkarır.

Anıtsal tarihi yapılarda pek çok durumda dilatasyon derzi kullanılmış olsa dahi sıva altında ya da kaplama altında kaldığı için gözle görülmesi mümkün olmayabilir. Yapının mevcut durumu ya da hasar nedenleri araştırılırken bu durum dikkate alınarak radar, ses dalgaları, röntgen gibi detaylı inceleme ve araştırma yöntemlerinin kullanılması uygun olur.

2.2.2 Titreşim Etkisi

Yüzlerce yıl önce inşa edilen ve bugüne kadar ayakta kalan tarihi yapılar, değişen yaşam ve çevre koşulları ile teknolojik gelişmelerin etkisi altındadır. Şehirlerin büyümesi, nüfus artışı, trafik yoğunluğunun artışı, özellikle raylı toplu taşıma sistemleri ve yapıda titreşim yaratacak aletlerin kullanılması gibi etkiler; yapılarda ölçümü ve yapıya etkisinin tespiti oldukça güç olan uzun süreli titreşim etkisi yaratır.

Yapılarda titreşim etkisi oldukça önemlidir ve meydana gelen hasarlar genellikle kalıcı olup tamir edilemez. Sürekli titreşim etkisi altında olan tarihi yapılarda çeşitli hasarlar ortaya çıkar. Özgün yapım zamanında olmayan ve şüphesiz hesaba katılmayan raylı ve karayolu trafik titreşimi bugün tarihi yapılarda malzeme yorulmaları başta olmak üzere çeşitli etkiler yaratır.

Trafik titreşimi sadece üst yapıya değil aynı zamanda alt yapıya da zarar verir. Uzun süreli trafik titreşimi etkisinde olan zayıf zeminler yoğunlaşır ve sıkışır. Bu titreşim etkisi ile zayıf zeminler taşıma gücünü kaybedebilir ya da üst yapının hareketine neden olarak taşıma gücünü kaybetmesine neden olabilir (Feilden, 1982).

2.2.3 Çevre Kirliliği

Sanayi devriminden sonra endüstriyel üretimin artması ve günlük yaşamda teknolojik ürünlerin yaygın biçimde kullanılmaya başlanması çevrenin zarar görmesine neden olmuştur. Zararlı atıkların doğaya bırakılması, havanın çeşitli gazlarla kirlenmesi, giderek artan bir çevre kirliliğine neden olarak yapılarda doğrudan veya dolaylı biçimde bozulmalara neden olur. Zararlı gazlar doğrudan yapı yüzeyine etki ederek, küresel ısınma ile artan ısı ve zararlı güneş ışınları yapı yüzeyine ve malzemelere zarar verir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Çevre kirliliği nedeniyle yüzey kararması ve malzeme yapısının bozulması, Zeynep Sultan Cami, İstanbul

Özellikle trafikten gelen karbondioksit gibi gazlar havada oksijen ile birleşerek yapı cephelerine yapışıp bir tabaka oluşturur. Zamanla oluşan bu tabaka, eleman yüzeyinden ayrılarak düşer ve malzeme kaybına neden olur. Bu olaya kapak atma denir.

2.2.4 Bakımsızlık ve İhmal

Bazen mülkiyet sorunları, bazen ekonomik nedenler bazen de yasal nedenlerden dolayı tarihi yapılar bakımsızlığa terk edilmektedir. Kendi haline terk edilen yapılar çoğu zaman kimsesizler ve evsizler tarafından barınak olarak kullanılır ve ciddi bozulmalar meydana gelir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Kullanılmayan ve terk edilen bir yapıda meydana gelen bozulma ve hasarlar, Daltaban Mescidi, İstanbul

2.2.5 Vandalizm

Sanayileşme ile birlikte büyüyen kentler ve bu kentlere göçün artması ile beraber kentlerde yaşayan insan sayısı da artmıştır. Kentleşme ile birlikte yaşanan sosyokültürel yapı değişimi insan davranışlarını da doğrudan etkiler. Olumsuz etkilerden biri olan vandalizm eğilimi, tarihi yapıları tehdit eden önemli bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Vandalizm kasıtlı, kötü amaçlı eylemler yapmak olarak tanımlanır. Vandal eğilimi olan insanlar tarihi yapılara; duvarlara yazı yazmak, geceleri barınak olarak kullanmak, hırsızlık, cam vb yapı elemanlarını kırmak, kundaklamak gibi ciddi hasarlar verir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Tarihi yapı cephesine yazı yazma ve afiş yapıştırma nedeniyle oluşan bozulmalar, Köprülü Medresesi, İstanbul

2.3 Bölüm Sonuçları

Bozulma ve hasar terimleri bir arada ya da birbiri yerine kullanılmakla birlikte bu iki terimin ayırt edilmesi çok önemlidir. Bozulmalar, kullanımda dikkat edilmesine rağmen önlenemeyen doğal bir süreç olarak ortaya çıkar ve yapıda bozulmalar ortaya çıkmışsa hasarın meydana gelmesi beklenen bir sonuçtur. Buna göre; bozulmalar “neden”, hasarlar ise “sonuç” olarak ifade edilebilir.

Malzeme bozulması kimyasal, fiziksel ya da biyolojik etkilerle oluşur ve bu etkiler istenmeyen şekilde değiştiğinde bozulma süreci hızlanır. Sonuç olarak yüzeyde bozulma, malzeme kaybı ve dayanımın azalması ile hasar ortaya çıkar.

3. YIĞMA KAGİR YAPILARDA GÖZLENEN HASARLAR

Bozulma sürecinin ilerlemesi, başka hasarların etkileri ya da dış kuvvetler nedeniyle kagir yapılarda hasarlar ortaya çıkar. Taş, tuğla ve kerpiç gibi malzemelerden oluşan yığma kagir yapı malzemesi çekme kuvvetlerine karşı oldukça zayıftır ve sadece basınca çalışır. Bu nedenle yığma kagir yapı elemanları, üzerinde çekme oluşturacak kuvvetler karşısında kırılabilir ve çatlayabilir ya da birbirinden ayrılabilir. Bu durum hasar olarak ifade edilir.

Yığma kagir yapılar, yapı içinde gerilme ve şekil değiştirme oluşturan ve genellikle malzemeyi zayıflatan dış etkilere maruz kalır. Dış etkiler; yapıyı ömrü boyunca etkileyen, zaman içinde değişiklik gösteren ve genellikle bu değişiklikler sonucu hasar oluşturan etkilere dir. Bu etkiler;

- Düşey yükler (yer çekimi kuvvetleri),
- Deprem kuvvetleri,
- Temel oturmaları,
- Deformasyonların engellenmesidir.

Yığma kagir yapılarda, basınç gerilmeleri malzeme dayanım sınırı aşınca çatlak veya parçalanma ile ilk hasar belirtileri kendini gösterir. Hasar belirtilerinin ortaya çıkma biçimi malzeme özellikleri ve yük etkilerine bağlıdır. Genel olarak yapısal hasarlar; çatlaklar, basınç elemanlarında ezilme ve kalıcı deformasyonlar olarak sayılabilir (Crocì, 2000).

Çatlak; malzemede gözle görülebilen, yüzeyden içe doğru ya da bitişik elemanlar arasında ilerleyen ayrılma veya yarılmadır. Çekme dayanımı olmayan ve basınca çalışan malzemelerle yapılan yığma yapıların çekme bölgelerinde çatlakların meydana gelmesi en belirgin hasar göstergesidir. Genellikle yapının geçirmiş olduğu depremler, toprak kayması ya da temel oturması gibi dış etkilerin oluşturduğu çekme gerilmeleri, yapı malzemesi ya da yapı elemanlarında taşıma gücünün aşılmasına neden olur ve çatlaklar ortaya çıkar. Ancak her çatlak yapı stabilitesi için tehlike anlamı taşımamaktadır. Çatlaklar, yapı stabilitesi için gerekli olmayan gerilmelerin boşalmasını ve taşıyıcı sistem içindeki bu değişikliklerden kaynaklı gerilmelerin yeniden dağıtılmasını sağlayabilir (Arun, 2007a). Yapısal güvenlik değerlendirmesi yapılırken çatlakların uzunluğu, genişliği, derinliği ve hareket yönü ile ilerleme durumunun tespit edilmesi ve gerekirse izlenmesi son derece önemlidir.

Basınç gerilmeleri malzeme dayanımını geçtiğinde yapı elemanında ezilme meydana gelir. Ezilme; malzeme türüne bağlı olarak şişme, kabuklanma, ufalanma ve ince kılcal çatlaklar ile kendini gösterir. Artan basınç gerilmeleri, ilk önce gerilmeler doğrultusunda ince çatlakların

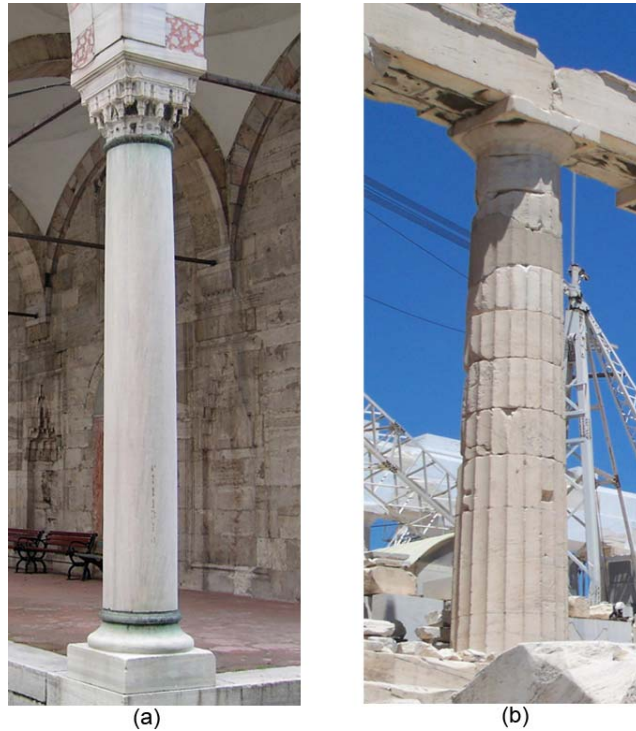
ortaya çıkmasına neden olur, ilerleyen aşamalarda ise gerilmeye dik yönde ani yer değiştirme (deflection) ve göçme meydana gelebilir. Ezilme, özellikle narin elemanlarda, tehlikeli bir hasar türüdür. Malzemeye bağlı olarak gözle görülebilir ya da bazı durumlarda doğrudan yapı elemanının göçmesiyle sonlanabilir. Eksen doğrultusundaki kuvvet etkisiyle oluşan yer değiştirmeler nedeniyle, sadece basınç elemanlarında ortaya çıkar ve yapının diğer elemanlarında herhangi bir belirti gözlenmez (Crocì, 2000).

Kalıcı yer değiştirmeler (deformasyonlar); yapı elemanına etkiyen eksantrik (dış merkezi) yükler veya yatay itkiler nedeniyle oluşan eğilme ile zemin hareketi ve temel oturmaları nedeniyle meydana gelir (Crocì, 2000).

Bu çalışmada, anıtsal yığma kagir yapıların risk düzeyinin tespiti, eleman boyutunda yapılan görsel inceleme ile yapılacağı için hasar türleri yapı elemanlarına göre sınıflandırılmıştır.

3.1 Sütun Hasarları

Düşey taşıyıcı elemanlar olan sütunlar tek parça ya da parçalı blokların üst üste dizilmesiyle inşa edilir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 (a) Tek parça sütun, Atik Ali Paşa, Çemberlitaş, İstanbul (b) Çok parçalı sütun, Akropol, Yunanistan

Özellikle yer çekimi kuvveti nedeniyle basınç etkisinde olan sütunlarda; düşey kuvvetlerin artması ile düşey çatlaklar ve kapak atma biçiminde hasarlar gözlenir.

Deprem kuvveti etkisi ile tek parça sütunlarda devrilme, çok parçalı sütunlarda da parçalar arasında kayma ve devrilme meydana gelebilir.

Zemin hareketinden dolayı meydana gelen temel oturmaları da sütunlarda dönme oluşturur. Bu dönme sonucu sütunlarda çatlaklar ortaya çıkar ya da sütun devrilir.

Çok parçalı sütunlarda sütun parçalarını bir arada tutmak amacıyla parçalar arasında metal kenet ve kenedi sabitleyen kurşun yaygın olarak kullanılmıştır. Tek parça sütunlarda kaide/tabana ve başlık elemanlarını bağlamak için metal kenet ve halkalar kullanılmıştır. Metal kenetler bloklar arasında kaymaya karşı koyar ve sütun bloklarının ayrılmasını önler. Ancak metal halka ve kenetler, yapı elemanın deformasyon kabiliyetini engelleyerek ve zamanla korozyona uğrayarak parça kopmasına neden olabilir.

Kemer ile birbirine bağlanan sütunlarda, kemere gelen yatay kuvvet etkisini karşılamak için sütunlar arasında ahşap ya da metal gergi elemanları kullanılmıştır. Ahşap gergiler zamanla çürüme, böceklenme gibi etkilerle yok olabilir ve sütuna gelen yatay itkiyi karşılayamaz hale gelebilir. Bu durum sütunda hasara neden olur. Kullanılan metal gergiler ise zamanla korozyona uğrayabilir. Korozyon nedeniyle büyüyen kesit gerginin sütuna bağlandığı bölgede parça kopması gibi hasarlara neden olur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Metal korozyonu nedeniyle meydana gelen sütun hasarları, Fatih Külliyesi, İstanbul

3.2 Duvar/Ayak Hasarları

Yığma kagir yapıların düşey taşıyıcıları olan ve yapıya gelen yükleri zemine ileten duvar ve ayaklar; taş, tuğla, kerpiç gibi bloklarla kuru birleşim ya da harçla örülerek inşa edilir. Kagir ayaklar, tek başlarına birer düşey taşıyıcı eleman olarak kullanılabilmesi gibi duvar boşlukları arasında kalan duvar parçaları da yapısal davranışları nedeniyle ayak olarak tanımlanır. Ayak elemanları tek boyutlu çubuk taşıyıcı elemanlar, duvarlar ise iki boyutlu düzlem taşıyıcı elemanlardır. Yığma kagir yapılarda, üzerinde döşeme sistemi bulunan tüm duvar ve ayak elemanları taşıyıcıdır. (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Yığma kagir (a) duvar, Murat Paşa Cami, İstanbul (b) ayak, Fenari İsa Cami, İstanbul

Yığma kagir yapılarda, duvarın taşıyabileceği yük ve duvar davranışı, duvar yüksekliğinin kalınlığına oranına yani duvar narinliğine bağlıdır. Duvarların kalın ya da ince olarak sınıflandırılması narinliklerine ($\lambda = \text{yükseklik/kalınlık}$) göre yapılır.

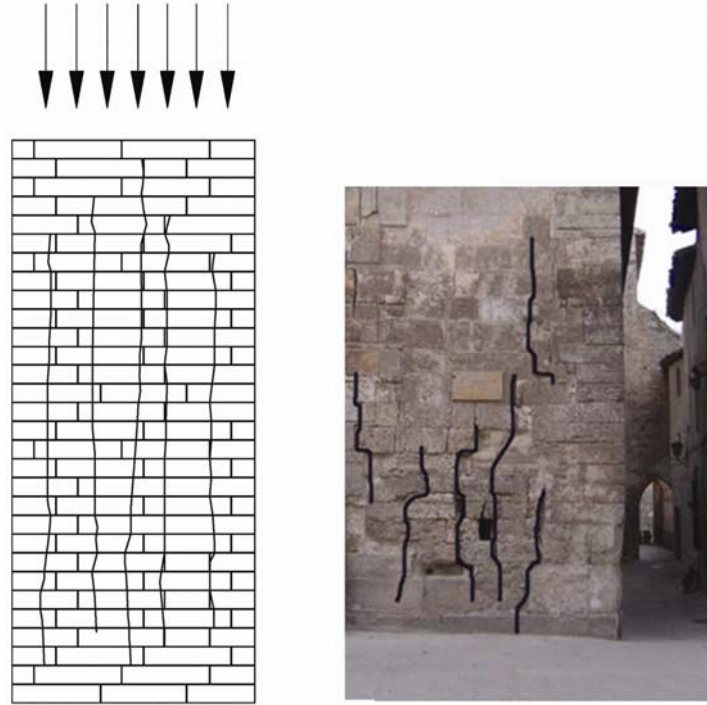
Tolles ve diğerlerine göre taşıyıcı yığma duvarlar; $\lambda \leq 6$ ise kalın duvar, $6 < \lambda \leq 8$ ise orta kalın duvar ve $\lambda > 8$ ise ince duvardır (Tolles vd, 2002). Eurocode 8'e göre 35 cm ve üzeri kalınlıktaki duvarlar taşıyıcı yığma duvar olup yığma duvar için $\lambda \leq 9$ narinliği uygun kabul edilmektedir (Eurocode 8 - EN 1998-1, 2003).

Yığma kagir ayak ve duvarlara etkiyen kuvvetler, yığma blok parçalarının hareket etmesine neden olur ve çatlak hasarı ortaya çıkar. Yığma kagir duvar ve ayaklarda meydana gelen hasarlar, etkiyen yükün doğrultusuna ve yönüne göre farklılık gösterir.

3.2.1 Düşey Kuvvet Etkisi ile Meydana Gelen Çatlaklar

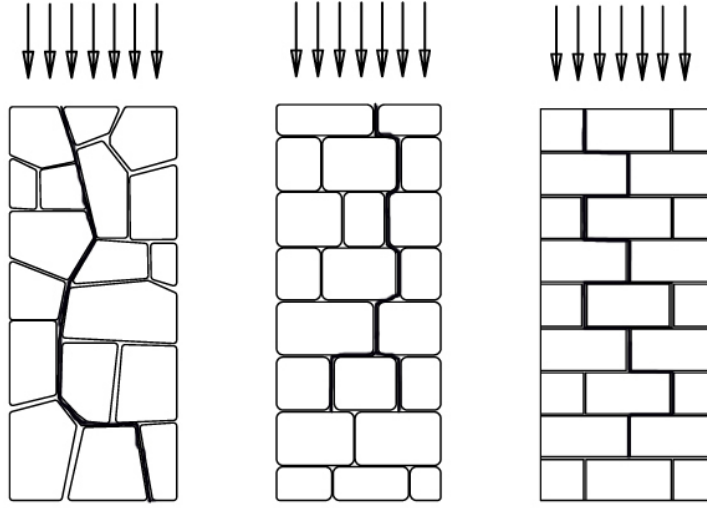
Düşey kuvvet etkisiyle meydana gelen çatlaklar genellikle uzun süre sonra ortaya çıkar. Bu çatlaklar ve devamında ortaya çıkabilecek hasarlar önceden tahmin edilerek kontrol altına alınabilir (Roca, 2007).

DüŖey kuvvet etkisiyle yığma kagir duvar ve ayaklarda artan basınç gerilmeleri yapı elemanlarında ezilmeye neden olur. Ezilme; duvar ve ayaklarda tabana yakın bölgede meydana gelen, birbirine yakın, çok sayıda çatlaklar ile kendini belli eder (Şekil 3.4).

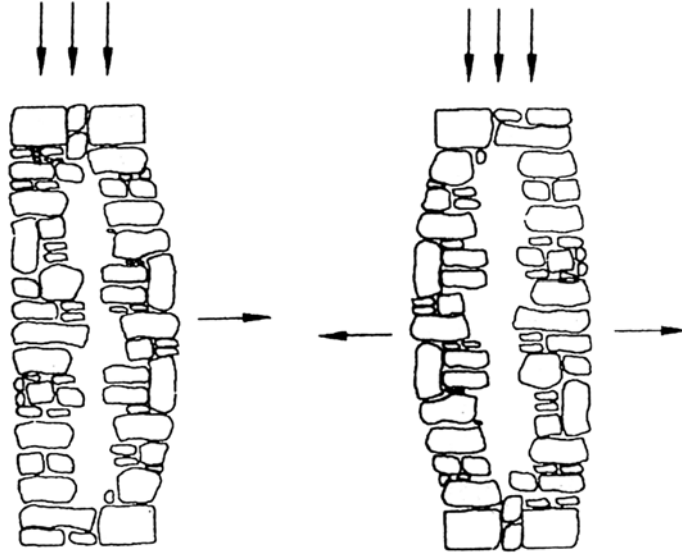


Şekil 3.4 DüŖey kuvvet etkisiyle ortaya çıkan çatlaklar

DüŖey kuvvet etkisiyle, duvar en kesiti içindeki örgü derzleri uygun olmayan duvarlar (Şekil 3.5) ya da birden fazla cidarlı duvarlarda ara dolgu malzemesi ile duvar dış yüzlerinin birleşimi iyi yapılmamışsa veya zamanla zayıflamışsa duvar düzlemine dik (out of plane) hareket edebilir (Şekil 3.6). Bu tür duvar hareketine “duvarda şişme” denir. Duvarda şişme hasarı oluşturan yer değıştirmeler duvar yüzeyinin bir yüzünde ya da iki yüzünde ortaya çıkabilir.

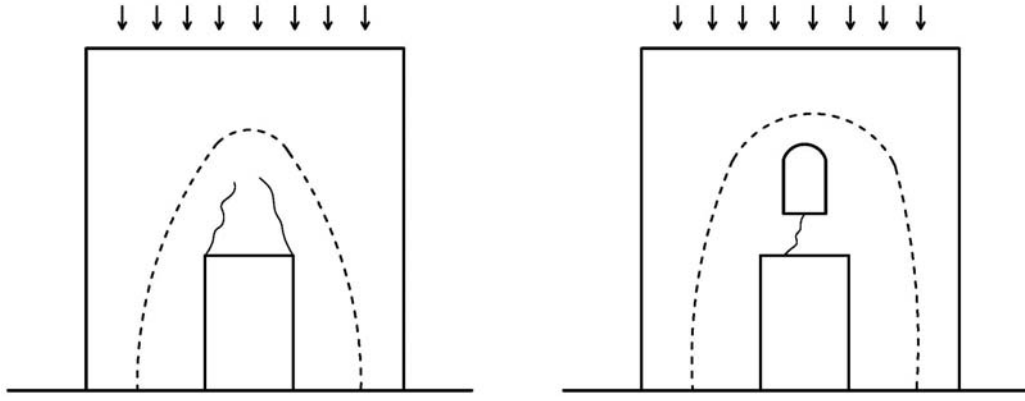


Şekil 3.5 Duvar en kesiti içinde uygun olmayan örgü derzlerinden kaynaklanan şişme hasarı



Şekil 3.6 Çok cidarlı duvarda şişme hasarı (Bayülke, 2001)

Artan düşey kuvvet etkisi ile duvar boşlukları üzerinde hafifletme kemeri teşkil edecek şekilde çatlaklar oluşur (Şekil 3.7). Oluşan hafifletme kemeri hattı altında kalan duvar alanı, çatlayabilir, gevşeyebilir hatta düşebilir. Ancak bu duvar alanı yük taşımadığı için yapı hala güvenlidir (Arun, 2009).



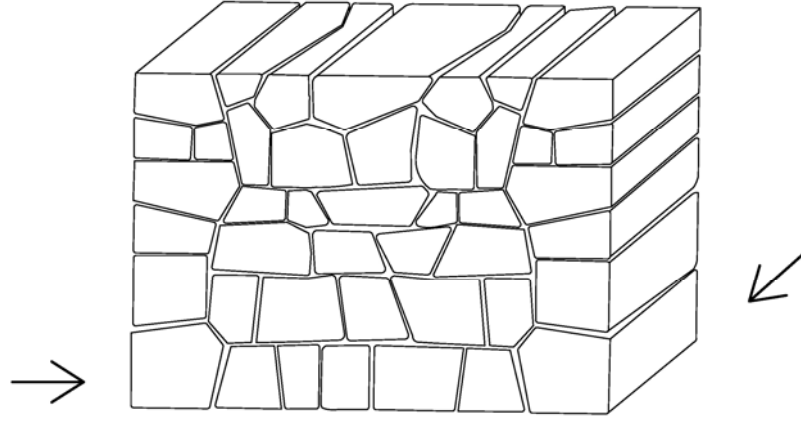
Şekil 3.7 Boşluk üzerinde hafifletme kemeri hasarı

3.2.2 Yatay Kuvvet Etkisi ile Meydana Gelen Çatlaklar

Yığma kagir yapılara etkiyen en önemli yatay kuvvet deprem kuvvetidir. Deprem kuvvetinin doğrultusu, büyüklüğü önceden tespit edilemez. Ancak; zemin yapısı ve zemin hareketleri, jeolojik yapı, jeofizik gibi bilim alanlarında yapılan çalışmalara göre deprem riski altındaki bölgeler ve beklenen depremin büyüklüğüne dair bilgiler elde edilmektedir. Buna göre bazı önlemler alınabilir ve meydana gelecek hasarlar azaltılabilir.

Deprem nedeniyle, duvarda çatlaklar oluşmaya başladıktan sonra narin olan duvarlar yapısal olarak zayıflamaya başlar ve yatay kuvvetlere karşı dayanıksız hale gelir. Bununla birlikte yığma kagir yapıyı oluşturan taş, tuğla gibi elemanlar arasındaki sürtünme sayesinde, ince duvarlarla örülmüş bir yığma kagir yapının bile stabilitesini kaybetmesi ilk çatlak oluşuktan çok sonra meydana gelir. Bir duvar zayıf hale gelmeden önce dinamik özelliklerinden pek çoğu değişir ve çatlağa neden olan yer değiştirmeler artar (Tolles vd, 2002).

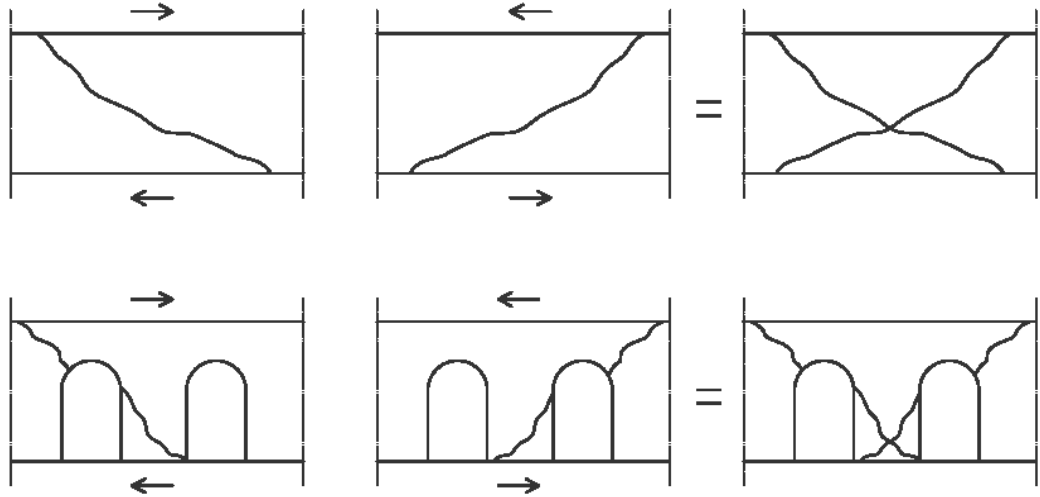
Deprem kuvveti; duvar düzlemi doğrultusunda ya da duvar düzlemine dik doğrultuda etkiyebilir (Şekil 3.8). Deprem kuvvetinin etki doğrultusuna göre yapıda; kayma, eğilme ya da burulma meydana gelir.



Şekil 3.8 Yatay kuvvetin duvara etki doğrultuları

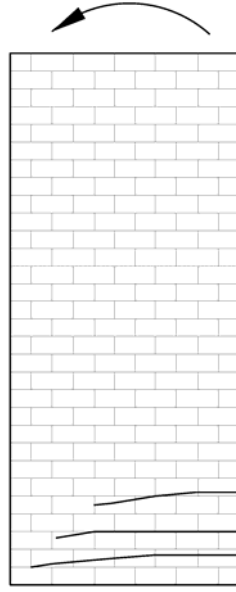
3.2.2.1 Duvar Düzlemi Doğrultusunda Etkiyen Kuvvetlerin Oluşturduğu Hasarlar

Duvar düzlemi doğrultusunda etkiyen yatay kuvvet, duvarda diyagonal çatlaklar (kayma çatlakları) meydana getirir. Deprem kuvvetinin aynı doğrultuda, fakat farklı yönde, tekrarlı olarak yapıya etki etmesi ile çatlaklar kesişerek X çatlakları şeklini alır. Duvarda kapı, pencere boşlukları var ise bu boşluklar çatlaklarda süreksizlik yaratır ve boşluk aralarındaki duvarlarda diyagonal ya da yatay çatlaklar meydana gelir (Şekil 3.9). Yatay kuvvet etkisiyle, çatlaklar ilk önce duvar boşluğunun üst köşesinde ve ardından da alt köşesinde ortaya çıkar.



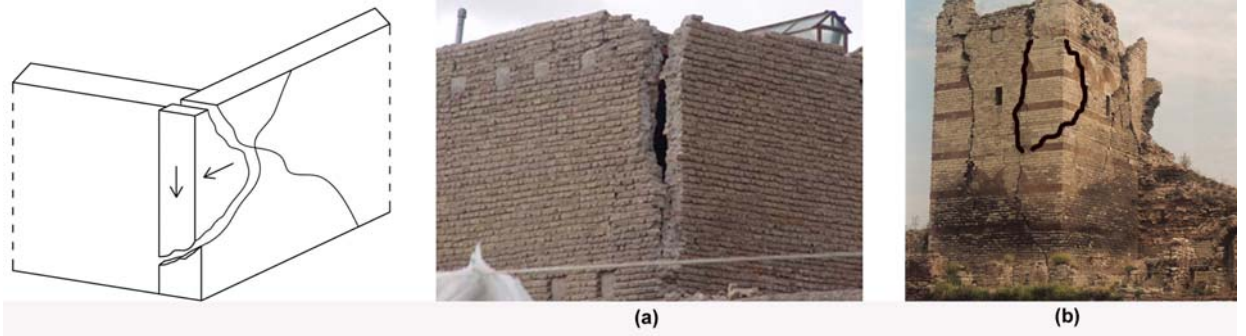
Şekil 3.9 Yatay kuvvet etkisinde meydana gelen kesme çatlakları

Yığma kagir ayaklarda yatay kuvvet etkisinin oluşturduğu dönme nedeniyle ayak tabanına yakın bölgede yatay çatlaklar meydana gelir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Yığma kagir ayaklarda yatay kuvvet etkisiyle meydana gelen çatlaklar

Diyagonal çatlaklar her zaman ciddi bir hasar göstergesi olmayabilir. Duvar kesiti yeterli kalınlıkta ise çatlak duvarın her iki yüzünde devam etmeyebilir. Ancak ince duvarlarda, keşişen çatlaklar bağımsız duvar blokları meydana getirerek, duvar parçasının kendi ağırlığı ile düzlemden ayrılmasına ve düşmesine neden olabilir. Bağımsız duvar parçalarının köşelerde oluşması diyagonal çatlakların yanında düşey çatlaklar da oluşturduğu için duvarın göçmesine neden olabilir (Şekil 3.11).



Şekil 3.11 Kesişen çatlakların oluşturduğu duvar hasarı (a) Broojerd-İran (Zamankhani, 2010), (b) Edirnekapı surları, İstanbul

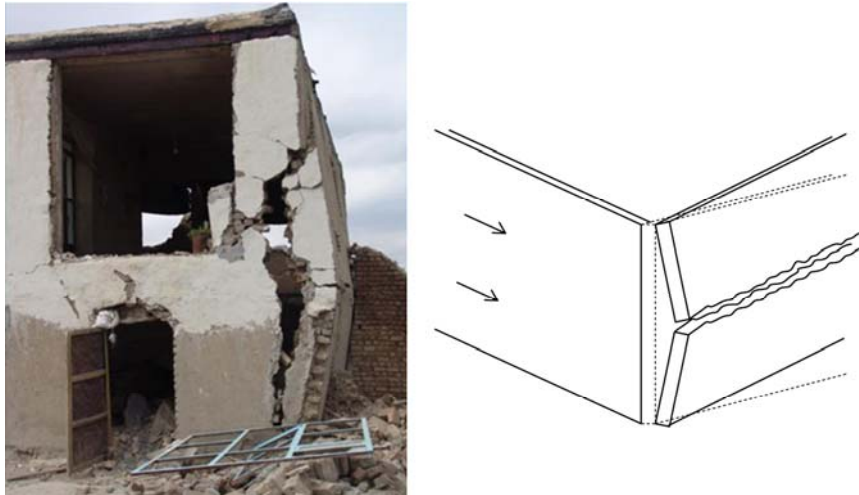
3.2.2.2 Duvar Düzlemine Dik Etkiyen Kuvvetlerin Oluşturduğu Hasarlar

Duvar düzlemine dik doğrultuda etkiyen yatay kuvvet, duvarın düzlemi dışında eğilmesine neden olur. Düzlemi dışında eğilen duvarda düzeltilemez hasarlar meydana gelir. Duvar

düzlemine dik doğrultuda etkiyen kuvvet nedeniyle meydana gelen hasarlar, genellikle birbirine dik duvarların birleşimine yakın bölgelerde gözlenir. Duvar kesişim bölgelerinde çekme ve eğilme gerilmeleri birlikte etki ederek düşey ya da diyagonal çatlakların ortaya çıkmasına neden olur (Tolles vd, 2002).

Yığma kagir yapı duvarlarında düzlem dışında eğilme ve devrilmenin meydana gelmesi; duvar narinliğine, hatılların kullanılıp kullanılmamasına, duvarların birbiri ile birleşiminin iyi olup olmamasına, duvar boşluklarının yeri, büyüklüğü ve çatı ile döşemelerden gelen ilave yüklere bağlıdır.

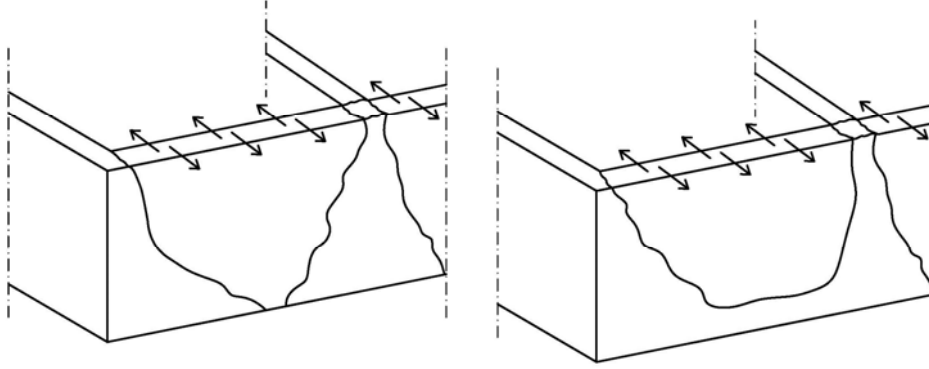
İnce olan ($\lambda > 8$) yığma kagir yapı duvarlarında, düzlemine dik yatay kuvvet etkisinde duvar orta bölgesi boyunca çatlak meydana gelir ve duvar düzlemi dışında yer değiştirir (Şekil 3.12). Uzunluğu boyunca kendisine dik doğrultuda başka bir duvar, ayak, payanda vb bir eleman ile ya da yatayda döşeme, hatıl gibi bir eleman ile bağlanmamışsa ince duvarlar serbest duvar olarak davranır ve düzlemine dik yöndeki kuvvete karşı çok zayıf olduğu için devrilebilir. Kalın yığma kagir duvarların ($\lambda \leq 6$) düzlemi dışına devrilmesi genellikle beklenen bir durum değildir, devrilme ancak çok büyük kuvvet etkisinde meydana gelebilir.



Şekil 3.12 Yatay kuvvet etkisiyle ince duvarlarda düzlemi dışına hareket, Silakhor, İran (Zamankhani, 2010)

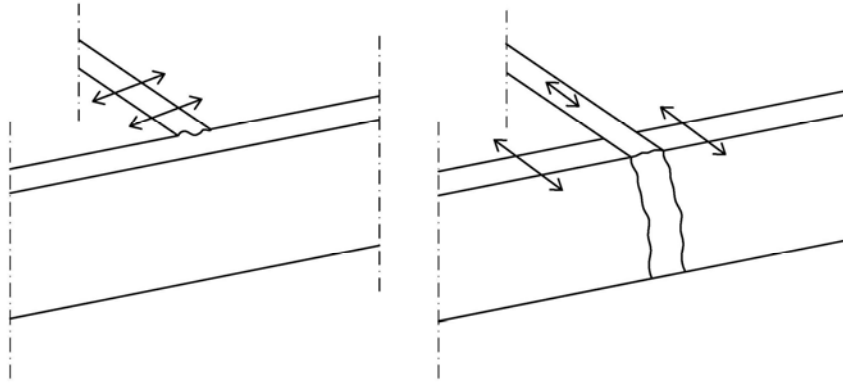
Birbirine dik duvarlardan biri düzlemine dik yatay kuvvet etkisindeyken diğeri düzlemi doğrultusundaki yatay kuvvet etkisindedir. Bunun için büyük yer hareketlerinde duvar birleşimlerinde çatlakların ortaya çıkması beklenen bir durumdur. Etkiyen kuvvet yönüne göre duvarlarda ayrılma ya da düşey çatlaklar meydana gelir. Birbirini dik kesen iki duvarda

eğilme ve çekme meydana gelir. Bir duvarın diğerine uyguladığı yatay kuvvet etkisiyle duvar birleşiminin üst kısmında başlayan çatlak, duvar tabanına doğru düşey ya da diyagonal olarak devam edebilir ve duvar uzunluğu boyunca yatay olarak büyüyebilir (Şekil 3.13). Ayrıca birbirini dik kesen duvarlar yatayda hatıl, bağ kirişi vb bir eleman ile bağlanmamış ise duvar, düzlemi dışına devrilebilir.



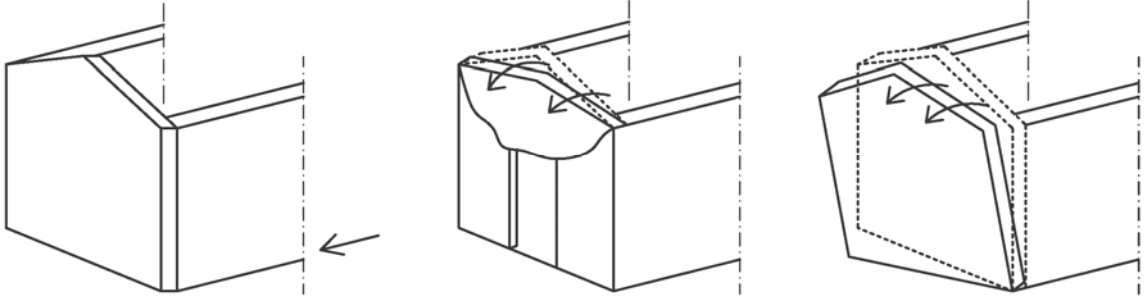
Şekil 3.13 Yatay kuvvet etkisiyle birbirine dik duvarlarda çatlaklar

Birbirine dik duvar birleşimlerindeki çatlaklar duvarları ayırıyorsa ayrılan duvar serbest duvar gibi davranabilir ve bu durumda duvarın devrilme ya da göçme olasılığı artar. Ayrıca çatlaklar nedeniyle kalıcı deformasyonlar da meydana gelebilir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Çatlağın sürekliliği nedeniyle oluşan serbest duvar

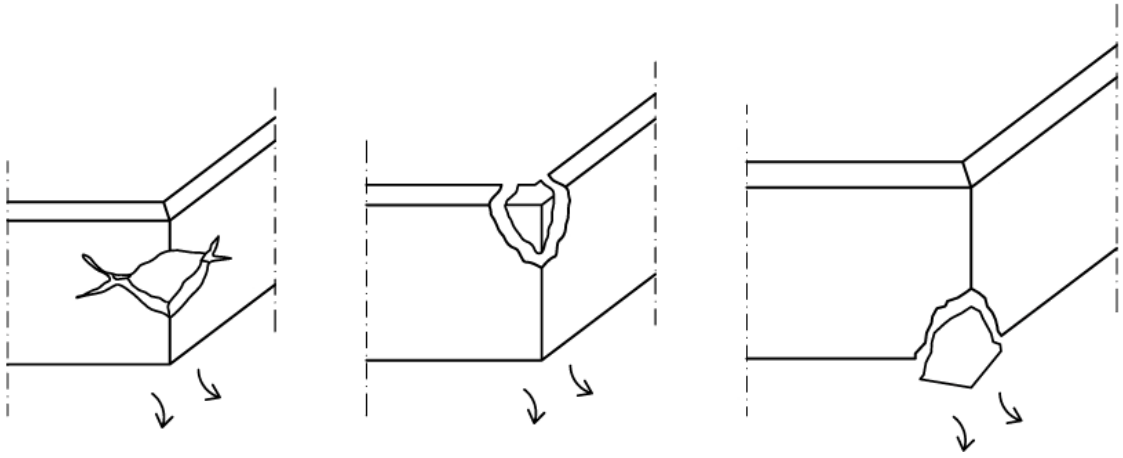
Kalkan duvarları gibi ince duvarlar kendisine dik doğrultudaki duvara ve çatı döşemesine iyi bağlanmamışsa, düzlemi dışına devrilebilir (Şekil 3.15)



Şekil 3.15 Kalkan duvarı hasarları

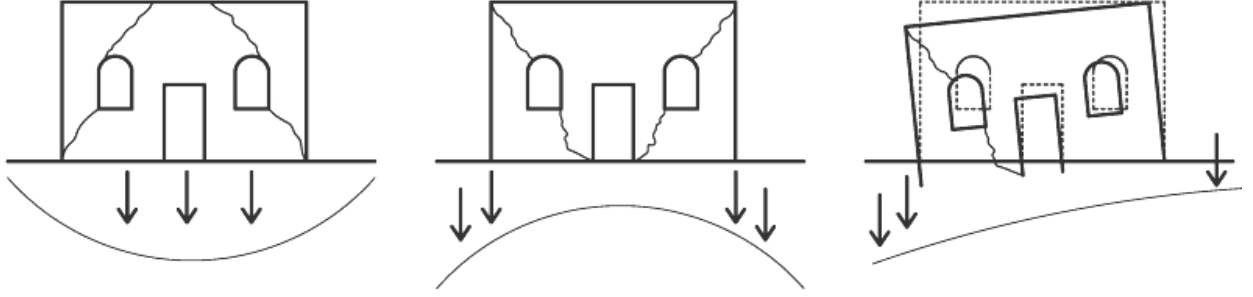
3.2.3 Temel Oturmaları Nedeni ile Oluşan Hasarlar

Temel oturmaları; çeşitli zemin hareketleri, deprem hareketi, yer altı su seviyelerindeki değişimler ya da yapı yakınında yapılan kazılar sonucu meydana gelir. Temel oturması ile yapıda oluşan hareket sonucunda; malzeme ezilmesi, duvarda kesme çatlakları, duvarda veya duvar parçasında dönme, çökme, yer değiştirme veya duvar parçasının düzleminden çıkıp devrilmesi gibi hasarlar meydana gelebilir (Şekil 3.16).



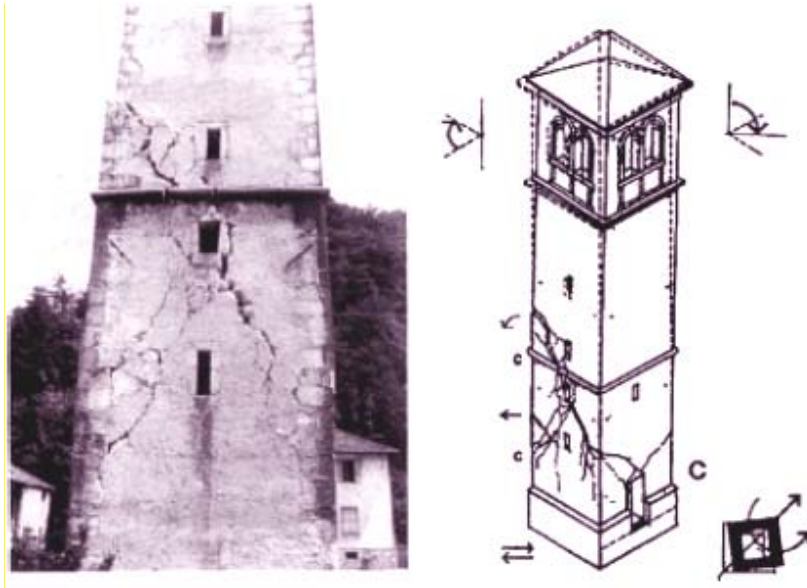
Şekil 3.16 Temel oturması nedeniyle duvar parçasının düzleminden çıkması

Yapı oturması, yapı temellerinin hareketine işaret eder ve çatlaklar ile kendini gösterir. Çatlakların yönü, oturmanın nerede olduğuna dair ipucu verir. Yapı kenarlarına yakın bölgelerde oturma olmuşsa çatlaklar zeminden yukarı doğru açılarak ortaya çıkar, yapının orta kısmında oturma olmuşsa çatlaklar zeminden yukarı doğru daralarak ortaya çıkar, kısmi oturma olmuşsa oturmanın meydana geldiği yere göre çatlak biçimi değişir (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Temel oturmasından kaynaklı çatlaklar

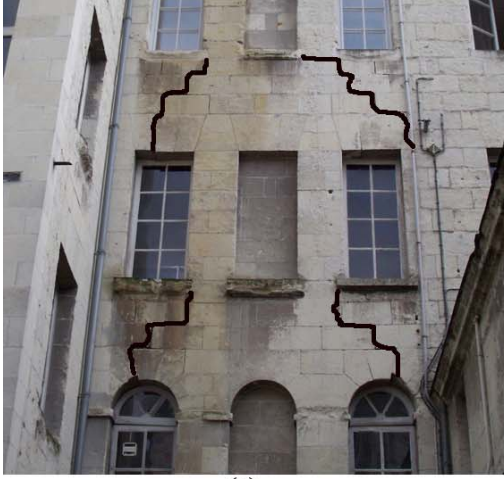
Yığma kagir yapılarda meydana gelen temel oturmaları, rijit yapı gövdesinde harekete neden olabilir. Meydana gelen bu hareket sonucunda yapıda dönme oluşur (Şekil 3.18). Bu dönme ile yapıda kesme çatlakları ve düşey çatlaklar gözlenir ve yapının daha zayıf olan bölümünde kısmi yıkılma, devrilme ya da göçme meydana gelebilir.



Şekil 3.18 Yatay kuvvet etkisiyle meydana gelen çatlaklar (Binda, 2005)

Temel oturmaları nedeniyle kapı, pencere gibi duvar boşlukları üzerinde hafifletme kemeri oluşabilir, hatta duvar parçasının ayrılmasına yol açabilir (Şekil 3.19).

Bu tür çatlaklar sadece zemin oturmalarında değil, duvar içindeki ahşap hatılın çürümesi ya da boşluk üzerinde lento kullanılmadığı durumlarda da görülebilir (Dialer, 2002).



(a)



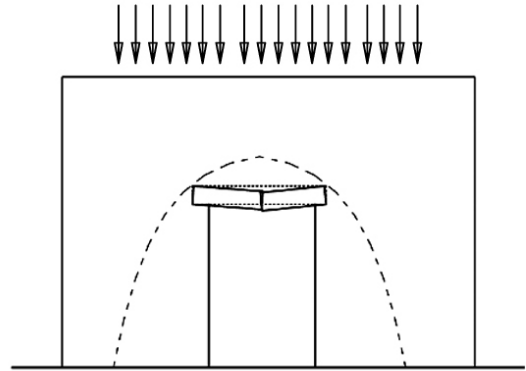
(b)

Şekil 3.19 Temel oturması nedeniyle oluşan çatlaklar, (a) Val de Loire, Fransa, (b) Nakkaş Hasan Paşa Türbesi, İstanbul

3.3 Kemer/Lento Hasarları

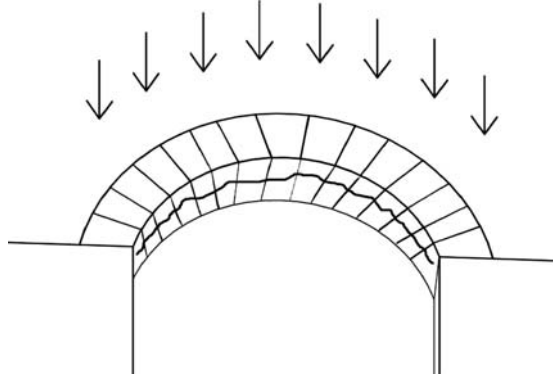
Taş, tuğla, kerpiç, harç vb malzeme ile inşa edilen yığma kagir yapılarda duvar boşluğu oluşturmak için malzemenin yapısı gereği kemer ya da lento kullanılır. Kemer ya da lento hasarları, düşey kuvvet artışı ya da mesnet hareketi nedeniyle oluşur.

Düşey kuvvetlerin artması ile lento malzeme yapısına bağlı olarak kırılabilir ve boşluk üzerindeki duvarda hafifletme kemeri ortaya çıkar (Şekil 3.20).



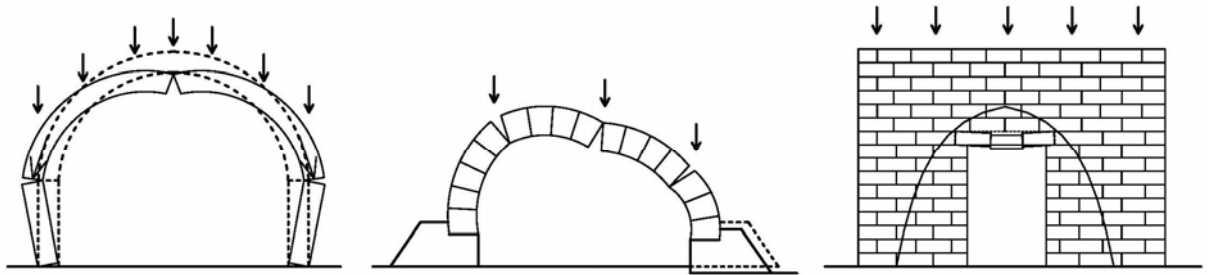
Şekil 3.20 Düşey kuvvet etkisiyle lentonun kırılması ve hafifletme kemeri oluşması, Aya Nikolas Kilisesi, Demre, Antalya (Fotoğraf: Görün Arun)

Yer çekimi kuvvetleri etkisiyle kemerin alt yüzünde, kemer hattına paralel (kemerini iki ya da daha çok kemer olarak çalışacak şekilde ayıran) çatlaklar ortaya çıkabilir (Şekil 3.21). Ayrılan kısımlar kendi başına stabil ise bu tür çatlak hasarları tehlike arz etmez.



Şekil 3.21 Kemer hattına paralel yönde çatlak meydana gelmesi

Boşluk yakınlarında duvar parçasının düşmesi ya da duvarın göçmesi, boşluğu oluşturan lento ya da kemer mesnetindeki itki kuvvetlerinin yok olmasına neden olur. Bu durumda lento düşebilir, düz kemerde taşlarda hareket meydana gelebilir ya da kemerde mafsallar oluşur (Şekil 3.22).



Şekil 3.22 Mesnet hareketi etkisiyle oluşan hasarlar

3.4 Döşeme/Çatı Hasarları

Anıtsal yığma kagir yapılarda özgün olarak kullanılan döşeme ve çatı elemanları; tonoz, kubbe, blok taş kirişli döşeme, volta kirişli döşeme ve ahşap kirişli döşemelerdir. Yatay ve düşey kuvvet etkisiyle, döşeme ve çatı elemanlarında meydana gelen hasarlar, geometrilerine bağlı olarak farklılık gösterir.

Bu döşemelerin yanı sıra sonradan yapılan müdahaleler ile tarihi yapı döşemeleri kaldırılarak betonarme döşemeler uygulanmıştır. Betonarme döşemelerin frekansı ile yığma yapı frekansı

farklı olduğu için daha önce uygulanmış bu tür örneklerin depremde çok hasar gördüğü tespit edilmiştir.

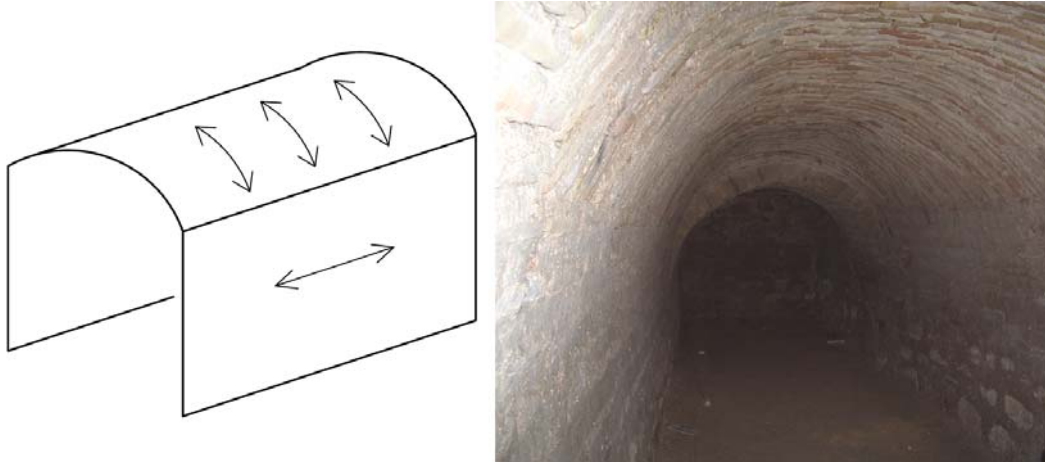
3.4.1 Tonoz Hasarları

Tonozun yapısal davranışı ve kuvvet etkisinde tonozda meydana gelecek hasarlar, tonozun geometrisine göre değişir. Tonozlar geometrilerine göre, tek eğrilikli ve çift eğriliklidir. Tek eğrilikli tonozlar; tonoz yüzeyinin asal eksenlerinden biri doğru, diğeri eğri olan, silindirik (beşik tonoz) ve konik tonozlardır. Çift eğrilikli tonozlar her iki doğrultuda eğrisel olup; eliptik paraboloid, tor ve konoid olarak isimlendirilir (Arun, 2006).

Kagir tonozlar, malzeme yapıları ve geometrilerine göre, oturdukları mesnetlere itki verir. Tonoz mesnedi, itki kuvvetini alacak kalınlıkta olmalı ya da bu itkiyi alacak gergi gibi başka bir yapı elemanı ile desteklenmelidir. Tonozun kesit kalınlığı yeterli büyüklükte ise mesnetlerde açılmaya çalışan itki kuvveti tonoz tarafından karşılanır.

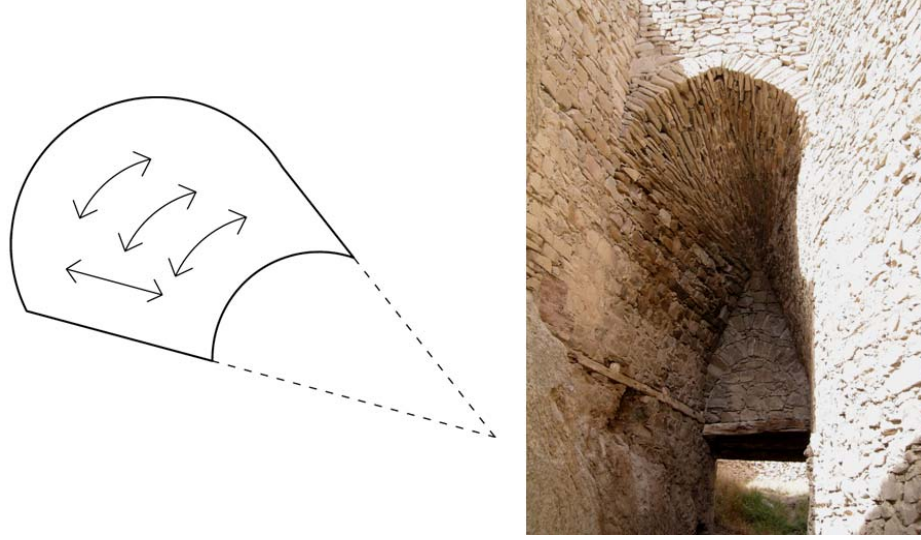
3.4.1.1 Tek Eğrilikli Tonoz Hasarları

Silindirik tonoz; eğri ekseninde kemer gibi, uzunluğu doğrultusunda (doğru ekseninde) giriş gibi çalışır. Eğri eksen üzerinde basınç kuvvetlerine, doğru eksen üzerinde üst kısımda basınca, alt kısımda (eteklerde) çekmeye çalışır (Şekil 3.23).



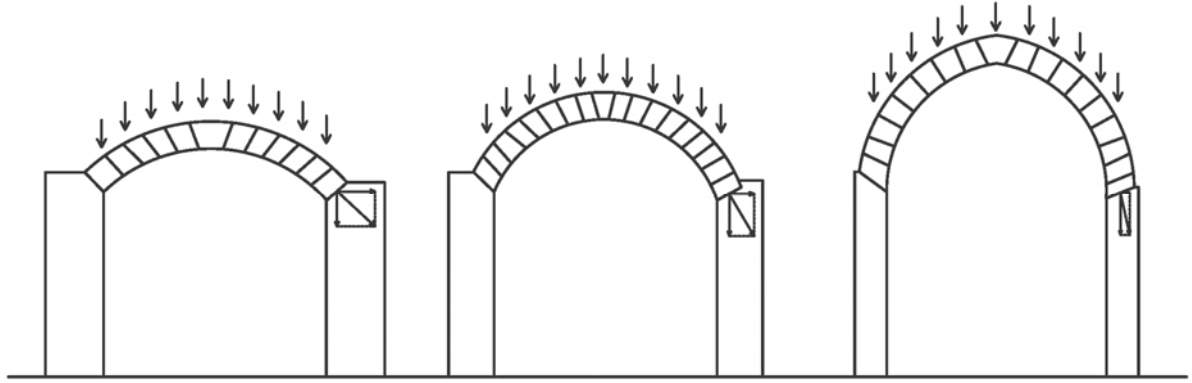
Şekil 3.23 Silindirik tonoz, Yavuz Selim Cami, İstanbul

Konik tonoz, asal eksenlerinden biri doğru diğeri eğri olan geometrik yüzeydir (Şekil 3.24). Bu nedenle silindirik tonoz gibi çalışır.



Şekil 3.24 Konik tonoz (Arun, 2009)

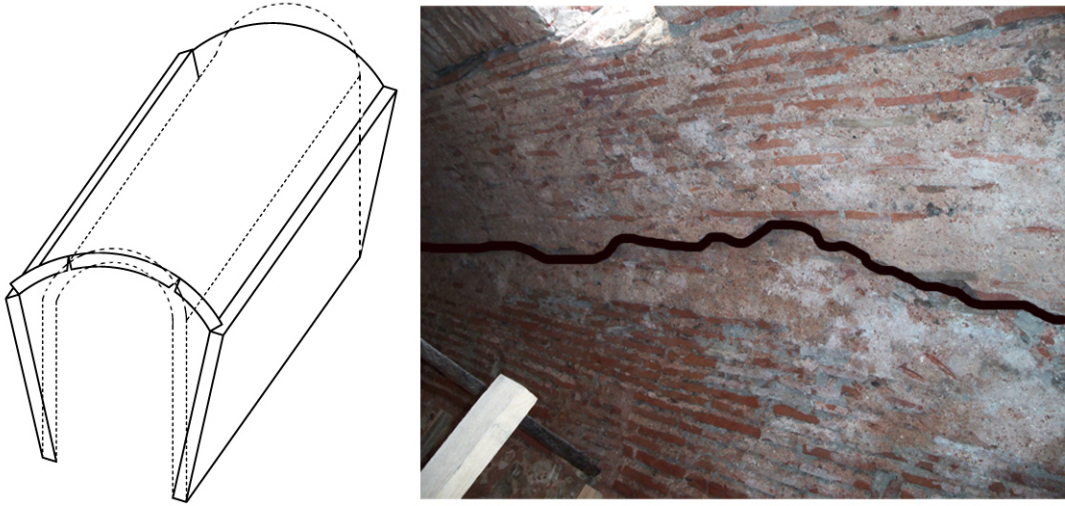
Yer çekimi kuvvetleri etkisiyle, silindirik tonoz ve konik tonoz mesnetlerinde dışa doğru itkiler oluşur (Şekil 3.25).



Şekil 3.25 Tonz mesnetlerine etkiyen itki kuvvetleri

Tonz etekleri çekmeye çalıştığı için bu kısımların doldurulması/ağırlaştırılması gerekir. Tonz eteklerinin hafifletilmesi ya da boşaltılması yer çekimi kuvveti etkisiyle tonoz uzunluğu doğrultusunda çatlak oluşmasına neden olabilir.

Deprem ve temel oturmaları gibi zemin hareketleri sonucunda tonoz mesnetlerinde hareket oluşabilir. Oluşan bu hareket sonucunda tonozun uzunluğu doğrultusunda çatlaklar meydana gelebilir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26 Mesnet hareketi nedeniyle tonozda meydana gelen çatlak, Mimar Sinan Çifte Hamamı, İstanbul

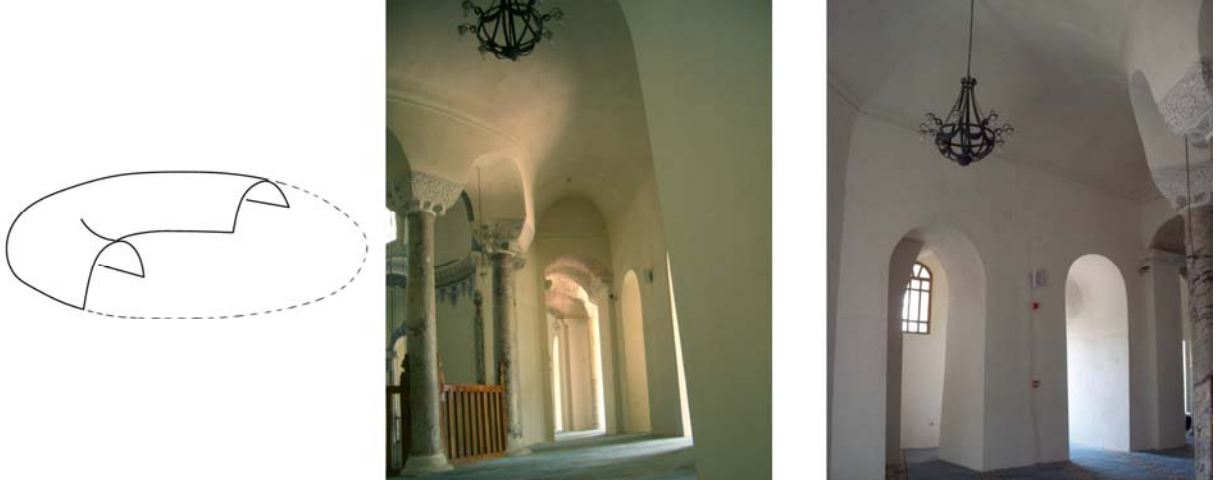
3.4.1.2 Çift Eğrilikli Tonoz Hasarları

Eliptik paraboloid tonoz yüzeyi; bir eğrinin, eğrilik merkezi aynı tarafta olan bir başka eğri üzerinde kaydırılmasıyla elde edilir (Şekil 3.27). Eliptik paraboloid tonozun her iki doğrultudaki yüzeyi basınca çalışır (Arun, 2006).



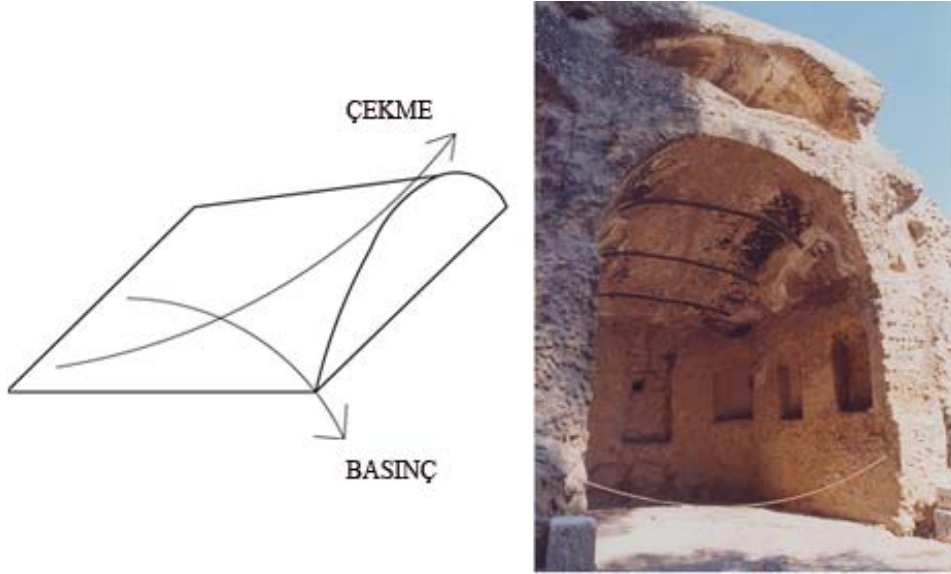
Şekil 3.27 Eliptik paraboloid tonoz, Küçük Ayasofya Cami, İstanbul

Tor yüzeyli tonozlar, bir eğrinin düzlemi dışında bir eksen etrafında döndürülmesiyle elde edilir (Şekil 3.28). Tor yüzeyli tonozlarda; eksen etrafında dönen eğri doğrultusunda basınca, tonoz uzunluğu doğrultusunda ise üstte basınca, eteklerde çekmeye çalışır (Arun, 2009).



Şekil 3.28 Tor yüzeyli tonoz, Küçük Ayasofya Cami, İstanbul

Konoid yüzeyli tonoz, bir doğrunun iki karşı kenarda farklı eğriler üzerinde, kendine paralel kaydırılması ile oluşturulur (Şekil 3.29). Konoid yüzeyli tonozun çekme yörüngesi diyagonal olduğu için kuvvet etkisiyle diyagonal çatlaklar ortaya çıkar (Arun, 2009).



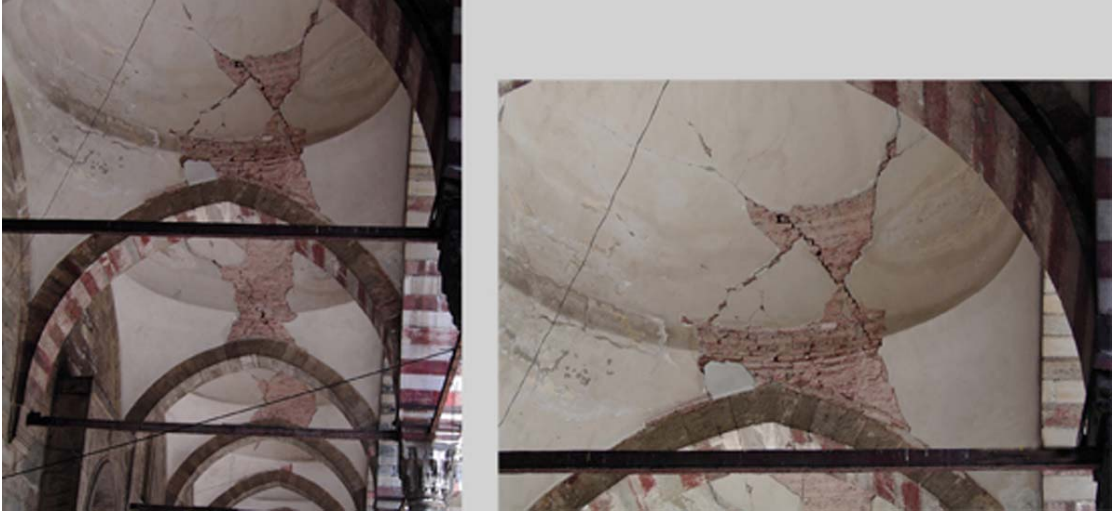
Şekil 3.29 Konoid yüzeyli tonoz (Arun, 2009)

Çeşitli geometrilerde oluşturulan tonozların birbiri ile kesişimlerinden, radyal sıralanmasından ve nervürlü örtülerde nervür aralarının tonozlarla kapatılması ile tonoz kubbe örtüler oluşturulur. Kesiştirilen ya da kemerler arasında örülen tonozlar kendi form geometrilerine göre davranır.

3.4.2 Kubbe Hasarları

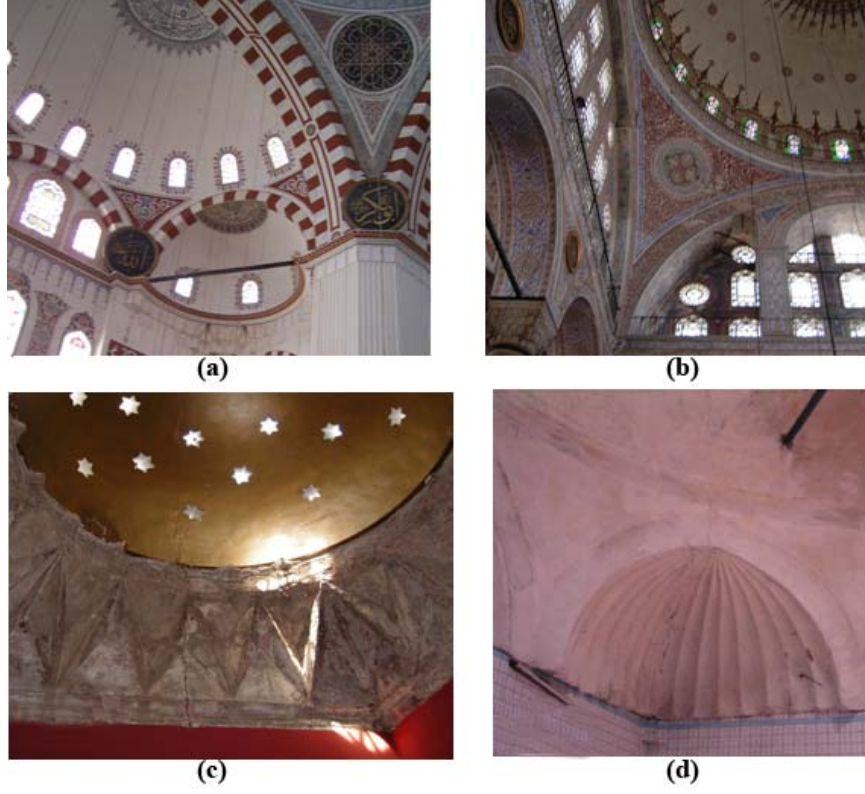
Taş, tuğla gibi elemanlarla örülerek inşa edilen kubbelerin üst bölgesi basınca, eteklere doğru alt bölgesi ise çekmeye çalışır. Kubbe hasarları genellikle çekme bölgesinde meydana gelir. Kagir kubbe etekleri kalınlaştırılmalı (ağırlaştırılmalı) ya da kemerler oluşturularak çekme bölgesi basınca çalıştırılmalıdır (Arun, 2005).

Kubbeye gelen kuvvet etkisiyle; çekme yörüngelerine dik olarak ortaya çıkan çatlaklar, kuvvet artışıyla çeşitli yönlerde dağılarak ilerler (Şekil 3.30).



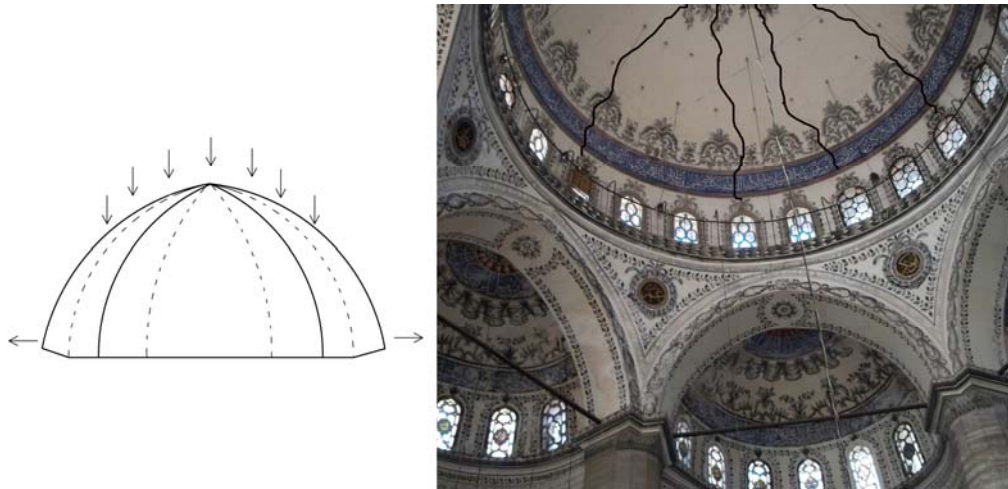
Şekil 3.30 Kubbe hasarları, Fatih Külliyesi, İstanbul

Kubbeler eğrisel örtü elemanları olduğu için daireden kare plana geçişte bu örtü elemanları ile birlikte yarım kubbe, pandantif, tromp, üçgenli kuşak gibi geçiş elemanları da kullanılır (Şekil 3.31). Geçiş elemanları geometrik formlarına göre davranır.



Şekil 3.31 Kubbeli yapılarda geçiş elemanları: (a) yarım kubbe, (b) pandantif, (c) Türk üçgeni, (d) tromp

Düşey kuvvetin (yer çekimi kuvveti) artması, kubbe eteklerini açmaya çalıştığı için düşey doğrultuda, kubbe tabanına dik yönde (meridyen doğrultusunda) çatlaklar ortaya çıkar (Şekil 3.32). Bu çatlaklar kubbeyi kemer dilimleri olarak ayırdığı için kubbe stabilitesi bozulmaz (Arun, 2009).



Şekil 3.32 Özağırlık etkisiyle kubbeye oluşan çatlaklar, Hekimoğlu Ali Paşa, İstanbul

Deprem kuvvetleri ya da temel oturması gibi kuvvet etkileriyle kubbelerde, kubbe tabanına paralel doğrultuda dairesel çatlaklar oluşur (Şekil 3.33).



Şekil 3.33 Kubbe eteğine paralel hasarlar, Fatih Külliyesi, İstanbul

3.4.3 Blok Taş Kirişli Döşeme Hasarları

Blok taş kirişlerle oluşturulan döşeme tek yöne çalışır ve geçtiği açıklık taşın boyutuna bağlıdır. Tek parça blok taştan oluşan kiriş araları kagir malzeme ile kapatılarak döşeme teşkil edilir. Bu tür döşemelerde kiriş aralarındaki dolgu malzemesinin kaybı şeklinde hasar ortaya çıkabilir (Şekil 3.34).



Şekil 3.34 Blok taş kiriş ile teşkil edilen döşemelerde meydana gelen hasarlar, Akropol, Yunanistan

3.4.4 Ahşap Döşeme Hasarları

Ahşap döşemeler malzeme yapısı nedeniyle en çok su ve nemden etkilenir. Kagir malzeme bünyesine giren su ahşap döşeme kirişlerine ulaşır ise malzemede çürüme, bozulma ve yapısal olarak zayıflama meydana gelir (Şekil 3.35). Ahşap döşeme, üzerine gelen yükleri karşılayamayacak kadar zayıfladığında taşıyıcılık özelliğini kaybeder ve hasar görür.

Artan düşey kuvvetler ahşap döşeme kirişlerinde çatlaklara ya da kırılmaya neden olabilir.



Şekil 3.35 Yığma kagir yapıda ahşap döşeme hasarı, Yetimhane, Büyükkada, İstanbul

3.4.5 Volta Döşeme Hasarları

Volta döşeme, metal kirişler (tarihi yapılarda dökme demir, bugün çelik) arasına tuğla ya da taş blokların tonoz biçiminde örülmesiyle teşkil edilir ve tek yöne çalışır.

Düşey yükler (yer çekimi), tonozlardan metal kirişlere aktarılarak mesnet kirişlerine iletilir.

Deprem kuvveti gibi yatay kuvvet etkisinde, metal kirişlerde hareket oluşabilir ve bu durumda tonozlar, düzlem doğrultusundaki kuvvetlere ve düzlem dışı eğilmeye karşı zayıf hale gelir. Kirişleri tek doğrultuda düzenlenmiş volta döşeme diyafram olarak çalışmaz (Arun,2004).

Volta döşeme kirişlerini oluşturan metal profiller, malzeme yapısı nedeniyle su ve nem etkisinde korozyona uğrayabilir. Korozyonla büyüyen kesit, deformasyonları engelleyerek volta döşemede hasara neden olabilir (Şekil 3.36). Bunun yanı sıra duvar – kiriş birleşiminde metal olan profillerin hareketi engellenirse mesnet bölgesinde hasar meydana gelebilir.



Şekil 3.36 Volta döşeme hasarı, Yetimhane, Büyükkada, İstanbul

3.5 Bölüm Sonuçları

Yığma kagir yapı, malzeme yapısı nedeniyle kırılgandır, ancak basınca karşı dayanıklıdır. Çekme kuvvetleri etkisinde ise malzeme yapısı bozulur ve kagir yapılarda hasarlar meydana gelir. Dış kuvvetlerin etkisinin yanı sıra ilerleyen bozulma süreci de kagir malzemenin yapısını bozarak hasara neden olabilir (Richardson, 1991). Tablo 3.1’de yığma kagir yapılarda yapısal hasara neden olan etkiler ile en çok rastlanan hasar biçimleri gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Yığma kagir yapılarda yapısal hasara neden olan dış etkiler ve yapısal hasarlar

Yapısal hasar oluşturan dış etkiler	Yapısal hasarlar
Düşey yükler (yer çekimi kuvvetleri)	Çatlaklar
Deprem kuvvetleri	Basınç elemanlarında ezilme
Temel oturmaları	Kalıcı deformasyonlar
Deformasyonların engellenmesi	

Yapı elemanlarındaki hasarlar; yapı elemanın geometrisi, yapıdaki konumu ve diğer yapı elemanları ile ilişkisine göre çeşitlilik gösterir. Tablo3.2’de dış etkilere göre yapı elemanlarında ortaya çıkan hasarlar verilmiştir.

Tablo 3.2 Yığma kagir yapı elemanlarında dış etkilerin oluşturduğu hasarlar

		Düşey yükler (Yer çekimi kuvvetleri)	Deprem kuvvetleri	Temel oturmaları	Deformasyonların engellenmesi
Sütun	Tek parça	- Düşey çatlak - Kapak atma	- Devrilme	- Dönme - Devrilme	- Parça kopma
	Çok parçalı	- Düşey çatlak - Kapak atma	- Parçalar arasında kayma - Devrilme	- Dönme - Devrilme	- Parça kopma
Duvar / ayak		- Düşey çatlak - Ezilme - Şişme - Boşluk üzerinde hafifletme kemeri oluşması - Lento kırılması - Kemer alt yüzeyinde çatlak	- Kesme çatlağı - Parça kopma - Düzlemine dik devrilme - Komşu duvarların düşeyde ayrılması - Dönme - Kısmi göçme	- Diyagonal çatlak - Parça kopma - Farklı seviyeler arasında düşey çatlak - Kalkan duvarı düşmesi - Boşluk üzerinde hafifletme kemeri oluşması - Rijit yapıda dönme	- Parça kopma - Dönme
Döşeme/çatı	Silindirik tonoz	- Tonoz doğrultusunda çatlak	- Paralel kemer oluşması		
	Konik tonoz	- Tonoz doğrultusunda çatlak			
	Eliptik paraboloid tonoz		- Tonoz doğrultusunda çatlak		
	Tor yüzeyli tonoz	- Tonoz doğrultusunda çatlak	- Tonoz doğrultusunda çatlak		
	Konoid tonoz	- Diyagonal çatlak	- Diyagonal çatak		
	Kubbe	- Meridyen doğrultusunda çatlak (düşey çatlak)	- Paralel doğrultuda dairesel çatlak	- Paralel doğrultuda çatlak	
	Ahşap döşeme				- Mesnet bölgesinde kırılma
	Volta döşeme				- Mesnet bölgesinde kırılma
	BA döşeme	- Kesme çatlağı - Sehim			

4. RİSK TESPİTİ VE YAPI GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1 Risk Tespiti

“Risk” kavramı pek çok alanda kullanılmakta ve çeşitli tanımları yapılmaktadır. Genel anlamıyla “risk”; insan yaşamı, sağlık, maddi değerler ya da çevrede istenmeyen ve elverişsiz durumların ortaya çıkma olasılığıdır (http://www.sra.org/resources_glossary_p-r.php). Günlük dilde kaybın meydana gelme olasılığı olarak kullanılır.

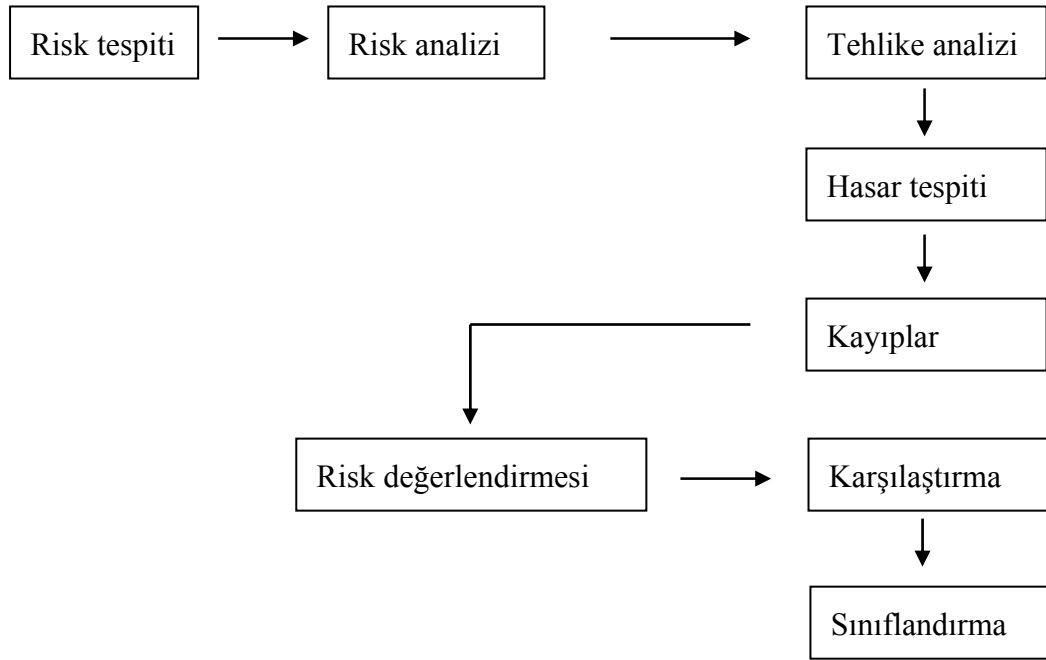
Dilbilimlerinde “risk”; İtalyanca kökenli *risichiare* ve Latin kökenli *risicare* ile ilişkilendirilmektedir. Modern bilimlerde 1920’lerdeki ekonomi teorilerinde, 1950’lerde de sağlık bilimlerinde risk kavramına değinilmiştir (Marcel, 2006).

Risk kavramı ve risk yönetimi yapı mühendisliğinde son yıllarda önem kazanan bir konudur. Kökeninin nereye kadar uzandığı tam olarak bilinmemekle beraber MÖ yazılmış olan Hammurabi Kanunlarında bu konuya ilişkin bir madde olduğu kabul edilir. “Bir yapı ustası bir kişi için ev yaptığında, gerektiği gibi inşa etmeyip ev yıkılırsa ve ev sahibi ölürse o yapı ustası ölümle cezalandırılacaktır” (Hammurabi Codes, 229 No’lu madde).

Yapılarda “risk”; doğal afetler, çevresel etmenler, insanlardan kaynaklı etmenlerin yapıya zarar vermesi ve yapıda bozulma ve hasarların meydana gelmesi tehlikesidir. Risk, yapılarda etkilenebilirliğin fonksiyonu ve hasarın şiddeti olarak ifade edilir (UNDP/UNIDO, 1984).

Risk tespiti, risk analizi ve risk değerlendirmesi sonucu ortaya konur (Şekil 4.1). Risk analizi; insan yaşamı, can, mal ya da çevreye karşı olumsuz sonuçlar meydana getirecek elverişsiz durumları tespit etmek için yapılan sayısal hesaptır. Risk değerlendirmesi ise tehlikeler, hasarlar ve hasarlar arasında ilişki kurarak çeşitli risk olasılıklarını karşılaştırır. Risk tespitinde bu karşılaştırma ve çeşitli tehlikelerin bir arada değerlendirilmesi ile risk sınıfları oluşturulur ve bu sınıflara göre risk derecesi belirlenir. Risk tespiti için bu karşılaştırmaları yapabilecek, risk olasılıklarını birlikte değerlendirebilecek ve buna göre sınıflandırabilecek yöntemler ve modeller kullanılır (Marcel, 2006).

Risk analizi çalışmaları; sağlık, çevre bilimleri, sosyal ve toplum bilimleri, afetler gibi geniş bir alana yayılmıştır. Bunun için risk analizine başlamadan önce risk analizinin amacı ve neyin risk altında olduğu tanımlanarak risk faktörleri ve risk analizinin amacı belirlenir (Proske, 2008).



Şekil 4.1 Risk tespiti bileşenleri (Marcel, 2006)

Tez çalışmasında, anıtsal tarihi yapıların başta deprem olmak üzere tüm risk değerlendirmesinin yapılması hedeflenmiştir. Afet riskleri söz konusu olduğunda yapısal hasarlar ve afet sonrasındaki kayıplar araştırılır. Bu çalışma, sadece yapısal durumu ve potansiyel riskin araştırılmasını kapsamaktadır. Kayıpların belirlenmesi (loss assessment) bu çalışma kapsamında değildir.

Afet öncesi risk tespiti, mevcut yapı stokunun durumunu ortaya koyarak acil durum yönetimi ve planlama çalışmalarının omurgasını belirler. Afet riski olan bölgelerde, risk yönetimi çalışmalarında olası afet durumunda arama-kurtarma çalışmaları ile yapılacak müdahalelerin saptanması ve önceliklerin belirlenmesi için kentsel ölçekte ya da tekil yapı ölçeğinde yapı stokunun mevcut durumunun tespit edilmesi çok önemlidir.

Afet sonrası tespit çalışmalarının amacı yapı kullanımının sürdürülmesindeki riski tespit etmektir. İlk aşamada sadece gözleme dayalı hızlı veri toplama işi yapılarak öndeğerlendirme çalışmaları gerçekleştirilir. Deprem ya da sel gibi bir doğa felaketi gerçekleştiğinde yapılarda hasar tespiti çalışmaları başlar. Afetin hemen ardından hasara uğramış yapılarda çalışmak, deprem durumunda artçı şoklar gibi afetin etkilerinin devam ettiği, insanlar için arama kurtarma çalışmalarının sürdürüldüğü olağanüstü hal koşulları dikkate alındığında oldukça güçtür.

Yapısal hasarların olası sonuçlarının değerlendirilmesi ve deprem yükleri karşısında hangi değerlerin zarar göreceğinin tespiti oldukça güçtür. Bunun için veri toplama işleminde dikkat edilmesi gerekli hususlar insan yaşamına zarar verecek hasarların belirlenmesi ve verilerin çeşitli yapılarda karşılaştırılabilir olmasıdır. Böylece benzer nitelikteki veriler birbiri ile karşılaştırılarak karar verilebilir ve verilen kararın daha güvenilir olması sağlanabilir.

Yapısal risk analizinde risk dereceleri belirlenir ve sonuç bu derecelere bağlı bir risk sınıfı olarak ifade edilir. Genellikle derecelendirme yapılırken risk yok, az riskli, düşük riskli, orta riskli, çok riskli gibi ifadeler kullanılır.

4.2 Yapının Mevcut Durumunun Tespiti

Yapıların mevcut durumunun tespiti çalışmaları; meydana gelen bir afetin ardından yapının kullanılabilir halde olup olmadığına karar verilmesi ya da afet öncesi yapının potansiyel riskinin belirlenmesi, afet sırasında oluşacak hasarların azaltılması, mevcut hasarların iyileştirilmesi ya da ilerlemesinin engellenmesi amacıyla yapılır.

Yapıların mevcut durumu araştırılırken en önemli ölçüt yapıda daha önceden meydana gelen hasarlar ve nedenleridir. Gerek afet öncesi gerekse afet sonrası yapılan hasar tespiti çalışmalarındaki amaç; incelenen yapının taşıyıcı sistemindeki zayıflıkların tanımlanması, inceleme yapılan bölgedeki zayıf yapıların ve ayrıntılı inceleme gerektiren yapıların tespiti ile taşıyıcı sistemin iyileştirilmesi için en uygun müdahale yöntemlerinin belirlenmesidir.

Doğal afetlerin ardından hasar tespiti çalışmalarının yapılması daha yaygındır. Oysa afet öncesi hasarlı olan yapıların afet sırasında daha büyük tehlike altında olduğu ve hem mal hem de can güvenliğini tehdit edeceği açıktır. Bunun için afet öncesi tespit çalışmaları son derece önemlidir (Marcel, 2006).

Afet sonrası yapı durumu tespit yöntemleri genellikle sokaktan taramaya dayanır. Bu durumda yapı güvenliği hakkında temel bilgi edinmek için yapının hasar durumu ve çatlak dağılımları gibi bilgileri edinmek yeterli olabilir. Buna karşın potansiyel riskin belirlenmesi ve afet öncesi yapısal durum değerlendirmesinin yapılması daha fazla bilgi gerektirir. Yapı güvenliği ve potansiyel riski belirlemeye ilişkin çalışma yaparken; incelenen yapının geometrisi, plan tipi, komşu yapılar ile ilişkisi, taşıyıcı elemanları, yük aktarma ve geçiş elemanları, mevcut hasarlar gibi bilgilere gereksinim duyulur.

Yapısal durum tespiti çalışmaları, gözleme dayalı tespit yöntemleri ve ayrıntılı tespit yöntemleri ile yapılır. Bu yöntemler hem afet öncesi hem de afet sonrası tespit çalışmaları için kullanılabilir. Kullanılacak yöntem; çalışmanın amacı, çalışma süresi, yapı türü ve bütçeye göre belirlenir. Yapı güvenliği ve yapının mevcut durumu araştırılırken bazen sadece gözleme dayalı tespit yeterli olsa da bazen sayısal modeller, laboratuvar modelleri ya da tahribatsız, az tahribatlı veya tahribatlı deneyler gibi ayrıntılı çalışmalar gerekebilir (Tablo 4.1). Tüm tespit çalışmalarında önemli olan yapının düzenli bir şekilde izlenmesi, verilerin sistematik bir şekilde toplanması ve sonuç için elde edilen verilerin doğru bir şekilde değerlendirilmesidir.

Tablo 4.1 Yapısal durum tespit yöntemleri

Gözleme dayalı tespitler	Ayrıntılı tespitler
Görsel verilere dayanır	Ayrıntılı çalışmalar (tahribatsız, az tahribatlı veya tahribatlı deneyler) gerektirir
Daha kısa sürede sonuç alınır ve az bütçe gerektirir	Sonuç daha uzun zamanda alınır ve daha büyük bütçe gerektirir
Bu konuda eğitilmiş kişiler tarafından yapılabilir	Uzman kişiler tarafından gerçekleştirilir
Çok sayıda yapıya uygulanabilir	Sınırlı sayıdaki yapıya uygulanabilir

4.2.1 Gözleme Dayalı Tespitler

Gözleme dayalı tespit yöntemleri, mevcut belge araştırmaları ve çoğu zaman yapının sadece dışından yapılan incelemeleri kapsar. İnceleme sırasında; yapı tanımı, kat adedi, kullanım amacı, yapı boyutları, yapının yeri, topoğrafyası, taşıyıcı sistem türü, yapı elemanlarının tanımı, varsa müdahaleler, gözle görülen hasarlar gibi bilgiler toplanarak yapı fotoğrafları çekilir ve yapının mevcut durumu belgelenir.

Elde edilen bu veriler doğrultusunda yapı bir bütün olarak ele alınıp değerlendirildiğinde; yapısal hareket meydana gelip gelmediği, var ise devam edip etmediği, yapı elemanları arasındaki birleşimlerden kaynaklı hasarların olup olmadığı, hasar nedenlerinin neler olabileceği gibi sonuçlara ulaşmayı sağlar. Gözleme dayalı verilerin değerlendirilmesi sonucunda yapının güvenlik değerlendirmesinde ayrıntılı tespitler gerekip gerekmediğine karar verilebilir.

Gözleme dayalı inceleme yöntemleri yapı türüne ve yapının karşı karşıya kaldığı risk türlerine göre değişmekle birlikte temel olarak yapılacak çalışma bölümlere ayrılmalı ve çalışmanın

bölümleri arasında sistematik ilişki kurularak yapı bir bütün olarak değerlendirilmelidir. Çalışma yönteminin ve inceleme sırasının ilkeleri baştan belirlenerek her yapı elemanı için ve her yapı için aynı işlem sırası takip edilmelidir. Özellikle alan çalışmasında dikkat dağıtıcı pek çok unsur olduğu dikkate alındığında belirli bir işlem sırasının takip edilmesi çalışmanın ya da yapının herhangi bir bölümünde eksiklik kalmaması için büyük önem taşır. Örneğin; çatıdan zemine doğru inceleme sırası belirlemek, önce düşey, sonra yatay elemanları incelemek, plan çiziminde belirli bir eleman sırası takip etmek gibi ölçütler belirlenerek çalışma yöntemi saptanır ve tüm yapılarda aynı işlem sırası uygulanır. Genellikle giriş, sağ yan, sol yan yerine kuzey, güney gibi değişmez yön belirteçleri kullanmak çalışmanın herkes tarafından kolay anlaşılmasını ve herhangi bir karışıklık olmamasını sağlar (Feilden, 1982).

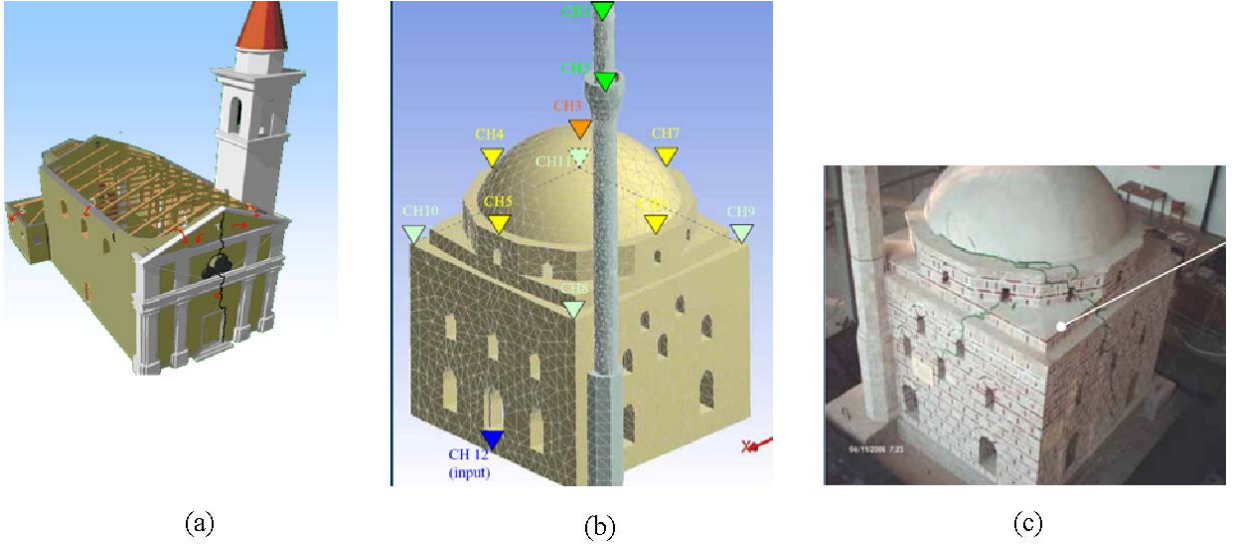
Görsel tespit yöntemlerinde, genellikle çeşitli soruların yer aldığı yapı tespit formları kullanılır. Kullanılan formlarda sorgulama biçimi, yapıya ilişkin sorular ve formun oluşturulması farklılıklar göstermekle birlikte cevaplarda derecelendirme yapılması en yaygın uygulamadır. Örneğin yapıyı oluşturan yapı elemanları ve yapı bölümlerinin hasar sorgularında mevcut hasarlar için hasar yok, az, orta, ağır, göçme gibi ya da birden beşe kadar değer vererek derecelendirme ile tespit yapılır. Bunun yanı sıra yapı tespit formundaki sorular niteliklerine göre bölümler halinde sınıflandırılarak değerlendirme için uygun hale getirilir. Eleman düzeyinde yapılan bu tespitler değerlendirilerek yapı bütünü için bir karara varılır.

Gözleme dayalı yapısal durum tespiti yöntemlerini kullanma amacı genellikle; kısa sürede çok yapının taranması ile kent ölçeğinde yapıların risk düzeylerine göre sınıflandırılması ve ayrıntılı tespit gerektiren yapıların belirlenmesidir.

4.2.2 Ayrıntılı Tespitler

Ayrıntılı tespit çalışmaları görsel tespit çalışmalarının devamı niteliğindedir. Görsel tespitin ardından, yapısal durumu zayıf, ayrıntılı çalışma gerektiren yapılarda yapısal zayıflıkların nedenlerini belirlemek ve gerekli ise uygun müdahale yöntemlerine karar vermek için kullanılır. Yapısal zayıflıkları tespit etmek için çatlak mekanizması, deprem davranışı, olası göçme mekanizması gibi belirli yapı davranışları araştırılır (Binda, 2005).

Ayrıntılı tespitte yapıya ilişkin sayısal modeller, laboratuvar modelleri ile alanda tahribatsız, az tahribatlı ve tahribatlı testler yapılır (Şekil 4.2). Bu çalışmalar uzman gerektirdiği, uzun zaman aldığı ve yüksek maliyetli olduğu için sadece gerekli görülen yapılarda uygulanır.



Şekil 4.2 Ayrıntılı tespitte kullanılan bazı yöntemler (a) çatlak mekanizması, (Modena, 2005)
(b) sonlu elemanlar modeli, (c) laboratuvar modeli (PROHITEC, 2005 - 08)

- **Sayısal modeller**

Yapılara ilişkin sayısal modeller; Sonlu Elemanlar Yöntemi'ne dayalı, doğrusal ya da doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile çeşitli yapı analizi programları kullanılarak oluşturulmaktadır. Yapısal model oluşturulurken malzeme özellikleri belirtilmekte, yapı davranışını temsil etmek için çeşitli kabuller yapılmakta, deprem yönetmeliklerindeki şartlara ve hesap yöntemine uyulmakta ve güvenlik faktörleri alınmaktadır. Betonarme, çelik gibi malzeme yapısı belirli ve yapı davranışı tanımlanabilen yeni yapılarda bu tür sayısal modeller daha güvenilir sonuçlar verirken anıtsal tarihi yapıların karmaşık yapısı ve pek çok yapısal/tarihsel belirsizlik nedeniyle bu tür modellerin kullanılmasında dikkatli olunmalıdır.

- **Laboratuvar modelleri**

Laboratuvar modelleri genellikle yapıların deprem kuvvetleri altındaki davranışını ve göçme mekanizmasını araştırmak için kullanılır. Bu modeller laboratuvar koşullarına göre 1/1 ya da daha küçük ölçeklerde inşa edilerek deprem kuvveti etkisiyle yapıda ya da yapı elemanında oluşacak hasarlar araştırılır. Bu tür çalışmalarda en önemli husus modelin ölçeklendirilmesi sırasında yapı elemanlarının boyut ve malzeme özelliklerinin belirlenmesidir. Gerçek ölçeği dışındaki bir ölçekte inşa edilecek yapının gerçek yapı davranışını temsil etmesi için yapının gerçek boyuttaki elemanları ve malzeme özellikleri doğrudan kullanılamaz. Küçülen orana göre yeni yapı elemanı boyutları ve malzeme özellikleri tespit edilir.

- **Testler**

Yapı güvenliği değerlendirilirken yapısal davranış ve malzeme özellikleri araştırılır. Bunun için tahribatsız, az tahribatlı ya da tahribatlı testler yapılır. Eğer tarihi yapı ile ilgili bir çalışma söz konusu ise tahribatsız testler ya da az tahribatlı testler uygulanır.

Yapılarda basınç gerilmesi seviyesinin, tuğla, taş ya da beton bloklar ile harç gibi bağlayıcıların arasındaki kayma gerilmesinin, elastisite modülünün ve malzeme yapısının belirlenmesi için yaygın olarak sertlik, ultrases, flatjack vb testler kullanılır (Aköz, 2005).

Bu yöntemlerden yerinde yapılan sertlik ölçümü, ultrases ölçümü, radyoaktif yöntemler ile ölçüm, infrared tomografi yöntemi, yerinde basınç deneyi, yerinde kayma deneyi tahribatsız ve az tahribatlı testlerdir. Yapıdan numune alınarak laboratuvar ortamında deney yapılması ise tahribatlı test olarak adlandırılır. Laboratuvar deneyleri; taş örneklerde mekanik deneyler, tuğla örneklerde mekanik deneyler, taş-tuğla-harç örneklerinde fiziksel deneyler, taş-tuğla-harç örneklerinde mikroyapısal özelliklerin araştırılması çalışmalarını kapsar (Aköz, 2005).

4.2.3 Hasar Sınıfları

Hasar sınıfları yapıların mevcut hasar durumunu tarif etmek ya da yapı kullanım durumunu belirtmek için kullanılır.

Yapının mevcut durumu incelenirken görsel tespit ya da ayrıntılı tespit yöntemlerinden hangisi kullanılırsa kullanılsın yapı hasarları, hasar sınıflarına göre derecelendirilerek belirtilir. Literatürde yapı türlerine göre pek çok hasar sınıflandırması mevcuttur. Hasar sınıfları çeşitli kaynaklara göre bazı farklılıklar gösterse de genellikle hasarsız, az hasarlı, orta hasarlı, ağır hasarlı, göçme gibi hasar sınıfları kullanılır.

Sınıflandırma yapılırken her hasar sınıfının adı ve tanımı yapılır. Bu sınıflandırmalarda genel olarak en düşük seviye hayati tehlike taşıyan hasarların olmadığı; orta seviye bazı hasarların tespit edildiği ve bunlara ilişkin önlem alınması gerektiği; ağır hasar seviyesi yapının kullanılamaz halde olduğunu ifade eder. Tablo 4.2’de yığma kagir yapılar için hasar sınıfı/şiddeti tablosu verilmiştir.

Tablo 4.2 Hasar sınıfları (Sinha ve Goyal, 2004)

Hasar sınıfı/şiddeti	Hasar tanımı
Derece 1: Önemsiz – az hasar (Yapısal hasar yok)	Bazı duvarlarda kılcal çatlaklar, Küçük sıva dökülmeleri, Yapının üst bölümlerinden kopan taşların düşmesi.
Derece 2: Orta seviyede hasar (Az yapısal hasar)	Birçok duvarda çatlak, Sıvada oldukça büyük parçaların kopması, Bacalarda kısmi yıkılma.
Derece 3: Hasarlı (Orta seviyede yapısal hasar)	Pek çok duvarda büyük ve sürekli çatlak, Çatı kiremitlerinde dökülme, Bacalarda devrilme.
Derece 4: Çok ağır hasar (Ağır yapısal hasar)	Duvarlarda düzlem dışı devrilen parçalar, Çatı ve döşemelerde kısmi göçmeler
Derece 5: Harap (Çok ağır yapısal hasar)	Yapının tümü ya da neredeyse tümünün göçmesi

Genellikle hasar sınıfı belirlenirken çatlak genişliklerine göre karar verilir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3 Çatlak genişliğine göre hasar dereceleri (Önal ve Koçak, 2005)

Çatlak genişliği	Hasar Derecesi	Açıklamalar
0.1 mm' den az	Önemsiz	Yapıya ve kullanıma etkisi yoktur.
0.1 – 0.3 mm	Önemsiz, az	Taşıyıcı sisteme ve yapı kullanımına bir etkisi yoktur.
0.3 – 1.0 mm	Az	Taşıyıcı sisteme bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır.
1.0 – 2.0 mm	Orta	Taşıyıcı sisteme büyük bir etkisi yoktur. Estetik açıdan sakıncalı olabilir. Dış cephe elemanlarının yıpranmasını hızlandırır.
2.0 – 5.0 mm	Orta	Taşıyıcı sistemi etkiler.
5.0 – 15.0 mm	Orta-Ağır	Kapı ve pencereler sıkışabilir. Su ve kanal bağlantıları kırılabilir. Bu boyutlardaki çatlaklar kabul edilemez çatlak sınırı oluşturur.
15.0 – 25.0 mm	Ağır	Müdahale gerektirir. Yapı stabilitesi tehlike altındadır.
25.0 mm'den büyük	Çok ağır ve Çok tehlikeli	Yapıda ağır hasar, onarım ya da yeniden yapım gerektirir.

Afet durumunda yapılan incelemeler ile yapıların kullanılabilir durumda olup olmadığının kararı yapının hasar durumu ile ilişkilendirilerek belirtilir (Tablo 4.4). Bu durumda yapılar kullanım için güvenli, kullanım için güvensiz, kullanımı tehlikeli gibi sınıflandırılır.

Tablo 4.4 Yapı hasarına göre kullanım sınıflandırması (Anagnostopoulos ve Moretti, 2006)

Kullanım sınıfı	Kullanılabilirlik	Hasar durumu
KULLANILABİLİR (Yeşil işaret)	Olası kısıtlamalarla kullanılabilir	1 – 2 = Yok - Az
KULLANIM İÇİN GÜVENSİZ (Sarı işaret)	Kullanılamaz, güçlendirme gerekli	2 – 3 = Orta - Ağır
KULLANIMI TEHLİKELİ (Kırmızı işaret)	Kullanılamaz	3 – 4 = Çok ağır - Göçme

4.3 Yapı Güvenliğinin Değerlendirilmesi

Yapı güvenliğinin değerlendirilmesi; yapısal bozulma, hasar ya da kusurların ortaya konulması ve bunların önlenmesi için alınacak tedbirlerin araştırılması için yapılan çalışmalardır. Hasar tespiti, hasar nedenlerinin araştırılması, yapının mevcut yapısal durumunun tespiti, müdahale gerekip gerekmediğine karar verilmesi ve gerekiyorsa müdahale yönteminin belirlenmesi aşamalarından oluşur.

Yapının güvenlik kararı, nitel ve/veya nicel (sayısal) tespitler sonucu yapılan teşhis doğrultusunda verilir (Roca, 2007). Nitel verilerin elde edilmesi için görsel tespit çalışmaları yeterli olurken nicel veriler sayısal hesaplar, laboratuvar deneyleri gibi ayrıntılı çalışmalar gerektirir. Genellikle görsel tespit çalışmaları güvenlik değerlendirmesinde ilk adım çalışmaları olup öndeğerlendirme yapılmasını sağlar ve ayrıntılı tespit çalışmasının gerekip gerekmediğini ortaya koyar.

Güvenlik kararı, yapısal davranışı ortaya koyan nitel ve nicel verilerin her ikisine de dayanmalıdır. Sayısal hesaplarda oluşturulan modellerde pek çok kabul yapıldığı ve yapı elemanları ile yapı bütününe temsilinde bazı eksiklikler olduğu ve sayısal hesabın tek başına geçerli olamayacağı unutulmamalıdır. Bunun için yapı güvenliği değerlendirilirken, sadece yapı elemanı ölçeğindeki bozulma ve hasarlar değil, yapının bir bütün olarak ele alınması çok önemlidir (Lourenço, 2005).

Yapı analizindeki en önemli sorunlar, varsayımların belirsizliği ve gerçek durumun doğru bir biçimde matematik model ile ifade edilme güçlüğüdür. Sayısal hesap yapılırken bir yapının gerçek davranışı tam olarak ortaya konulamadığı için yapı idealleştirilmiş bir model ile temsil

edilir. Yapılan hesap sonucu dış etkiler altında yapıda meydana gelen gerilmeler, şekil değiştirmeler ve yapı stabilitesi belirlenir. Yapı; değişik yükler altında, çeşitli karmaşıklık düzeyinde, farklı varsayımlarla birbirinden farklı idealleştirilmiş modeller ile temsil edilebilir. Bu modellerin hiç biri binayı tam olarak temsil etmese de hepsi gerçeğe farklı yakınlıklardaki ideal yapı modelleridir ve bu modellerle yapılan hesaplar doğru yorumlandığında yapı hasarlarının nedenleri hakkında doğru sonuçlar verebilir. Bunun için yapıyı temsil eden ideal model oluşturulmasında uzman görüşü ve doğru muhakeme çok önemlidir (Arun, 2007b).

İlk yapıldığı tarihten sonra yapıda; çeşitli etkilerle bozulma veya hasarlar meydana gelir, fonksiyon değişimi, ekler, onarım ve güçlendirme gibi yapıya ek yükler getirecek değişiklikler yapılabilir. Tüm bu etkiler özgün yapı davranışını değiştirir. Sayısal yapı modeli oluşturulurken bu etkiler göz önünde bulundurulmalı ve doğru bir biçimde temsil edilmelidir. Yönetmelikler ve şartnameler bu belirsizlikleri dikkate almak için güvenlik faktörleri getirerek hesabın emniyetli sonuç vermesini sağlar.

Yapı güvenliği kararı verilirken tüm bu kabuller ve belirsizlikler dikkate alınarak yapı bir bütün olarak ele alınmalı ve son karar farklı disiplinlerden oluşan uzman ekibi tarafından verilmelidir.

4.4 Yığma Yapıların Değerlendirilmesinde Kullanılan Mevcut Yöntemler

Yapıların güvenlik durumunun değerlendirilmesine ilişkin kullanılan yöntemler genellikle afet sonrası yapı durumunu belirlemeye yönelik geliştirilen yöntemlerdir. Betonarme, çelik, ahşap ve yığma gibi farklı yapı sistemleri için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Tez çalışması, anıtsal yığma binalara ilişkin olduğu için burada sadece yığma yapılar için geliştirilen yöntemler ele alınacaktır.

Ülke ekonomisi, yapı stoku, uzmanlık alanları, uygulama biçimi gibi faktörlere göre her yöntem farklılıklar göstermektedir. Ancak afet sonrası yapı stokunun mevcut durumunu belirlemeye yönelik geliştirilen bu sistemlerin genel olarak ortak özellikleri vardır. Uygulanan yöntemlerde afetin hemen ardından alanda kullanılmak üzere yapı tespit formları geliştirilmiştir. Bu formlar temel olarak yapı hasarlarına veya hasar mekanizmalarına dayanmaktadır. Bazılarında hasar indeksleri belirlenmiş olup kullanıcı bu indekslerden yararlanır. Pek çoğunda sonuç kararında yapı ömrünü sürdürmek için müdahale ve koruma çalışmalarındaki maliyet tahmini yer alır. Bugüne kadar geliştirilen sistemler çoğunlukla vernaküler yığma yapılar için olup, anıtsal yapılara özgü çalışmalar yaygın değildir.

Yapı tespit formlarından elde edilen bilgiler; genel bilgiler, yapı tanımı, yapı işlevi, yapı geometrisi, yapının tarih içinde geçirdiği deprem ve diğer afetler, mevcut hasarlar, çatlak dağılımı, malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri, zemin ve temel özellikleri ile yapının izlenmesidir.

Bugün mevcut olan yöntemler ve özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- **FEMA Belgeleri**

FEMA-Federal Emergency Management Agency; merkezi Amerika Birleşik Devletleri, Vaşington D.C. eyaletinde olan ve ulusal pek çok ofisi bünyesinde barındıran acil durum yönetimi birimidir. FEMA'nın amacı; afet durumunda ülke vatandaşlarına ilk müdahalede destek vermek, arama-kurtarma çalışmalarını yürütmek, tehlikelerin azaltılması için çalışmalar yapmak, afetlere karşı vatandaşların hazırlıklı olmalarını sağlamak için çalışmalar yürütmektir.

FEMA'nın afet tanımı: "Her zaman, her yerde olabilir. Fırtına, deprem, sel, taşkın, hortum, yangın, terör saldırısı biçiminde olabilir. Herhangi bir uyarı olmadan aniden meydana gelir ve etkileri günlerce, haftalarca sürebilir. Her yıl pek çok vatandaş afetlerden dolayı ya da afetlerin getirdiği sonuçlar nedeniyle yaşamını yitirmektedir" (<http://www.fema.gov>).

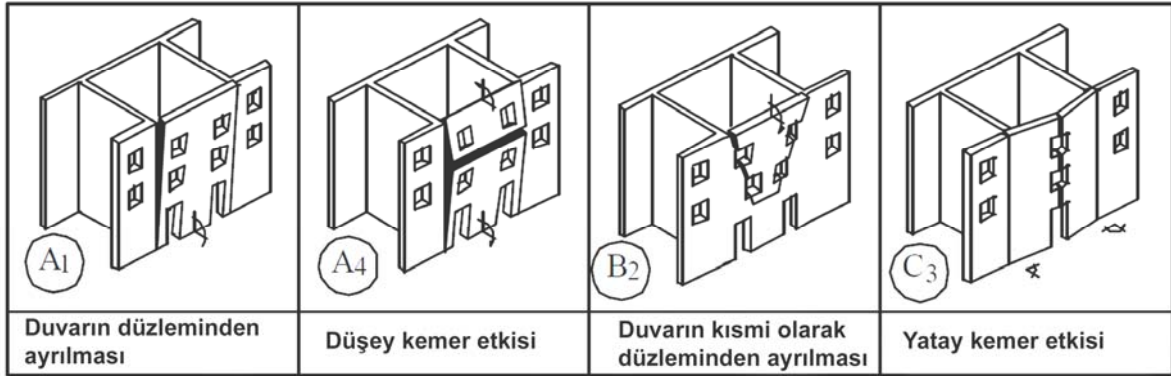
Her bir FEMA raporunda bu raporun ve raporda yer alan bilgilerin nasıl kullanılacağı ve hangi afet ve yapı türü için geliştirildiği belirtilmiştir. Örneğin; FEMA 154: "Rapid visual screening of buildings for potential seismic hazards", potansiyel deprem riskini belirlemede kullanılacak yapı formu; FEMA 306: "Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings", basic procedures manual, depremde hasar görmüş betonarme ve yığma duvarlı yapılar için geliştirilmiş temel uygulamalar; FEMA 307: "Evaluation of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings - technical resources", depremde hasar görmüş betonarme ve yığma duvarlı yapılar için teknik kaynaklar; FEMA 308: "Repair of earthquake damaged concrete and masonry wall buildings", depremde hasar gören betonarme ve yığma duvarlı yapıların onarımı gibi raporlar ve bilgiler içermektedir.

- **TOSQA 99**

TOSQA 99, D'Ayala ve Speranza tarafından geliştirilen, ilk kez 1995'te ortaya konan, 1996'da ilk kez Lisbon'da uygulanan ve ardından geliştirilerek pek çok yapıda uygulanmış bir yöntemdir. Yöntem, yapıların strüktürel davranışını basitleştirerek analiz yapan mekanik denklemlere dayanır.

Alan çalışması; sokaktan taramaya dayanır ve yapının sismik davranışını sayısallaştırmaya elverişli verilerin elde edilmesini sağlar. Yapı tespitinde eleman boyutları, yapının organizasyonu, serbest duvar ve kat adedi gibi yapı davranışında etkili olan bilgiler toplanır. Alan çalışması aynı zamanda her bir yapının afet sonrası hasar durumunu belgelemeyi de hedeflemektedir. Bu yöntem hasar mekanizmalarının tanımlanmasına dayanmaktadır (D'Ayala ve Speranza, 2001a).

TOSQA 99'da dört hasar mekanizması tanımlanmıştır (Şekil 4.3):



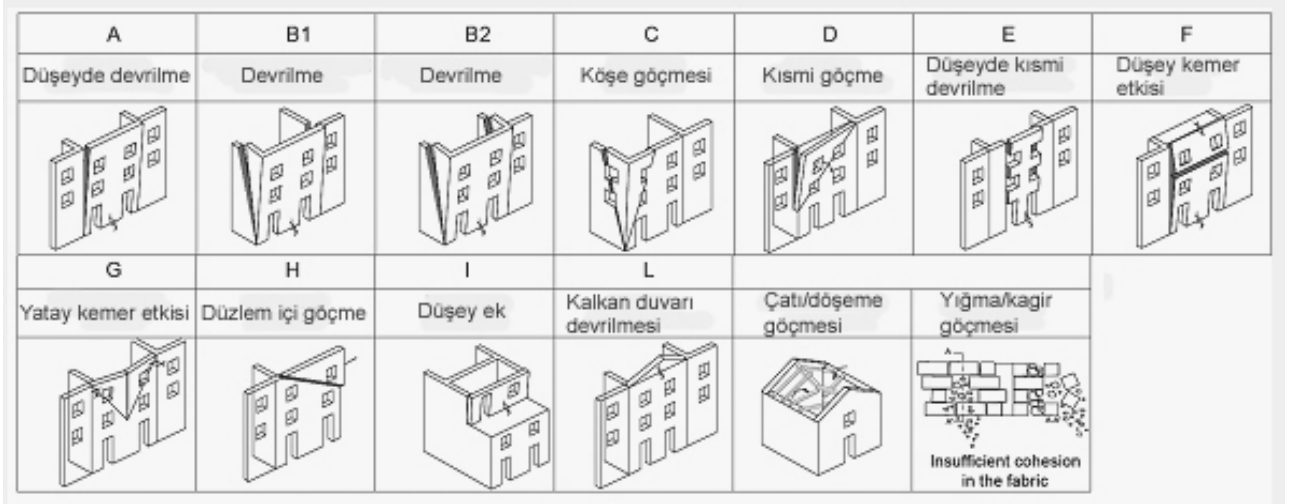
Şekil 4.3 TOSQA 99 yönteminde hasar mekanizmaları (D'Ayala ve Speranza, 2001)

Bu yöntemle elde edilen bilgiler hasar mekanizmalarını tanımladığı için, kısıtlı bir biçimde dahi olsa, yapının gelecekteki bir afet durumunda nasıl hasar alabileceğini öngörmek için kullanılabilir (D'Ayala ve Speranza, 2001).

- **FaMIVE**

Yığma yapıyı oluşturan duvarların sınır şartları ve dış duvarların alt sınır analizine dayanan FaMIVE programı, TOSQA 99 yönteminden geliştirilen bir programdır. Deprem tehlikesi altındaki yığma yapıların etkilenebilirlik değerlendirmesini amaçlamıştır (D'Ayala ve Speranza, 2001b).

Program; göçme mekanizmaları ve ilişkili yük faktörlerinin hesabı üzerinden yığma yapıların göçme analizinin yapılmasına dayanmaktadır (Şekil 4.4). Göçme mekanizmaları duvar ve malzeme sınır koşullarına göre oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar daha sonra değerlendirilerek etkilenebilirlik ölçüsünde kullanılabilir.



Şekil 4.4 FaMIVE programı - göçme mekanizmaları (D'Ayala and Speranza, 2002)

FaMIVE programı, elektronik veri formu ile ilişkilendirilmiş ve yapısal modellemede kullanılacak verilerin elde edilmesi için geliştirilmiştir (Şekil 4.5). Programın işlerliği, İtalya, Marche bölgesinde kullanılarak sağlanmıştır.

INSPECTION FORM FOR THE SURVEY OF ORDINARY BUILDINGS			
Town	RA DEI CQ	Number of buildings in the block	1
Address		Cad. sheet	
		Particel n.	
		% of use	1
		Surveyor	BARBARA
Date 5/5/00			
1 URBANISTIC DATA			
1-1 Block access and escape routes	G	1-4 Position of building within the block	I
1-2 Shape and composition of the block	0	1-5 Connection of the façade to adjacent walls	2C
1-3 Number of buildings in the block	1		
2 GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF THE FACADE			
2-1 Facade orientation	S	2-5 Total height of the facade	4.8
2-2 Number of storeys of the building	2	2-6 Presence of gable	
2-3 Number of storeys of the facade	2	2-7 Gable height (if present)	
2-4 Length of the facade	8.24	2-8 Additional corner in the facade	
3 GEOMETRIC CHARACTERISTICS OF OPENINGS			
3-1 Number of openings per storey		3-3 Openings layout	E2 1
			left right
3-2 Estimated opening dimensions	0.7 1	3-4 Lateral pier	R R
		3-5 Height of upper horizontal spandrel	0.3
4 PLAN GEOMETRIC CHARACTERISTICS			
4-1 Thickness at basis of facade wall	0.46	4-4 N. int. bearing walls // to the facade	1
4-2 Thickness reduction at the top (%)	0.33	4-5 Total length normal to the facade	4.26
4-3 N. int. bearing walls perp. to facade	1		
5 STRUCTURAL CHARACTERISTICS			
5-1 N. storeys with vaulted structures	0	5-7 Level of maintenance of masonry	B
5-2 Horizontal structure typology	A	5-8 Connection at edges	G G
5-3 Direction of hor. Structure	P	5-9 Out of verticality	
5-4 Roof structure typology	A	5-10 Ties/ring beams per storey in the facade	
5-5 Direction of roof	P		
5-6 Masonry type	B1	ties/ring beams	0 M
6 FURTHER VULNERABILITY ELEMENTS			
6-1 Presence of vertical addition		6-3 Specific weight reduction %	
6-2 Dimensions of vertical addition		6-4 Chimney flue within the facade wall	

DÜZENLİ YAPILARIN İNCELENMESİ İÇİN FORM			
Şehir	Yapı	Şehir	Kul. Türü
Adres	Parsel	Kul. %	Kişi bilgisi
1 ÇEVRE VERİLERİ			
1-1 Bloke olan ulaşım ve kaçış yolu		1-4 Ada içinde yapı yeri	
1-2 Yapı adası biçimi ve yapılar arası ilişki		1-5 Cephinin komşu duvara birleşimi	
1-3 Adadaki bina sayısı			
2 CEPHENİN GEOMETRİK KARAKTERİSTİK			
2-1 Cephe yönü		2-5 Cephinin toplam uzunluğu	
2-2 Binadaki kat adedi		2-6 Kalkan duvarı bilgisi	
2-3 Cephedeki kat adedi		2-7 Kalkan duvarı yüksekliği (varsa)	
2-4 Cephe uzunluğu		2-8 Cephede ilave köşe	
3 BOŞLUKLARIN GEOMETRİK KARAKTERİSTİK			
3-1 Her bir kattaki boşluk adedi		3-3 Boşluk durumu	
		3-4 Yatay dayanak	
3-2 Tahmini boşluk ölçüleri		3-5 Üst yatay dolgu yüksekliği	
4 PLANDA GEOMETRİK KARAKTERİSTİK			
4-1 Cephe duvarı kalınlığı (taban seviyesi)		4-4 Paralel yönde taşıyıcı dv. adedi	
4-2 Teppe seviyesinde kalınlık azalması(%)		4-5 Cephinin toplam uzunluğu	
4-3 Dik yönde taşıyıcı duvar adedi			
5 STRÜKTÜREL KARAKTERİSTİK			
5-1 Tonozlu/kubbeli kat adedi		5-7 Yığmanın koruma derecesi	
5-2 Yatay strüktürel tipoloji		5-8 Kenar birleşimleri	
5-3 Yatay strüktür yönü		5-9 Şakülden şaşma	
5-4 Çatı strüktürü tipolojisi		5-10 Kat başına cephede hatıl adedi	
5-5 Çatı yönü		katlar	2 1 0 0 0
5-6 Yığma/kagir tipi		hatıllar	
6 İLERİDE ETKİLENEBİLİR ELEMANLAR			
6-1 Düşey ek varlığı		6-3 Özel ağırlık azalması %	
6-2 Düşey ek boyutları		6-4 Cephe duvarında baca hattı	

Şekil 4.5 FaMIVE elektronik veri formu (D'Ayala and Speranza, 2002)

- **VULNUS**

VULNUS - Procedure for global vulnerability assessment of masonry buildings (Yığma yapıların etkilenebilirlik değerlendirme işlemi), programı 1980'lerin sonlarında İtalya, Padova Üniversitesi'nde geliştirilmiştir (Binda vd., 2007). Yöntemde, yığma duvarlarda düzlem içi ve düzlem dışı göçme mekanizmalarının tanımlayan Index I1 ile Index I2 tanımlanmıştır (Munari vd., 2009).

- **VULNeT**

VULNeT - Vulnerability of Towers (Kulelerin etkilenebilirliği), özellikle kuleler gibi narin yapıların etkilenebilirliğini değerlendirmek için geliştirilen bir yöntemdir. VULNeT yöntemi yapı tespit formu ile toplanan nitel verilere dayanır. Veri depolama işlemi bilgisayar ortamında yapılmakta ve geliştirilen veri tabanı ile bazı yapısal analizler yapılmaktadır (Sepe vd., 2008).

Kiliselerin etkilenebilirliğinin değerlendirilmesi için 1997'de Lagormasino yönetiminde geliştirilen yöntem ve bunu izleyen pek çok çalışma kule gibi narin yapıları; kilise, saray, kale gibi karmaşık yapı komplekslerinin birer elemanı olarak değerlendirmiştir. 2005'te Sepe yönetimindeki çalışma ekibi bir araştırma başlatarak, narin yapıların geometrilerinden dolayı farklı olan davranışlarının ayrı bir yöntem ile ele alınması gerektiğini ortaya koymuş ve VULNeT yöntemini geliştirmiştir (Sepe vd., 2008).

VULNeT yöntemindeki hasar tespiti FaMIVE yöntemi ile benzerdir.

- **RVS**

Ayrıntılı risk değerlendirmesi yapmak karmaşık ve yüksek bütçeli bir çalışma olduğu için sadece sınırlı sayıdaki yapıya uygulanabilir. Bunun için, farklı tipteki yapıların etkilenebilirlik durumunu kısa sürede belirleyen, basitleştirilmiş yöntemler kullanmak son derece önemlidir. Böylece karmaşık ve ayrıntılı çalışmalar sadece gerekli olan yapılara uygulanabilir. Buna göre Hindistan İçişleri Bakanlığı Afet Yönetimi Merkezi, afet ve risk yönetimi çalışmaları kapsamında, Hindistan Ulusal Etkilenebilirlik Yöntemi RVS'nin (Rapid Visual Screening – hızlı görsel inceleme) geliştirilmesini istemiştir (Sinha ve Goyal, 2004).

Sinha ve Goyal'ın raporuna göre afet ve risk yönetimi çalışması kapsamında olan Ulusal Etkilenebilirlik Yöntemi aşağıdaki uygulamaları içermelidir:

1. Düzey (RVS - rapid visual screening): Hızlı görsel tespit. Sadece görsel değerlendirme ve sınırlı ek bilgi gerektiren bu uygulama tüm yapılar için tavsiye edilmektedir.

2. Düzey (SVA - simplified vulnerability assessment): Basitleştirilmiş etkilenebilirlik değerlendirmesi olan bu uygulama kullanıcı sayısı çok olan tüm yapılar için tavsiye edilmektedir.

3. Düzey (DVA - detailed vulnerability assessment): Ayrıntılı etkilenebilirlik değerlendirmesi uygulamasıdır. Daha karmaşık sayısal hesaplar gerektirir. Önemli olan yapılar için tavsiye edilmektedir.

Basitleştirilmiş değerlendirme uygulaması deprem riski değerlendirmesinde ayrıntılı çalışmaların temelini oluşturmaktadır. Hızlı görsel tespit olan 1. Düzey uygulaması, kritik olan ve her zaman ayrıntılı çalışma gerektiren yapılar haricindeki tüm yapılar için uygundur. 1. Düzey uygulama bu konuda eğitim görmüş bir kişi tarafından gözleme dayalı bir tespit ile gerçekleştirilir. Aynı zamanda şehir haritasındaki CBS verileri ile karşılaştırılabilmekte ve tespit sırasında elde edilen verilerin farklı planlama çalışmalarında kullanılabilmesi sağlanmaktadır.

- **Kültür Mirası İçin Hasar Değerlendirmesi (Damage Assessment Record for Cultural Heritage)**

İtalya Cumhuriyeti, Sivil Savunma Bakanlığı Danışma Kurulu (Italian Republic, Presidency of the Council of Ministry, Department of Civil Protection) afet sonrası, alan çalışmasında kullanılmak üzere hasar tespit yöntemi geliştirilmesini talep etmiştir. Bu talep doğrultusunda Padova Üniversitesi ve Milano Politeknik Üniversitesi işbirliğinde, afet sonrasında kullanılmak üzere, kilise ve saray yapılarına yönelik, hasar tespiti ve etkilenebilirlik indekslerine dayalı görsel tespit formu oluşturulmuştur.

Formlar; temel olarak yapı türü, mevcut kullanım durumu, yapı kaydı (ada, pafta, parsel vs), yapının bulunduğu bölge türü, altyapı, görünür risk, sanatsal değer, fotoğraf belgeleme, kullanım durumu, tadilat ve onarım bilgisi gibi genel bilgiler içermektedir. Bu bilgilerin ardından beşli dereceleme sistemi ile deprem hasarları sorgulanmaktadır. Deprem hasarları formun ekinde verilen hasar mekanizmalarının şematik çizimleri referans alınarak belirtilmektedir. Son bölümde de mevcut hasarların onarılması için öngörülen bütçe hesabı yapılmakta ve incelemeyi yapan kişinin görüş ve tavsiyeleri yer almaktadır (Binda vd., 2006).

2009 L'Aquila depreminin ardından formlar binlerce yapı için uygulanmış ve işlerliği denenmiştir.

- **MDDS**

MDDS (Masonry Damage Diagnostic System - yığma yapı hasar teşhis yöntemi) yöntemi Van Balen öncülüğündeki araştırma ekibi tarafından 1999'da geliştirilmiştir. Yığma yapılarda teşhis yöntemlerini geliştirmeyi hedefleyen ve geniş bir hasar atlası içeren yöntem, tuğla ile inşa edilmiş tarihi yapılara yönelik oluşturulmuştur. MDDS yöntemi herhangi bir müdahale yapılmadan önce hasar türü ve nedenlerini belirlemek için kullanılmakta, aynı zamanda daha önceki müdahaleleri değerlendirmek ve yapıdaki değişiklikleri izlemek için de arşiv bilgisi oluşturmaktadır (Van Balen, 2001; Binda vd., 2010; Van Hees vd, 2008).

Hasar atlasında tuğla yığma yapılarda meydana gelen hasarlar resimli bir biçimde tanımlanmıştır. Hasar tanımları geniş olarak yapılmış ve olası hasar nedenleri de açıklanmıştır. Bu yöntem öğrenciler ve profesyoneller tarafından kullanılmakta ve teşhis aşamasında veri sağlamaktadır.

MDDS bilgisayar ortamında interaktif olarak kullanılan ve veri depolayan bir yöntemdir. Kullanıcı incelediği duvara ilişkin tüm gözlemlerini hasar atlasından yararlanarak yazı biçiminde veri tabanına aktarmaktadır. Yapının incelenmesi bittiğinde kullanıcı, amacına göre, istediği bilgileri içeren bir rapor çıktısı alabilmektedir.

4.5 Tarihi Yapıların Değerlendirilmesi ve Risk Tespiti

Türkiye jeolojik ve tektonik yapısı nedeniyle deprem, sel, heyelan, su baskını gibi doğal afetlerin sıklıkla meydana geldiği bir ülkedir. Dünyada en etkili deprem kuşaklarının biri üzerinde bulunduğu için deprem en büyük tehlike yaratan ve en çok can ve mal kayıplarına yol açan doğal afet olarak kabul edilir. Deprem, başta meydana geldiği bölge olmak üzere tüm ülkeyi etkileyen bir doğa olayıdır. Bu nedenle kültür mirası olan tarihi yapılarda en büyük risk deprem olarak kabul edilebilir. Türkiye’de kültürel, sosyal ve tarihi değer taşıyan, korunması gerekli anıtsal tarihi yapı stoku çok büyük olduğu için bu yapılarda risk tespiti çalışmaları çok önemlidir.

Yapı güvenliği değerlendirilirken genellikle yapının yük etkisindeki davranışı ve dayanımı belirlenmeye çalışılır. Risk ile ilgili çalışmalar yapılırken, mevcut yükler altında ve olası yeni bir yük etkisinde yapıda can ve mal güvenliğini tehlikeye atacak şekilde hasar meydana gelme olasılığı ya da yıkılma tehlikesi üzerinde durulur. Gerek yapı güvenliği hesabında gerekse risk tespiti kararlarında malzeme ve yapı özellikleri, yerel koşullar gibi çeşitli parametreler ve bunlara ilişkin belirsizlikler dikkate alınır.

Yeni yapılarda yapım kuralları, yapı davranışı ve malzeme bilgisi kesin olarak bilinmektedir. Sayısal hesaplarda kullanılacak veriler, hesap yöntemleri ve depremin yapıya etkisinin hesaba katılması yönetmeliklerle belirlendiği için yeni yapıların değerlendirilmesi kurallara bağlı olarak yapılabilir. Tarihi yapılarda ise yapısal hesap yapılırken; yeni yapılacak yapılar için geliştirilen modern şartnamelerin doğrudan kullanılması uygun değildir. Şartnameler, çeşitli belirsizlikleri dikkate almak için güvenlik faktörleri ile daha emniyetli hesap koşulunu sağlamaktadır. Ancak tarihi yapılarda, bu güvenlik şartları dayanımı artırırken malzeme kaybına ve yapı sistem kurgusu değişimine de yol açabilir. Tarihi yapılarda hesap yapılırken tek bir yöntem değil; yapı davranışına uygun, insan hayatı riskini önleyecek en az müdahaleye dayanan geniş bir yaklaşım kabul edilmelidir. Her yapı; yapım dönemi, malzemesi ve yapım tekniği ile özgündür (Feilden, 1982).

Yığma kagir tarihi yapılarda malzeme ve yapı elemanları homojen değildir. Bazen yapı ilk yapım aşamasındayken farklı malzeme ve elemanlar kullanılarak üretilmiş olur bazen de tarih süreci içinde çeşitli değişimler geçirmiş olur ve sonuç olarak tarihi yapının tamamı aynı nitelikte malzeme ve elemanlardan oluşmaz. Bunun için tarihi yapı değerlendirmesinde yüzde yüz kesin sonuç veren yaklaşımların mümkün olamayacağı kabul edilir.

Tarihi yapılarda güvenlik değerlendirmesi birbirini takip eden teşhis, yapısal değerlendirme ve müdahale kararı aşamalarından oluşur. Teşhis, bozulma ve hasar nedenlerinin tespit edilmesi; yapısal değerlendirme ise yapının mevcut durumunun analizi ile malzeme analizi çalışmalarıdır. Bu çalışmalar yöntem ve yaklaşım olarak birbirini takip etmeli ve elde edilen veriler doğrultusunda gerekirse müdahale kararı verilmelidir. Tarihi yapılar çok karmaşık olduğu ve kültür mirasının önemli bir bölümünü oluşturduğu için yapılan çalışmalar farklı disiplinlerden oluşan uzman ekibi tarafından gerçekleştirilmelidir (Roca, 2007).

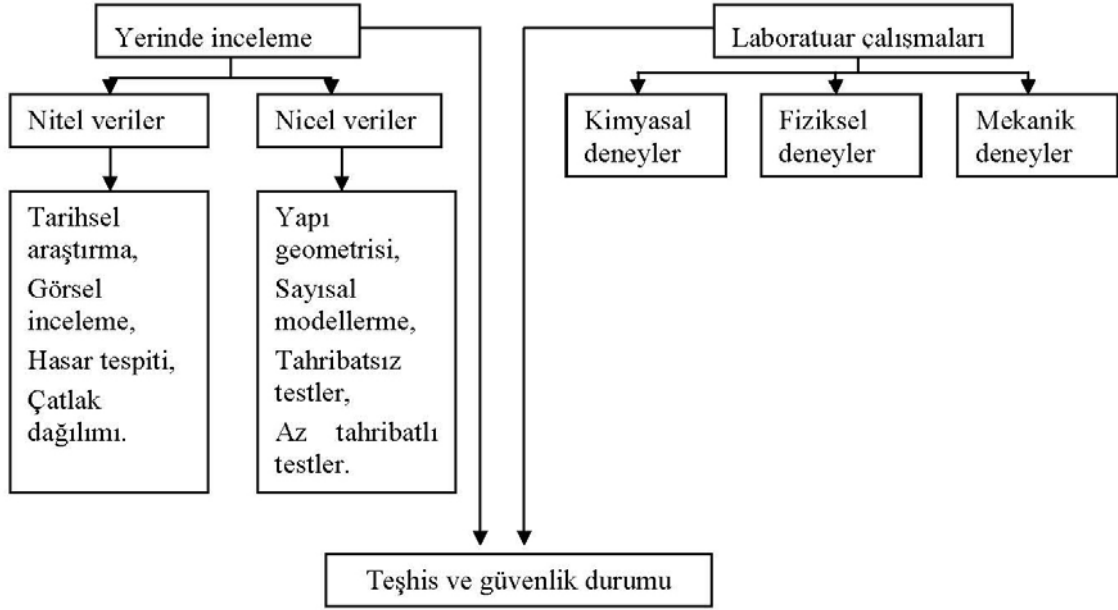
Tarihi yapılarda müdahale kararı vermeden önce nitel ve nicel verilere gereksinim duyulur. Genellikle nitel veriler; gözleme dayalı bozulma ve hasarlar, arşiv çalışması ve literatür araştırması gibi bilgiler içerir. Nicel verileri elde etmek ise uzman gerektiren, daha uzun zaman alan, daha büyük bütçe gerektiren ayrıntılı çalışmalardır. Bunun için nicel verilere dayalı ayrıntılı çalışmalar teşhis ve güvenlik değerlendirmesinin son aşamasında kullanılır ve daha az sayıda yapıya uygulanabilir (Roca, 2007).

Tarihi yapıların değerlendirilmesinde elde edilen veriler oluşan hasar ve bozulmalardır, oysa sorunun ortadan kaldırılması için asıl önemli olan hasar nedenleridir. Hasar nedenini tespit etmek zordur ve bu nedenle teşhis sırasında uzmanların deneyimi ve buna bağlı olarak

kararlarına güvenilir. Doğru güvenlik değerlendirmesi ve gerekli ise müdahale kararını verebilmek için doğru teşhis yapmak çok önemlidir.

Tarihi yapıların güvenlik değerlendirmesinde ve risk analizlerinde en önemli sorun, yapısal riskleri azaltmak ya da ortadan kaldırmak için önlem alırken veya müdahale kararı verirken estetik ve tarihsel değerlerin zarar görme riskidir. Yapısal riskler ile tarihsel değer arasındaki ilişkinin kurulması karar aşamasında en önemli husustur. Yapısal riskler için hasarların oluş biçimi, yapıdaki yeri ve ilerleme durumuna göre sistematik bir belgeleme ile nesnel bir karar verilebilir; ancak tarihsel ve sanatsal değerler uzman kişinin bilgi ve tecrübesine dayanan öznel kararlardır. Sonuç kararında hesaplanabilir değerler ve kültürel/tarihi değerler gibi hesaba giremeyecek değerler bir arada düşünülmelidir. Tarihi yapıların değerlendirilmesinde nitel ve nicel verileri kapsayan ve yapıyı bütün olarak ele alan yöntem ve yaklaşımların kullanılması önemlidir.

Sonuç olarak; tarihi bir yapı değerlendirilirken tarihsel araştırma, nicel veriler, deneysel çalışma ve uzman tecrübesi ile analitik yaklaşım bir arada düşünülerek sonuç kararı verilmelidir (Şekil 4.6). Bu yöntemlerden hiç biri tek başına yeterli değildir, mutlaka tüm veriler ve yöntemler birlikte ele alınmalıdır. Her bir yöntemden gelen verinin sonuç kararında ayrı bir yeri ve önemi vardır. Tarihsel araştırma geçmişten bu yana yapının performansı, dolayısıyla dayanımına ait bilgilere önemli bir kaynak teşkil eder. Yapı, tarihsel süreç içinde doğa olayları ve insanlardan kaynaklı çeşitli etkilere maruz kalıp bugüne gelmişse belli bir dayanıma sahiptir denilebilir. Sayısal hesaplar tarihsel verileri de dikkate alarak yapı davranışı ve hasar mekanizmalarını incelemede katkı sağlar. Sayısal modeller, hasar nedenleri ve hasar mekanizmaları hakkındaki kararları doğrulamak veya bu mekanizmaları araştırmak için kullanılır. Deneysel çalışmalar ise tüm yapılar için kullanılamamakla beraber bazı durumlarda az tahribatlı ya da tahribatsız deneyler ve yapının bazı elemanlarına gerçek yükler yüklenerek yapı davranışı gözlenir. Tarihi yapılarda güvenlik kararı verilirken elde edilen verilerde eksikler olabileceği dikkate alınmalı ve teşhis ile müdahale kararında mutlaka uzman görüşüne başvurulmalıdır.



Şekil 4.6 Tarihi yapıların incelenmesi

Ayrıntılı tespit yöntemlerine dayanan çalışmalar karmaşık ve yüksek maliyetli uygulamalar olduğu için, uzun zaman aldığı için ve uzman gerektirdiği için kullanım önceliği olan ve yapısal zayıflıkları bulunan, kültür mirası yapılar için tavsiye edilebilir.

4.6 Bölüm Sonuçları

Risk tespiti çalışmaları, afet öncesi ve afet sonrası olmak üzere ikiye ayrılır (Tablo 4.5). Afet sonrası risk tespiti yaygın olmakla birlikte afet öncesi yapıların potansiyel riskinin belirlenmesi yaygın değildir.

Yapılan literatür araştırmasında, çeşitli yapı türleri için afet sonrası hasar ve durum tespitine ilişkin çeşitli yöntemlerin geliştirilmiş olduğu görülmüştür, ancak anıtsal tarihi binalar için afet öncesi öndeğerlendirme ve yapıların potansiyel riskinin belirlenmesi yaygın değildir ve özellikle Türkiye'de, önemli bir ihtiyaçtır.

Tablo 4.5 Yapılarda risk tespiti

Afet Öncesi Yapısal Değerlendirme	Afet Sonrası Yapısal Değerlendirme
Yaygın değildir	Yaygın olarak uygulanmaktadır
Afet riski olan bölgelerde uygulanır	Afetin meydana geldiği yerde uygulanır
Hızlı tespit çalışmaları yapılabilir	Hızlı tespit çalışmaları yapılabilir
Ayrıntılı tespit çalışmaları yapılabilir	Ayrıntılı tespit çalışmaları yapılabilir
İncelenen yapının olası hasar potansiyeli belirlenir	İncelenen yapının hasar durumu ve hasar sınıfı belirlenir
	Yapının kullanılıp kullanılmayacağı belirlenir

Güvenlik kararı verilirken karmaşık olan yapı ile davranışı bilinen benzer yapılar karşılaştırılabilir. Bu yaklaşım bilinen veri ve hipotezlere dayanarak karmaşık olan yapı davranışını analiz etmeye olanak sağlar. Kesin doğrulukta bir sonuç vermese de uzman kişi denetiminde yapılırsa tarihi yapılar gibi belirsizliklerin çok olduğu, karmaşık durumlarda sonuç elde etmek için uygundur. Burada elde edilen sonucun güvenilirliği benzer yaklaşım ile incelenen yapı sayısına ve incelemeyi yapan uzmanların deneyimine bağlıdır.

5. ANITSAL YIĞMA BİNALARDA GÖRSEL VERİLERE DAYALI RİSK TESPİTİ İÇİN ÖNDEĞERLENDİRME YÖNTEMİ

Türkiye'de anıtsal tarihi yapı stoku çok büyük ve bu alandaki uzman sayısı azdır. Kültür mirasının önemli bir bölümünü oluşturan bu yapıların mevcut durumunu inceleyerek potansiyel riskin belirlenmesi koruma alanında önemli bir ihtiyaçtır. Koruma alanında uzman sayısı az olduğu için, tez çalışmasında, yöntemin kullanımına ilişkin kısa süreli bir eğitim ile yetiştirilen mimar ve mühendisler ile bu alandaki öğrencilerin uygulayabileceği bir öndeğerlendirme yöntemi geliştirilmesine karar verilmiştir.

Ek 1'de verilen; görsel incelemeye dayalı anıtsal yığma binalarda risk düzeyi tespiti hedefleyen yöntemin çalışma modeli;

- Teorik çalışma,
- Yapı tespit formunun geliştirilmesi,
- Yapı tespit formunun değerlendirilmesi,
- Web veri tabanının geliştirilmesi,
- Yöntemin uygulanması

olmak üzere, birbirini takip eden, beş aşamadan oluşturulmuştur.

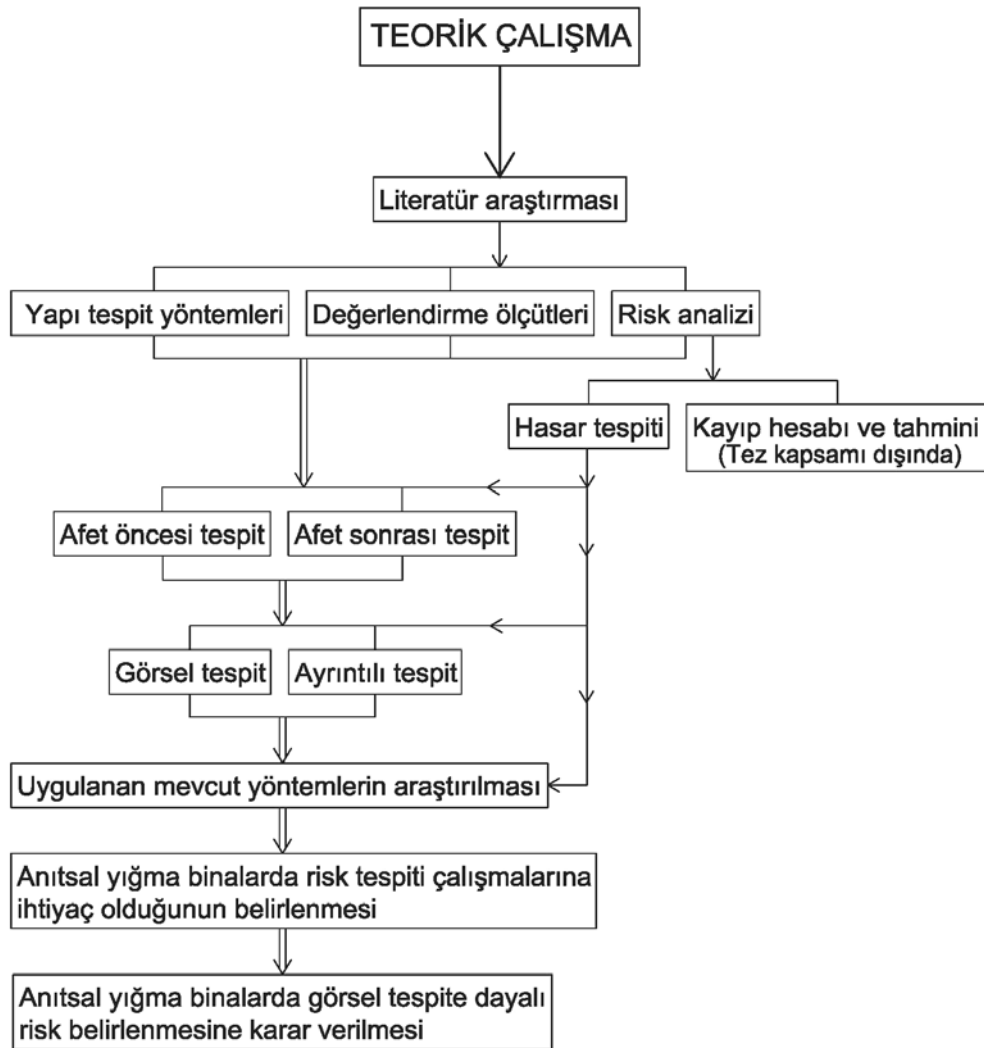
5.1 Teorik Çalışma

Teorik çalışma, bu alandaki literatür araştırması ile başlamıştır. Araştırma konuları 4. Bölüm'de geniş olarak ele alınan; yapı tespit yöntemleri, yapı güvenliğinde değerlendirme ölçütleri ve risk analizi başlıklarına ayrılmıştır.

Yapılan literatür araştırmasında, çeşitli yapı türleri için afet sonrası hasar ve durum tespitine ilişkin yöntemler olduğu görülmüş, ancak anıtsal binalar için afet öncesi öndeğerlendirme ve yapıların potansiyel riskinin belirlenmesi ile ilgili çalışmaların yaygın olmadığı görülmüştür (Bal vd, 2007; Bal, 2005; Bal vd, 2006; Bal vd, 2008; Guéguen vd, 2007).

Yapının görsel olarak, hem dışarıdan hem içeriden taşıyıcı eleman düzeyinde incelenerek ve sonuç hesabında tüm taşıyıcı elemanlara ilişkin veriler birbiri ile ilişkilendirilerek yapının bir bütün olarak değerlendirilmesini sağlayacak bir yöntemin geliştirilmesine karar verilmiştir. Pek çok kaynakta basitleştirilmiş yöntem olarak adlandırılan bu yöntem; ayrıntılı yapı tespit yöntemleri için temel bilgileri içeren, görsel verilere dayalı, mevcut anıtsal yığma binaları risk düzeyine göre sınıflandıran bir öndeğerlendirme yöntemidir. Yapılan inceleme sonucunda

yüksek risk grubundaki yapılar uzmanlara yönlendirilebilir ve disiplinler arası bir çalışma ile ayrıntılı tespit yapılabilir. Teorik çalışma adımları Şekil 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1 Teorik çalışma adımları

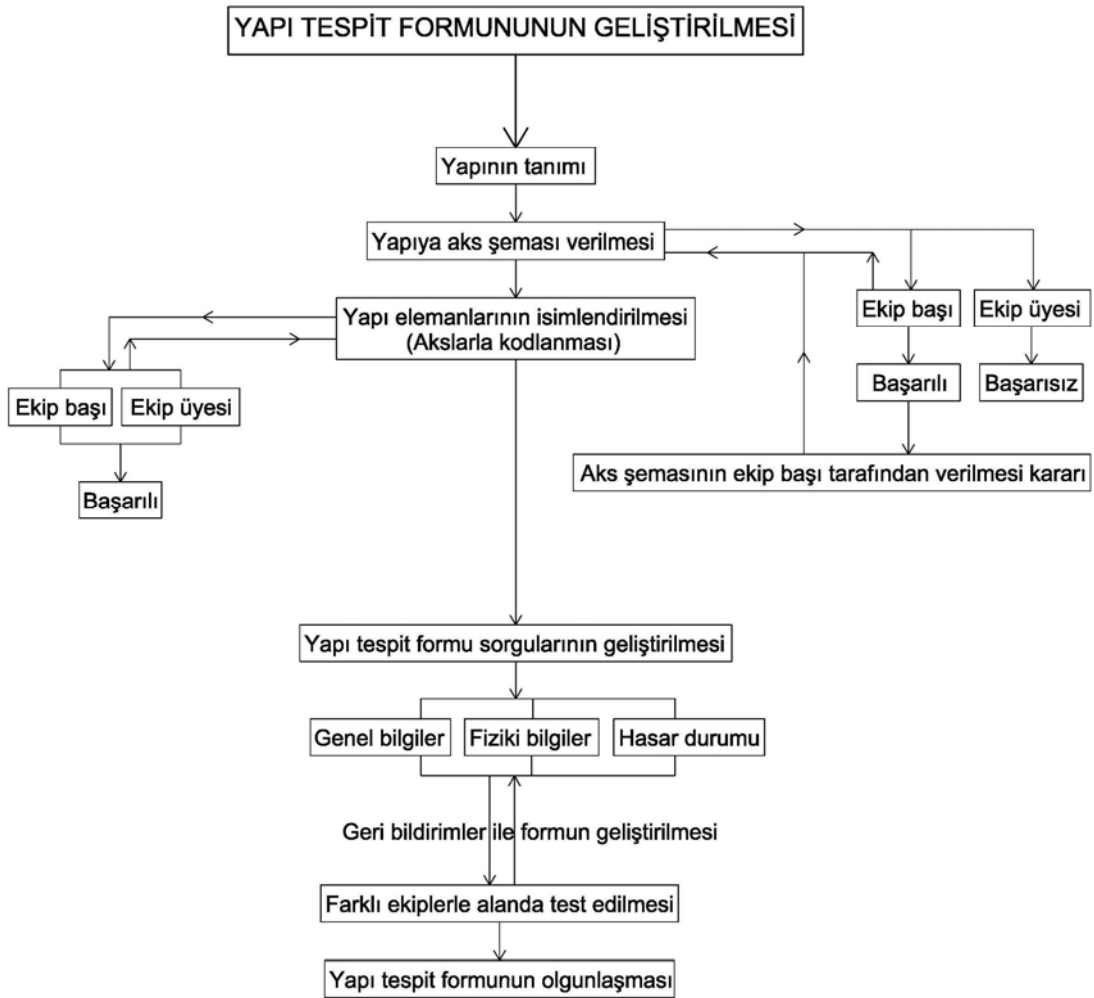
5.2 Yapı Tespit Formunun Geliştirilmesi

Afet öncesi, yapıların potansiyel riskini belirlemek amacıyla tez çalışmasında geliştirilen öndeğerlendirme yönteminde, yapıların incelenmesi ve yapılara ilişkin görsel verilerin toplanması için “yapı tespit formu” kullanılmasına karar verilmiştir. “Yapı tespit formu” ile taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları, yapı geometrisi, topoğrafya, bozulma ve hasar durumları, var ise yapısal müdahaleler eleman düzeyinde incelenerek yapıya ilişkin veri toplanması ve toplanan verilerin değerlendirilmesi sonucu yapı risk düzeyinin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Yapı tespit formunun geliştirilmesinde ilk adım; yapının tanımı için tüm yapılarda uygulanabilecek, genel bir yöntemin geliştirilmesi olmuştur.

Buna göre yapıya aks şeması verilmesi ve verilen aks şemasına dayanarak yapı elemanlarının bilgisayar programında kullanılabilir biçimde isimlendirilmesine/kodlanmasına karar verilmiştir. Yapı elemanlarının kodlanmasının ardından yapı tespit formundaki sorguların oluşturulmasına geçilmiştir.

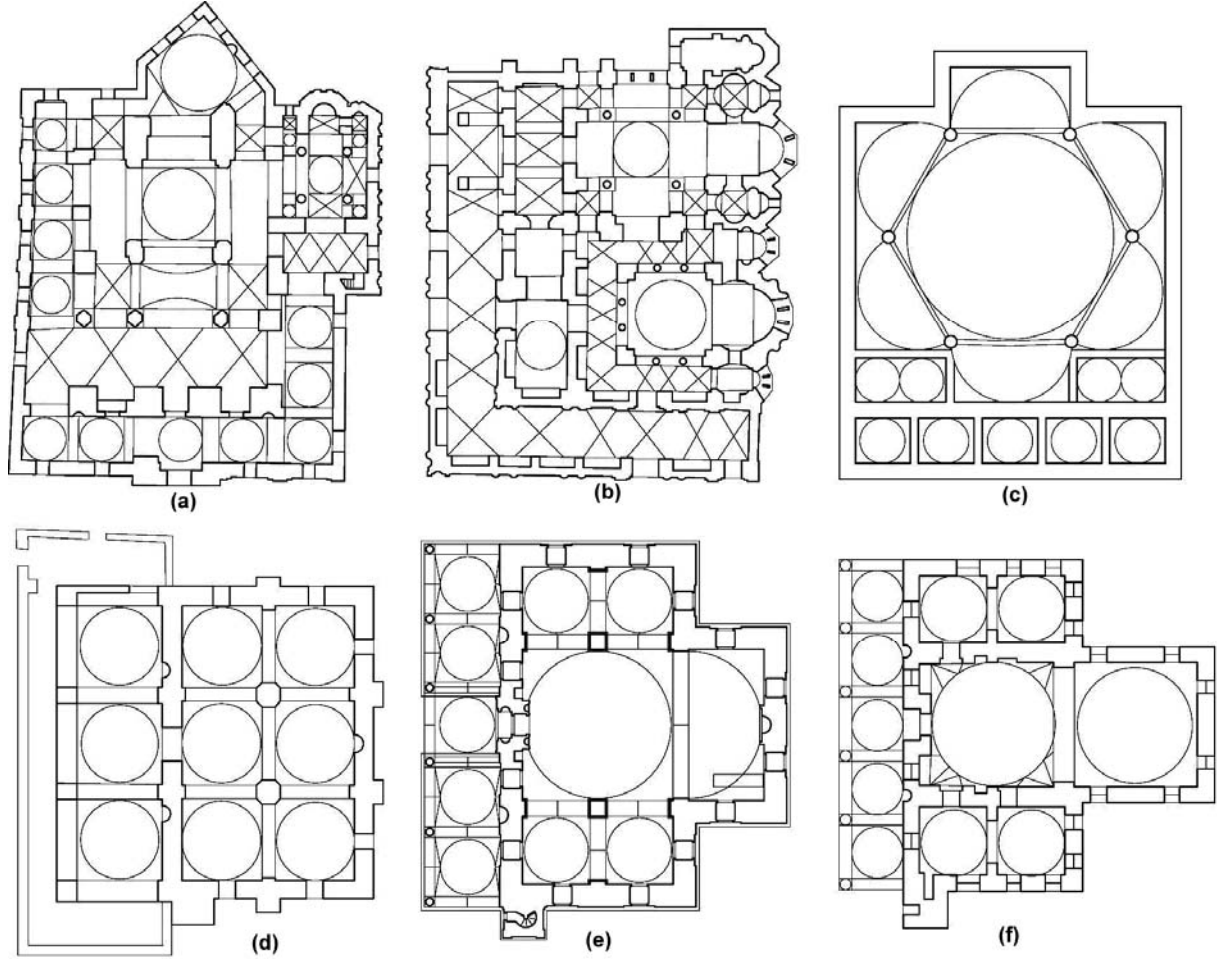
Yapı tespit formunun gelişimindeki her aşamada kullanıcılarla denemeler yapılmış ve geri bildirimlerle formun olgunlaşması sağlanmıştır. Şekil 5.2 yapı tespit formu gelişiminin adımlarını göstermektedir.



Şekil 5.2 Yapı tespit formu gelişiminin adımları

5.2.1 Yapıya Aks Şeması Verilmesi ve Yapı Elemanlarının Kodlanması

Tez çalışması kapsamında incelenen yapılar, çok çeşitli ve karmaşık geometrisi olan farklı dönem anıtsal tarihi binalar olduğu için yapının ve yapı elemanlarının tanımlanması oldukça güçtür (Şekil 5.3). Değerlendirme ve risk sınıflandırması bilgisayar ortamında yapılacağı için her yapı elemanının, bilgisayar veri tabanına tanıtılması ve yapının bütün olarak değerlendirilmesi için elemanlar ve hasarları arasında ilişkinin otomatik olarak kurulması gerekmektedir.



Şekil 5.3 Anıtsal tarihi yapı planlarına ilişkin örnekler (a) Fethiye Cami, İstanbul (b) Fenari İsa Cami, İstanbul (c) Davut Paşa Cami, İstanbul (d) Zincirlikuyu Atik Ali Paşa Cami, İstanbul (e) Çemberlitaş Atik Ali Paşa Cami, İstanbul (f) Murat Paşa Cami, İstanbul

Bozulma ve hasar tespitinde; hasarın hangi yapı elemanında olduğu, hasarın elemanın her iki yüzeyinde ya da komşu elemanda devam edip etmediği ve yapı elemanları arasındaki ilişkinin belirlenmesi, yapının bütün olarak değerlendirilmesinde son derece önemlidir. Bu işlemin bilgisayar ortamında otomatik olarak yapılabilmesi için her elemanın bir kodu/kimliği olmalıdır.

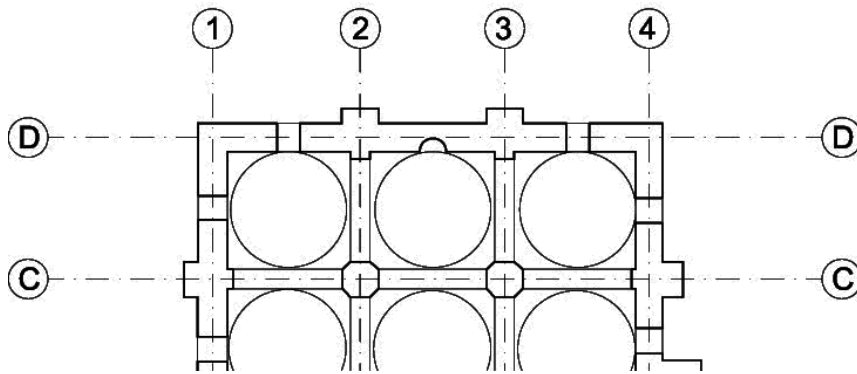
Yapı elemanlarının isimlendirilmesinde/kodlanmasında tüm anıtsal tarihi binalarda geçerli olabilecek bir yöntem gerektiği için mevcut yapılara aks sistemi verilmesi ve yapı elemanlarının isimlendirilmesinin/kodlanmasının verilen aks sistemine göre yapılması uygun görülmüştür. Her yapı elemanı bir aks kodu ile tanımlanarak veri tabanına bir girdi olacaktır.

Bu çalışmada verilecek aks şeması, yapı elemanlarını kodlamak için kullanılacağı için yeni yapılarda olduğu gibi ayrıntılı ve uygulamaya uygun hassasiyette olmasına gerek yoktur. Amaç, karmaşık geometrisi olan yapıda taşıyıcı elemanların tamamının en az sayıda aks çizgisi ile ifade edilmesidir. Bunun için aks çizgilerinin taşıyıcı elemanın ortasından geçmesi zorunlu değildir, tek bir çizgi bir kaç elemanı aynı anda kesebiliyorsa yapı elemanının ortasından geçmese de kullanılması kabul edilmiştir.

Plan krokisi üzerinde; her bir **taşıyıcı elemandan - duvar, ayak, sütun, kemer, giriş, lento - yatay ve düşey** doğrultuda aks geçirilmiş, bu akslara bir doğrultuda rakam diğer doğrultuda harf verilmiştir. Aks sayısı hangi doğrultuda daha fazla ise o akslara rakam, diğer doğrultuda harf verilmesi uygun görülmüştür. Yapı elemanı eğik konumda ise, yapı elemanı doğrultusunda eğik aks geçirilmiş ve eğik aksların kesişim noktasından yatay ve düşey doğrultuda aks geçirilmiştir.

5.2.1.1 Ayak ve Sütun Aks Kodu

Ayak ve sütunların aks kodu; her ayak ve sütundan geçirilmiş (merkez ya da merkeze yakın bir konumda) olan yatay ve düşey aks numarası ve harfiyle iki haneli olarak tanımlanmıştır. Şekil 5.4'te C2 ve C3 ayakları.



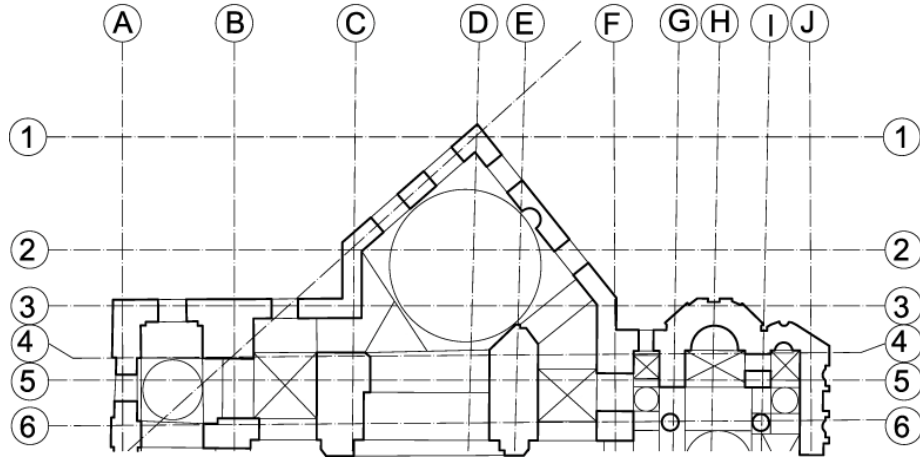
Şekil 5.4 Ayak ve sütun/kolonlara aks verilmesi

5.2.1.2 Duvar Aks Kodu

• Doğrusal Duvarlar

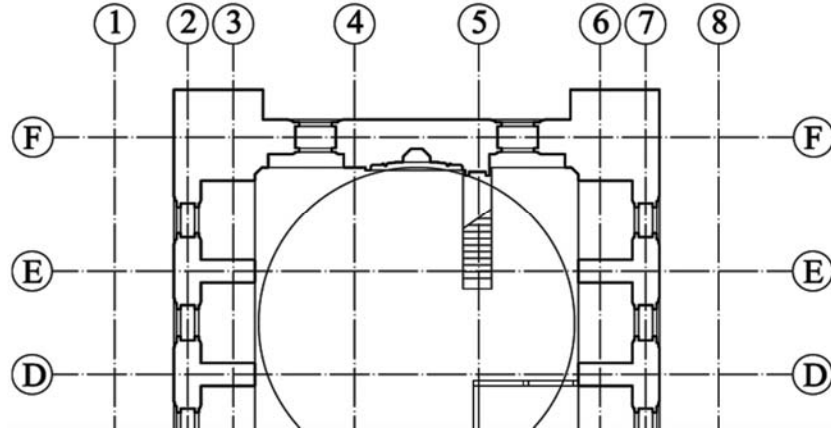
Plan düzleminde dik konumlanmış her duvarın uzunluğu boyunca yatay veya düşey bir aks çizgisi geçirilmiştir. Açılı konumlanmış doğrusal duvarlarda ise, duvar doğrultusunda aks çizgisi geçirilmiş ve bu aks çizgisinin dik aksları kestiği noktadan, dik olarak yatay ve düşey birer aks çizgisi daha geçirilmiştir. Aks şemasında sadece dik doğrultudaki akslara harf ya da rakam verilmiştir, açılı olan aks çizgileri isimlendirilmemiştir.

Duvar aks kodu; duvarın uzunluğu boyunca geçen aksın kendisine bitişik ve diğer doğrultuda **bir başka taşıyıcı elemandan geçen aksın** kesişim noktalarının tanımı ile iki rakam iki harf olmak üzere dört haneli olarak oluşturulmuştur. Dört haneli olarak oluşturulan duvar aks kodunda rakam ya da harflerden biri tekrar ediyor ise duvar dik konumlanmış, hiç bir tekrar yok ise duvar açılı konumlanmıştır. Şekil 5.5'te A3B3 ve B3C3 duvarları dik konumlanmış, C2D1 ve D1F3 duvarları açılı konumlanmıştır.



Şekil 5.5 Doğrusal duvarlara aks verilmesi

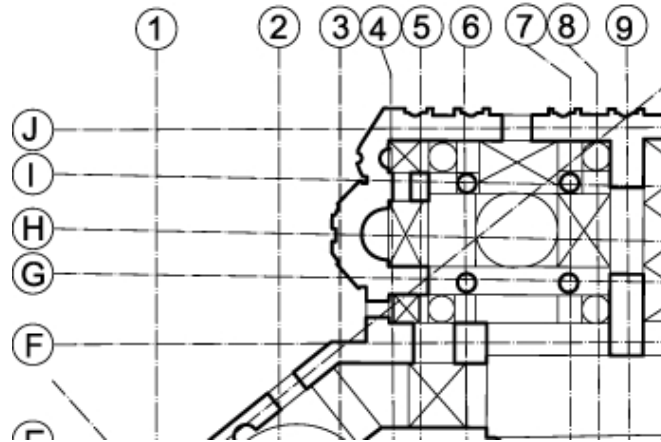
Duvar uzunluğu boyunca kendisine dik doğrultuda çıkıntı yapacak şekilde, uzunluğu duvar kalınlığına eşit veya daha büyük bir duvar parçası var ise, bu duvar parçası ayak davranışı göstereceğinden buradan da aks geçirilmiştir. Şekil 5.6'da 2 ve 7 aksları üzerindeki D ve E aksları bu duvarlarda dik doğrultuda çıkıntı yaptığı için duvara bitişik ayak elemanı olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.6 Duvara bitişik ayaklara aks verilmesi

- **Eğrisel Duvarlar**

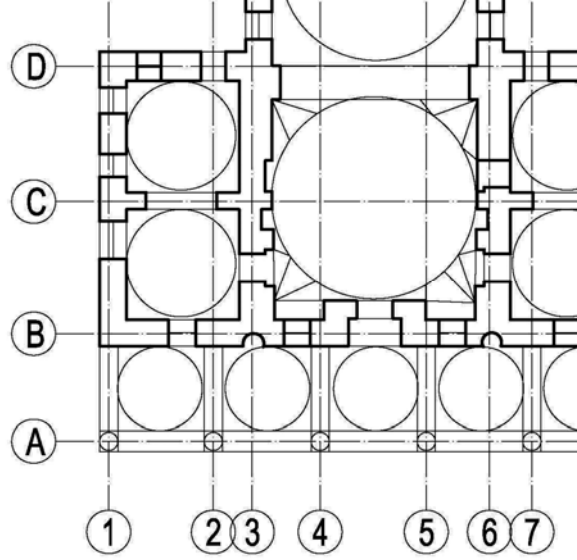
Eğrisel duvarlarda; duvarın kodlanması için eğriliğin başlangıç, tepe ve bitiş noktasından yatay ve düşey doğrultuda akslar geçirilmiştir. Eğrisel duvar aks kodu, buradan geçen aksların kesişimi ile tanımlanan üç harf ve üç rakam olmak üzere altı haneli olarak verilmiştir. Şekil 5.7’de G4H3I4 aks kodu eğrisel duvarın aks kodudur.



Şekil 5.7 Eğrisel duvarlara aks verilmesi

5.2.1.3 Kemer/Lento Aks Kodları

Kemer/lento aksları, doğrusal duvar aks kodu ile aynı biçimde verilmiştir. Şekil 5.8’de D3D6, A1A2 vb aks kodları kemer kodlarıdır.



Şekil 5.8 Kemerlere aks verilmesi

5.2.1.4 Döşeme/Tavan Döşemesi Aks Kodu

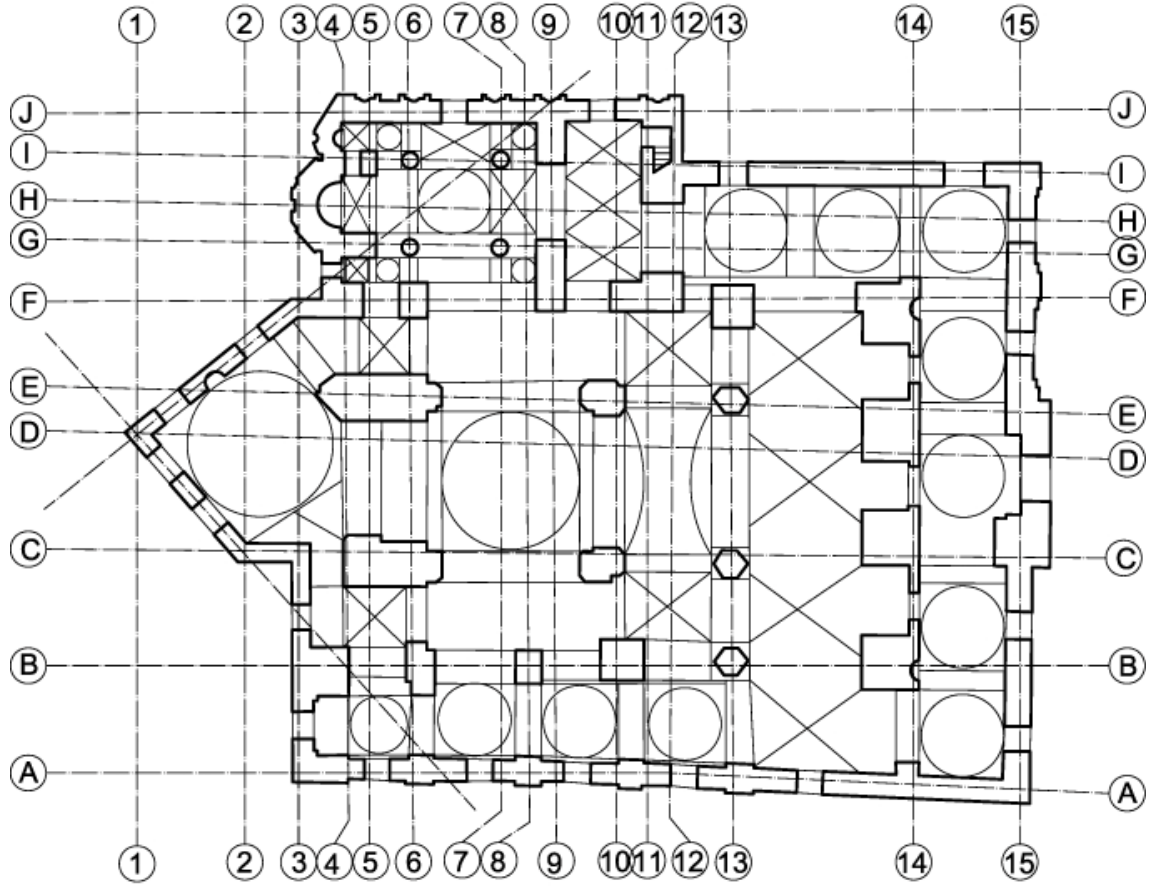
Kat döşemesi ya da tavan döşemesi aks kodu, döşemenin düşeyde oturduğu taşıyıcı elemanların sınırlandırdığı aks çizgilerinin kesiştiği harf ve rakamlar ile verilmiştir. Döşemeyi oluşturan kenar sayısına bağlı olarak harf ve rakam hane sayısı değişmektedir. Döşeme/tavan aks kodu; n döşemenin kenar sayısı olmak üzere, n harf ve n rakamdan oluşur. Şekil 5.8’de A1A2B2B1 tavan döşemesinin kodudur.

5.2.1.5 Geçiş Elemanı Aks Kodu

Eğrisel tavan örtüsünden kare ya da dikdörtgen plan düzlemine geçmek için geçiş elemanları kullanılır. Geçiş elemanlarının aks kodu; eğri tavan döşemesi ile doğrusal düşey yapı elemanının birleştiği her köşedeki yatay ve düşey aks çizgisinin kesiştiği bir harf ve bir rakam ile iki haneli olarak tanımlanmıştır. Şekil 5.8’de C1 aks kodu pendentif olan geçiş elemanını ifade etmektedir.

İncelenen yapıda, geçiş elemanı olarak tonoz, yarım kubbe gibi bir eleman kullanılmış ise bu elemanların aks kodları yukarıdaki bölümlerde anlatıldığı gibi verilmiştir.

Şekil 5.9’da anıtsal tarihi bir yapıya verilen aks şeması gösterilmiştir.



Şekil 5.9 Plan şeması üzerinde aks verilmesi

Yapı tanımında, yapı elemanlarının her birinin isimlendirilmesi/kodlanmasıdaki amaç yapı elemanının yerini ve türünü belirlemektir. Bunun için plan düzleminde verilen aks şemasından yararlanılmış ve kesit düzleminde aks şeması verilmemiştir. Yapı tespiti için amaç, yapı elemanlarına ilişkin bozulma ve hasarların belirlenmesi ve mevcut durumun belgelenmesidir. Bu nedenle tespit sırasında incelenen kat belirtildiğinde incelenen yapı elemanının kesit düzlemindeki bilgisi elde edilmiş olur.

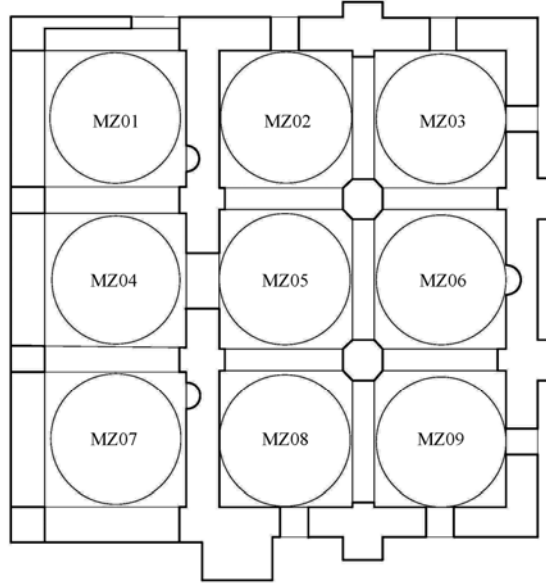
Yukarıda anlatılan aks verme yöntemi ve yapı elemanlarının kodlanması ile Tablo 5.1 incelendiğinde her bir aks kodunun yapı elemanının türüne işaret ettiği görülür. Ayak ve sütun elemanları bir harf ve bir rakam olmak üzere iki haneli, doğrusal duvar elemanları iki harf ve iki rakam olmak üzere dört haneli, eğrisel duvar elemanları üç harf ve üç rakam olmak üzere altı haneli, kemer ve lento elemanları iki harf ve iki rakam olmak üzere dört haneli olarak kodlanmıştır.

Tablo 5.1 Yapı elemanlarının türüne göre aks kodları

Yapı elemanı adı		Eleman aks kodu hane sayısı	Örnek
Sütun		1 Harf, 1 Rakam	G6, Şekil 5.9
Ayak / Payanda		1 Harf, 1 Rakam	E10, Şekil 5.9
Duvar	Doğrusal dik konumlu	2 Harf, 2 Rakam; biri tekrar eder	A3B3, Şekil 5.9
	Doğrusal açılı konumlu	2 Harf, 2 Rakam, tekrar yok	D1C2, Şekil 5.9
	Eğrisel	3 Harf, 3 Rakam, biri tekrar eder	G4H3I4, Şekil 5.9
Kemer /Lento	Doğrusal dik konumlu	2 Harf, 2 Rakam; biri tekrar eder	E6E10, Şekil 5.9
	Doğrusal açılı konumlu	2 Harf, 2 Rakam, tekrar yok	E4F3, Şekil 5.9
Döşeme/Tavan döşemesi		n Harf, n Rakam; ikişerli tekrarlar var	E13E14F14F13, Şekil 5.9
Geçiş elemanı		1 Harf, 1 Rakam	I15, Şekil 5.9

Yapı tespitinde incelemeyi yapacak kişiye kolaylık olması ve incelemede düzen sağlanması için yapıda her katının ayrı ayrı incelenmesine karar verilmiştir. İncelemek kat, mekanlara ayrılarak, yapı elemanlarının mekanlara göre incelenmesine karar verilmiştir. Mekan; "Düşeyde; duvar, ayak ya da sütun ile sınırlanan ve bu düşey elemanların her iki doğrultuda yarım kubbe, tonoz, kemer, lento gibi bir elemanla bağlandığı yapı bölümü." olarak tanımlanmıştır.

Mekan numaraları, başına kat numarası getirilerek verilmiştir. Mekan numaralarının plan çiziminde verilme sırası, incelemeyi yapan kişiye bırakılmıştır. Şekil 5.10'da zemin katta verilen mekan numaraları gösterilmiştir.



Şekil 5.10 Mekan numaralarının verilmesi

5.2.2 Yapı Tespit Formu Sorgularının Oluşturulması

Tez çalışmasında geliştirilen yöntemde, yapı hem dıştan hem içten incelenerek her bir yapı elemanının her iki tarafındaki bozulma ve hasar durumunun tespit edilmesi ve var ise hasarların yapı elemanının her iki tarafında devam edip etmediğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaç doğrultusunda "yapı tespit formunun" kurgusu, yapıya ilişkin genel bilgiler ve her yapı elemanının mevcut durumunu ve hasarlarını belgeleyecek şekilde oluşturulmuştur. "Yapı tespit formu" kullanılarak yapılacak incelemenin öznel bir inceleme olmasını önlemek için form sorguları seçenekli olarak hazırlanmıştır.

Literatür araştırmasında, afet sonrası görsel verilere dayalı hasar ve durum tespitinin sorgu formu ile yapıldığı yöntemlerde genellikle yapıya ilişkin bilgiler gruplandırılarak tespit formunun oluşturulduğu görülmüştür. Farklı yöntemler uygulanmakla birlikte sorgu gruplarının benzerlik gösterdiği ve formların; yapı tanımı, fiziki bilgiler, yapı elemanlarının morfolojisi, koruma durumu, yapısal hasarlar, malzeme hasarları, hasar nedenleri gibi bölümlerden oluştuğu belirlenmiştir.

Tez çalışmasında geliştirilen öndeğerlendirme yönteminde, alanda yapıya ilişkin bilgilerin toplanması için oluşturulan ve Ek 2’de verilen “yapı tespit formu” yedi ana bölüm içermektedir:

- A. Genel bilgiler,
- B. Fiziki tanım bilgileri,
- C. Yapı fotoğrafları,

- D. Yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri,
- E. Çatı taşıyıcı sistemi,
- F. Kat bilgisi,
- G. Yapı taşıyıcı elemanları (Cephede ve yapı iç kısmında)

Yapı tespitinin, yapının katlara ve her katın mekanlara ayrılması ve mekandaki her yapı elemanının incelenmesi ile yapılmasına karar verilmiştir. Yapı tespit formundaki ana bölümler ve bu bölümlerin sıralaması amaçlanan tespit sıralaması sırasına göre düzenlenmiştir. Bu sıralama aynı zamanda yapı tespit formunun alanda kullanımını kolaylaştıracak ve herhangi bir eksik bilgi kalmasını ortadan kaldıracak/en aza indirecek biçimde öngörülmüştür. Yapı tespit formu sorgularının adımları aşağıda verilmiştir:

Adım 1: Yapı genel bilgilerinin işlenmesi.

Adım 2: Yapı fiziki bilgilerinin işlenmesi.

Adım 3: Yapıya aks sistemi verilmesi ve her kat planında mekanların numaralandırılması.

Adım 4: Yapının fotoğraflarla belgelenmesi.

Adım 5: Cephe taşıyıcı elemanlarının (duvar, ayak/payanda, sütun, kemer/lento) ölçülerinin alınması.

Adım 6: Yapı iç bölümlerindeki taşıyıcı elemanların (duvar, ayak/payanda, sütun, kemer/lento) ölçülerinin alınması.

Adım 7: Çatı taşıyıcı sisteminin her cephe için incelenmesi.

Adım 8: Yapının katlara ayrılarak incelenmesi için incelenecek katın belirtilmesi.

Adım 9: Kat mekanlarının sırayla incelenmesi.

Adım 10: Her yapı elemanının iki tarafı inceleneceği için ve herhangi bir yapı elemanında eksik bilginin kalmaması için önce yapı cephesindeki elemanların incelenmesi.

Adım 11: İncelenen katın iç bölümlerinin, mekan sırasına göre, taşıyıcı elemanlarının incelenmesi.

Adım 12: İlgili kat incelendikten sonra aynı biçimde diğer katların incelenmesine geçilir.

"Yapı tespit formu" mimar ve inşaat mühendisleri ile Mimarlık Bölümü'nde öğrenim gören öğrencilerden oluşan farklı ekiplerle denenerek işlerliği test edilmiştir. Kullanıcılardan gelen

geri bildirimler doğrultusunda form sorguları ve formun biçimlenmesi değiştirilip geliştirilmiştir.

Yapı tespit formundaki en önemli veriler yapı elemanlarının bozulma ve hasarlarıdır. İncelenen her yapı elemanı için bozulma ve hasar sorgusu mevcuttur. Tespiti yapan kişiye yardımcı olması ve açık olmayan herhangi bir durum olmaması için Ek 3'te verilen, yapı tespit formunda yer alan tüm bozulma ve hasarları kapsayan, "bozulma ve hasar sözlüğü" oluşturulmuştur. Bozulma ve hasar sözlüğünde tanımlar resimler ile desteklenerek kullanıcı için açıklık getirilmiştir. Böylece hasar tespitinin nesnel olması öngörülmüştür.

5.2.2.1 Genel Bilgiler

Genel Bilgiler bölümü; yapı adı, yapım yılı/yüzyılı, yapının adresi, ili, ilçesi, deprem bölgesi bilgisi, yapının CBS (GPS) koordinatları, plan çiziminin olup olmadığı bilgisi, mülk sahibi, kullanıcı, kullanım durumu, fonksiyon değişikliği bilgilerini içermektedir (Ek 2).

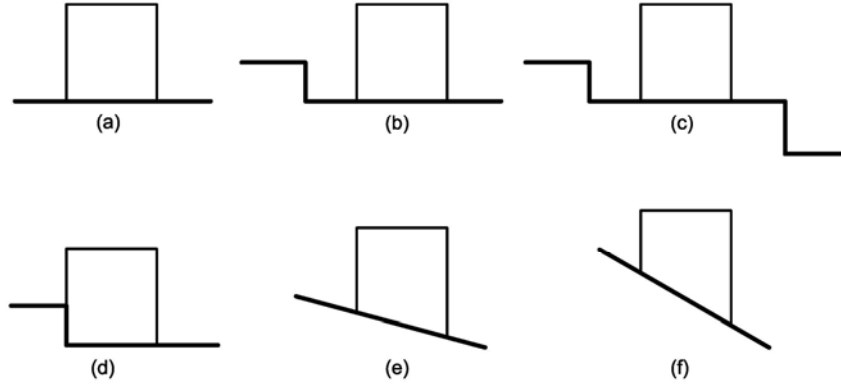
Deprem bölgesi bilgisi (1. Bölge, 2. Bölge, 3. Bölge, 4. Bölge, 5. Bölge) www.deprem.gov.tr adresinden elde edilerek yapı tespit formuna işlenmektedir. Yapının CBS (GPS) koordinatları bilgisi tez çalışmasında boş bırakılmış, yöntemin ileride kullanılması halinde bu bilgi belgeleme konusunda önemli olduğu için sorgu formunda yer almıştır.

Mülk sahibi belediye, vakıf, kamu, özel kurum, özel şahıs, diğer olmak üzere; kullanıcı belediye, vakıf, kamu, özel kurum, özel şahıs, diğer olmak üzere; kullanım durumu sürekli, ara sıra, gündüz, gece, kullanılmıyor, harabe olmak üzere sınıflandırılmıştır. Yapı türü; dini yapı, savunma yapısı, su yapısı, ulaşım yapısı, konut yapısı ve eğitim yapısı olmak üzere sınıflandırılmıştır. Dini yapılar cami, kilise, sinagog, türbe, tekke ve diğer; savunma yapıları kale, hisar, burç, sur duvarı, diğer; su yapıları hamam, sarnıç, sebil, çeşme ve diğer; ulaşım yapıları kervansaray, iskele, istasyon ve diğer; konut yapıları saray, konak, yalı, köşk, ev ve diğer; eğitim yapıları medrese, sıbyan mektebi, okul, kütüphane ve diğer olmak üzere sınıflandırılmıştır.

5.2.2.2 Fiziki Tanım Bilgileri

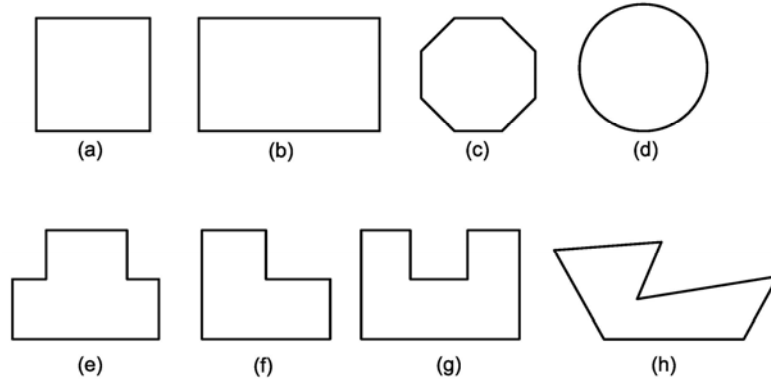
Fiziki tanım bilgilerinde; yapının topoğrafik durumu, yapının plan tipi, yapıyı oluşturan birimler ve aks sistemi oluşturulmuş yapı planı yer almaktadır (Ek 2).

Şekil 5.11'de yapı tespit formundaki yapının topoğrafik durumu seçenekleri gösterilmiştir. Buna göre; (a) düz, (b, c, d) üç farklı kot farkı durumu, (e) eğim 30°'den düşük olmak üzere az eğimli ve (f) eğim 30°'den büyük olmak üzere çok eğimli olarak ifade edilmiştir.



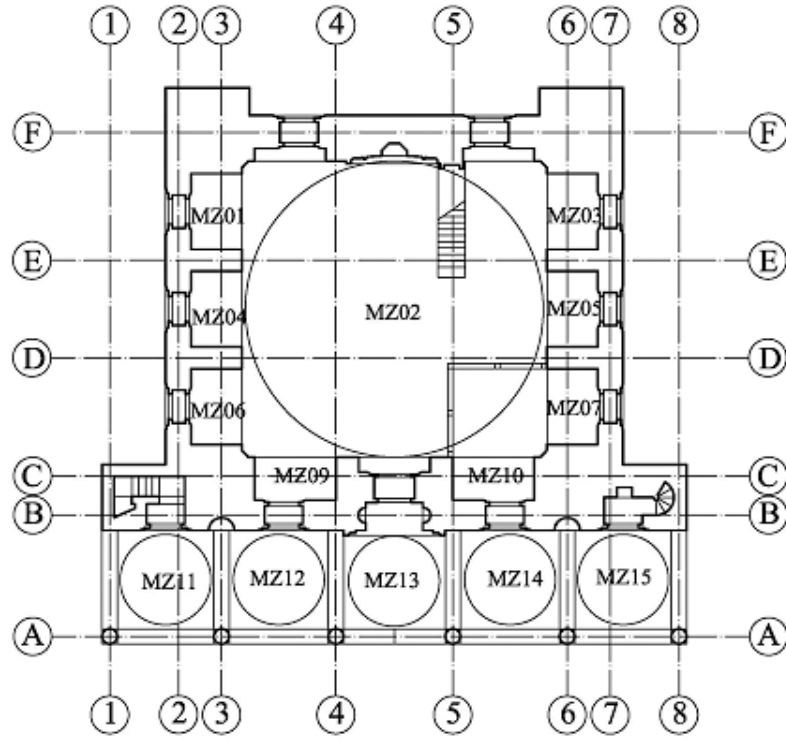
Şekil 5.11 Yapının topoğrafik durumu

Şekil 5.12'de; (a) kare, (b) dikdörtgen, (c) çokgen, (d) daire, (e) T biçimli, (f) L biçimli, (g) U biçimli ve (h) düzensiz/diğer olmak üzere yapı tespit formundaki plan tipi seçenekleri gösterilmiştir (Ayverdi, 1996 – 2004; Ünsal, 1973). Dörtgen plan tipli yapılarda, yapı uzun kenarı kısa kenarının iki katı ve daha fazla ise yapı formu dikdörtgen, daha az ise kare olarak tanımlanmıştır.



Şekil 5.12 Yapının plan tipi

Yapı birimleri bina kütlesi, farklı kotta bina kütleleri, bina kütesine bitişik ve en az bir cephesi kagir malzeme ile kapatılmamış yapı bölümü, avlu etrafındaki binalar, bina kütesine bitişik kule (çan kulesi, saat kulesi vb)/minare ve bina kütesinden ayırık kule (çan kulesi, saat kulesi vb)/minare olarak sınıflandırılmıştır. Anıtsal yığma bir yapı birkaç yapı biriminden oluşabileceği için bu bölümdeki seçeneklerden birden fazlası işaretlenebilmektedir. Yapıda çan kulesi, saat kulesi, minare vb yapı birimi var ise, sadece varlığı belirtilip, bu elemanların incelenmesi çalışma dışında tutulmuştur. Bölüm 5.2.1'de anlatıldığı gibi, incelenecek yapı planına aks şeması verilerek yapı planı yapı tespit formuna yerleştirilir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Aks şeması ve mekan numaraları verilmiş yapı planı

5.2.2.3 Yapı Fotoğrafları

Anıtsal yığma binalarda görsel verilere dayalı risk tespitini hedefleyen öndeğerlendirme yönteminde, incelenen binanın mevcut durumunun fotoğraf ile belgelenmesi yapının izlenmesi ve bundan sonra yapılacak incelemeler tarihsel bilgi vermesi için çok önemlidir.

Yapı tespiti sırasında sistematik fotoğraf çekilmesi ve yapının belgelenmesi yapı tespit formunun önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Fotoğrafların; yapının geometrisini, var ise müdahaleleri ve bozulma ve hasarları belgeleyecek nitelikte çekilmesi önemlidir. Fotoğraf çekerken aks kodu ile belirtilmesi daha sonra yapılacak incelemeler için yararlı olacaktır.

5.2.2.4 Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Ölçüleri

Yapı tespit formu geliştirilirken alanda, farklı ekiplerle yapılan denemelerde; yapı elemanlarının ölçülerinin alınması ve bozulma/hasar durumunun incelenmesinin eş zamanlı yapılmasının, tespiti yapan kişinin dikkatini dağıttığı ve bazı bilgilerin eksik bırakılmasına neden olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda yapı tespit formunda, yapı elemanlarının ölçülerinin alınması ile yapı elemanlarının mevcut durumu ve bozulma/hasarlarının incelenmesi işlemi birbirinden ayrılmıştır. Yapı elemanlarının bozulma/hasar durumunun incelenmesinden önce her bir yapı elemanına aks kodu verilerek ölçüsünün alınmasına karar

verilmiştir (Ek 2).

“D. Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Ölçüleri” bölümü duvarlar, ayaklar/payandalar, sütunlar ve kemerler/lentolar olmak üzere yapı elemanlarına göre alt başlıklara ayrılmıştır. Duvarlar kendi içinde cephe duvarları ve iç mekan duvarları olmak üzere ayrılmış, diğer yapı elemanları yapının dış kısmında ya da iç bölümlerinde farklılık göstermediği için ayrılmamıştır.

Tez çalışmasında geliştirilen yöntemde, her yapı elemanının iki tarafı da incelenmektedir. Böyle bir incelemenin amacı, yapı elemanında bozulma/hasar olması durumunda, bu bozulma/hasarın elemanın her iki tarafında da devam edip etmediğinin belirlenmesidir. Değerlendirme, bilgisayar veri tabanı ile yapılacağı için bilgisayar ortamında her yapı elemanı aynı kod ile tanımlanmalıdır. Yapı, mekanlara ayrılarak her mekanın yapı elemanları incelenir. Bu durumda cephe duvarlarının hem iç mekanlarda hem dışarıda aynı aks kodu ile isimlendirilmesi, duvarın parçalara ayrılarak incelenmesi ile mümkün olmuştur.

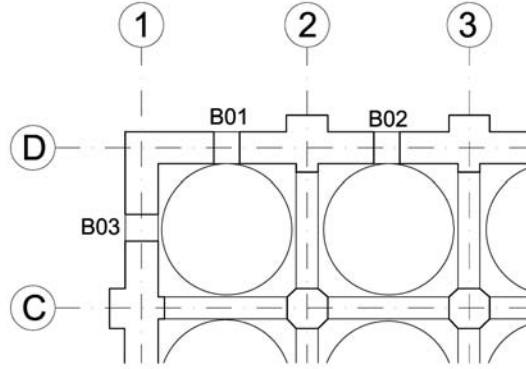
• Cephe Duvarları

Duvarlar, cephede girinti çıkıntı ve mekan sınırlarına göre parçalara ayrılarak incelenir. Her girinti çıkıntı bir cephe duvarı oluşturur. Cephede tek parça gibi görünen duvarlar, bazı durumlarda, iç mekanlarda kendilerine dik birleşen duvar, ayak, payanda gibi bir taşıyıcı eleman ile mesnetlenir. Bu durumda cephe duvarı her mesnet aralığı için parçalara ayrılarak incelenir. Yapı tespiti; yapı, mekanlara ayrılarak ve her mekandaki yapı elemanları incelenerek yapılacağı için cephe duvarları her mekan sınırına göre parçalara ayrılarak ele alınmıştır. Örneğin, Şekil 5.13'te cephe duvarının aks kodu C2F2 ve duvar parçalarının aks kodları da C2D2, D2E2, E2F2'dir.

Cephe duvarının ölçüsü alınırken öncelikle cephenin toplam duvar uzunluğu, ardından her bir duvar parçasının uzunluğu, kalınlığı ve yüksekliği ölçülür. Toplam cephe uzunluğu yapı taban alanının hesaplanması için gereklidir, her bir duvar parçasının boyutları da Bölüm 5.3'te değerlendirme ölçütlerinde anlatılacak olan duvar narinliği hesabı için gereklidir.

Duvar ölçüleri alınırken, duvar geometrisinde ve duvarın yapısal davranışında oldukça önemli olan duvar boşluklarının ölçüleri de alınmıştır. Duvar boşluklarının ölçüleri alınırken Şekil 5.14'te gösterildiği biçimde, her boşluğa kod verilerek yapı tespit formunda belirtilmiş ve boşluk genişliği ile yüksekliğinin ölçülmesi istenmiştir. Bölüm 5.3'te anlatılacak değerlendirme ölçütlerine göre, deprem kuvveti karşısında zemin kat duvarlarının mukavemeti daha önemli olduğu için sadece zemin kat duvar boşluklarının ölçüleri sorgulanmıştır. Ayrıca anıtsal yapıların büyüklüğü dikkate alınırsa, pek çok durumda üst

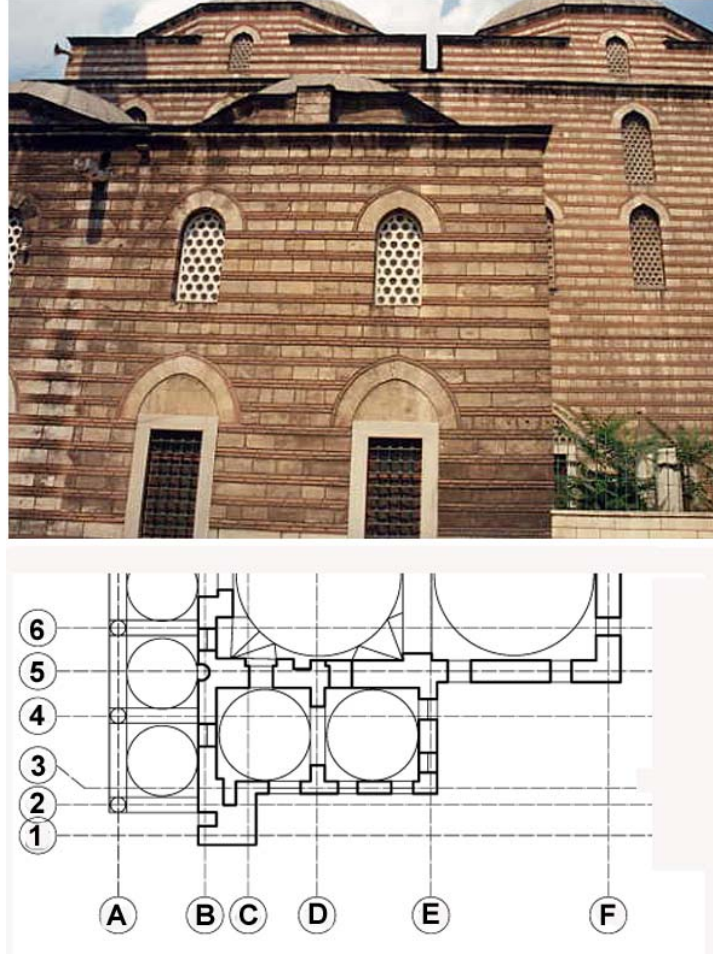
katlara ulaşmak mümkün olmamaktadır.



Şekil 5.14 Boşluk kodu verilmesi

İncelenen cephe duvarında hatıl var ise duvar narinliğinde belirleyici olduğu için duvardaki hatıl mesafelerinin ölçülmesi istenmiştir. İlk hatılın yerden yüksekliği, iki hatıl arasındaki mesafe (birden fazla ise sırayla tüm hatıllar arasındaki mesafe ölçülmektedir) ve son hatıl ile saçak arasındaki mesafenin ölçüleri istenmiştir.

Bazı yapılar farklı yükseklikteki bitişik kütlelerden oluşmuştur. Bu durumda cephe duvarı incelenirken incelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütlesi olabilir (Şekil 5.15). Deprem kuvveti etkisi ile alçak olan duvarın mesnetlendiği seviyede kesme etkisi olacağından bu durum duvar davranışı için çok önemlidir. Bu nedenle incelenen cephe duvarında kesme etkisi oluşturabilecek böyle bir yapı kütlelerinin varlığı yapı tespit formunda sorgulanmıştır.



Şekil 5.15 Cephede duvar önünde, kendisine bitişik ve daha alçak bir kütle olma durumu

- **Mekan Duvarları**

İç mekanlarda yer alan her bir duvarın aks kodu verilerek uzunluğu, kalınlığı ve yüksekliği ölçülür (Ek2). Duvarda boşluklar var ise cephe duvarlarında olduğu gibi plan düzleminde boşluk kodu verilerek sadece zemin kat seviyesindeki duvar ölçüleri alınır.

- **Ayaklar/Payandalar**

Aks kodu verilen her bir ayak ya da payanda elemanının ölçüsü alınır. Ayaklarda hem duvara bitişik olan ayakların hem de serbest ayakların ölçüleri alınır. Dörtgen en-kesitli ayaklarda kalınlık, uzunluk ve yükseklik; dairesel en kesitli ayaklarda yarıçap ve yükseklik; çokgen en kesitli ayaklarda ise köşelerden geçen dairenin yarıçapı ve yükseklik ölçüsü alınır. Kalınlık ölçüsü, bakılan yöne dik doğrultudaki kenar boyutudur (Ek 2).

- **Sütunlar**

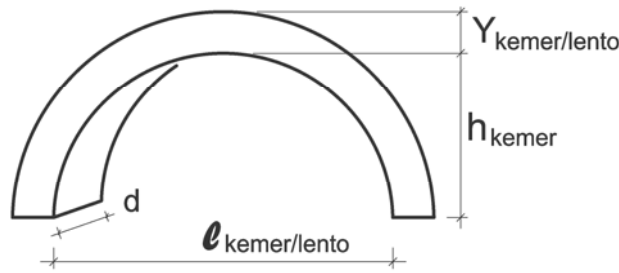
Aks kodu verilen her bir sütunun ölçüsü alınır. Dairesel kesitli sütunlarda yarıçap ve yükseklik, dörtgen kesitlilerde kalınlık, uzunluk ve yükseklik, çokgen kesitli ise köşelerden geçen dairenin yarıçapı ve yükseklik ölçüsü istenmiştir (Ek 2).

- **Kemerler/Lentolar**

Yapı tespitinde sadece mekan sınırı oluşturan kemer ya da lentoların incelenmesine karar verilmiştir. Duvar düzlemi içinde olan hafifletme kemerleri çoğu durumda sıva ya da duvar kaplamasının altında kaldığı için görünmeyebilir, bu nedenle duvar düzlemi içinde kalan kemerlerin incelenmemesine karar verilmiştir.

Kemer ölçüleri Şekil 5.16'da verilen l , h , d , Y parametrelerine göre istenmiştir (Ek 2).

İncelenen eleman lento ise sadece uzunluk (ℓ) ve yükseklik (h) ölçüsü alınacaktır.



Şekil 5.16 Kemer ölçüsünde belirlenen parametreler

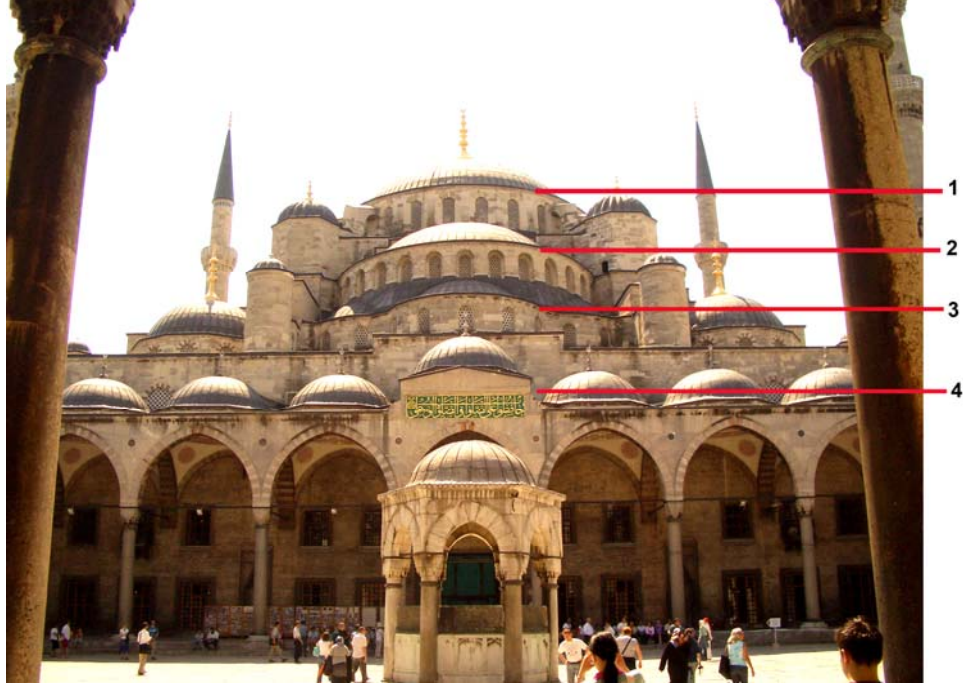
Aks kodu verilerek tüm yapı elemanlarının ölçüleri alındıktan sonra mevcut durum ile bozulma ve hasarların incelenmesine geçilir.

5.2.2.5 Çatı Taşıyıcı Sistemi

Çatı taşıyıcı sistemi, yapının farklı bölümlerinde farklılık gösterebileceği için her bir cephenin çatı taşıyıcı sistemi ayrı ayrı incelenmektedir. İncelenen cephenin aks kodu verilerek yapı tespit formunun ilgili bölümü doldurulmaya başlanır (Ek 2). Cephenin çatı kademe sayısı; bakma yönünde, her farklı kotu bir kademe olmak üzere; bir adet, iki adet ya da ikiden fazla kademe olarak belirtilmiştir. Örneğin Şekil 5.17'de gösterilen yapı cephesinde çatı kademe sayısı dördür.

Çatı elemanı formu; tek yöne eğimli çatı, beşik çatı, kırma çatı, kubbe, tonoz, koni ve piramidal olmak üzere sınıflandırılmıştır. Çatı örtüsü malzemesi; kiremit, metal, diğer ve örtü yok olarak sınıflandırılmıştır. Çatı sistemindeki bozulma ve hasar seçenekleri, Ek 3'te

açıklanan; kaplamanın kaldırılması, bitkilenme, parça kopması, kısmi yıkılma, çökme ve diğer olarak verilmiştir.



Şekil 5.17 Çatı kademe sayısı

Yapı, katlara ayrılarak incelendiği için katlardan bağımsız olan çatı taşıyıcı sisteminin incelenmesi cephe bilgisinden ayrı olarak düzenlenmiştir.

5.2.2.6 Kat Bilgisi

İncelenen kat bilgisinin verildiği bölümdür. Yapı tespit formunda kat bilgisi; 1. Bodrum kat, 2. Bodrum kat, 3. Bodrum kat, Zemin kat, 1. Kat, 2. Kat, 1. Galeri katı/asma kat/balkon ve 2. Galeri katı/asma kat/balkon seçeneklerinden oluşturulmuştur (Ek2).

İncelenen yapıda sadece ahşap taşıyıcı sistem ile oluşturulmuş galeri katı var ise bu katın ayrı bir kat olarak değerlendirilmemesine karar verilmiştir. Anıtsal yığma kagir yapılarda ahşap taşıyıcı sistemi olan galeri katı çoğu zaman sonradan yapılan ve ana strüktüre bağlanmayan bir sistem olmaktadır. Yapı tespit formunda sadece kagir olan yapı katlarının dikkate alınması kararlaştırılmıştır.

5.2.2.7 Yapı Taşıyıcı Elemanları

Yapı taşıyıcı elemanları bölümü, cephe bilgileri ve yapı iç bölümleri bilgileri olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Her bir bölüm, mekan numarası ile başlar. Mekan numarasının ardından mekanın incelenen kenar aksı yazılarak bu kenarda yer alan taşıyıcı eleman türleri ve adetleri belirtilir. Ardından mekanı sınırlayan her kenarda yer alan yapı elemanları sırasıyla incelenir. Mekan taşıyıcı elemanları; duvar, ayak, sütun, kemer ve lento olarak verilmiştir (Ek 2).

Her katın incelenmesi, katın mekanlara ayrılması ve mekandaki her yapı elemanının incelenmesi biçimindedir. Yapı elemanlarının incelenmesi, daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi yapı elemanının her iki tarafının incelenmesi ile yapılmaktadır. Bunun için her yapı elemanı iki kez incelenmiş olur.

İnceleme yapının iç bölümlerinde ise, yan yana olan iki mekanın sınırını oluşturan yapı elemanı, her iki mekanda incelenmiş olur ve bu durumda yapı elemanının her iki tarafı incelenerek bozulma ve hasarların devamı araştırılmış olur. Ancak yapının dış sınırlarını belirleyen ve cephe oluşturan elemanların bir tarafı cephede diğer tarafı yapı iç bölümünde yer aldığı için bu tür yapı elemanları sadece bir mekanda incelenmiş olur. Bu durumda yapı elemanının cephede olan tarafının incelenmesinin eksik kalmaması için yapı tespit formunda, cephe ve yapı iç bölümlerinin taşıyıcı elemanları iki ayrı bölüm olarak oluşturulmuştur.

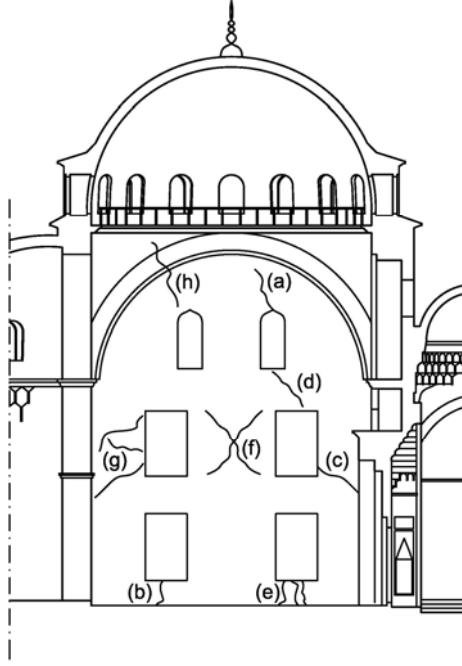
• Cephe Duvarları ve Mekan Duvarları

Duvar bilgileri, incelenen duvarın aksı kodu verilerek işlenir. Duvar geometrisi, duvar yüzeyi duvar bozulma/hasarları ve duvara yapısal müdahale yapılıp yapılmadığı sorgulanır. Duvar geometrisi eğrisel ve doğrusal; duvar yüzeyi kaplamalı, sıvalı, taş, tuğla, almaşık, kerpiç ve cam olmak üzere belirtilmiştir. Bozulma ve hasarlar Ek 3'te verilen açıklamalara göre; yüzey kararması, boya kabarma, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, şişme, parça kopması, kısmi yıkılma ve diğer olarak sınıflandırılmıştır. Yapı elemanında birden fazla bozulma/hasar aynı anda oluşabileceği için, bu seçeneklerden bir kaçısı işaretlenebilir. Duvar çatlakları boşluklu duvarda çatlaklar ve boşluksuz duvarda çatlaklar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Boşluklu duvarlarda gözlenen çatlakların yeri ve durumu boşluk koduna referans verilerek belirtilmiştir. Çatlak yeri; boşluk ile duvar üstü arasında (Şekil 5.18-a), boşluk ile duvar tabanı arasında (Şekil 5.18-b), boşluk ile duvar kenarı arasında (Şekil 5.18-c) ve iki boşluk arasında (Şekil 5.18-d) olmak üzere ifade edilmiştir. Çatlağın durumu; tek çatlak (Şekil 5.18-a), paralel çatlaklar (Şekil 5.18-e), kesişen çatlaklar (Şekil 5.18-f) ve dağınık çatlaklar (Şekil

5.18-g) seçenekleri ile ifade edilmiştir. Çatlağın yeri ve durumu belirtildikten sonra, çatlağı komşu elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır (Şekil 5.18-h).

Boşluksuz duvarlarda gözlenen çatlaklar; duvar alt bölgesinde, duvar ortasında, duvar üst bölgesinde ve iki duvarın kesişim bölgesinde olmak üzere seçeneklere ayrılmıştır. Çatlağın yeri ve durumu belirtildikten sonra, boşluklu duvardaki çatlak sorgusunda olduğu gibi, çatlağı komşu elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır.



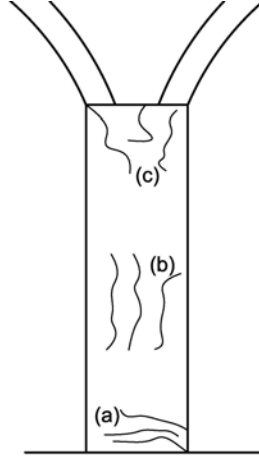
Şekil 5.18 Boşluklu duvarda çatlak yeri ve durumu

• Cephe Ayakları/Payandaları ve Mekan Ayakları/Payandaları

Ayak veya payanda bilgileri işlenirken her yapı elemanının aks kodu verilerek sorgulara başlanır. Duvar ile bitişik ayak, serbest ayak veya cephe için payanda seçeneklerinden biri olmak üzere yapı elemanı türü belirtilir. Gergi olup olmadığı, var ise malzemesi işaretlenir. Gergi malzemesi çelik, ahşap ve kablo olmak üzere üç seçenek ile ifade edilmiştir. İncelenen yapı elemanı yüzeyi; kaplamalı, sıvalı, taş, tuğla, almalı ve kerpiç seçeneklerine ayrılmıştır.

Bozulma ve hasar bilgileri Ek 3'te verilen bozulma ve hasar sözlüğündeki açıklamalara göre; yüzey kararması, boya kabarma, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, şişme, parça kopması, kısmi yıkılma ve diğer seçenekleri ile belirtilmiştir. Yapı elemanı incelenirken aynı elemenda birden fazla bozulma/hasar olabileceği için birden fazla seçenek işaretlenebilir.

Çatlak var ise yeri tabana yakın (Şekil 5.19-a), orta kısımda (Şekil 5.19-b) ve üst kısımda (Şekil 5.19-c) olmak üzere belirtilmiş ve birleştiği elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır.



Şekil 5.19 Ayak çatlakları

Yapısal müdahale var ise; derzleme yapılması, eleman eklenmesi, ayak/payanda elemanının bir kısmının ya da tamamının yeniden yapılması seçenekleriyle belirtilmiştir. Yapı elemanına yapılan müdahale verilen seçenekler türünden biri olmayıp farklı bir müdahale ise diğer seçeneği sunulmuştur.

- **Cephe Sütunları ve Mekan Sütunları**

Sütun bilgileri işlenirken her yapı elemanının aks kodu verilerek sorgulara başlanır. Tek parça blok taş, çok parçalı blok taş ve metal çember bilgisi olmak üzere sütunun yapım şekli belirtilir. Bozulma ve hasar bilgileri Ek 3'te verilen bozulma ve hasar sözlüğündeki açıklamalara göre; yüzey kararması, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, parça kopması, bloklarda kayma ve diğer seçenekleri ile belirtilmiştir.

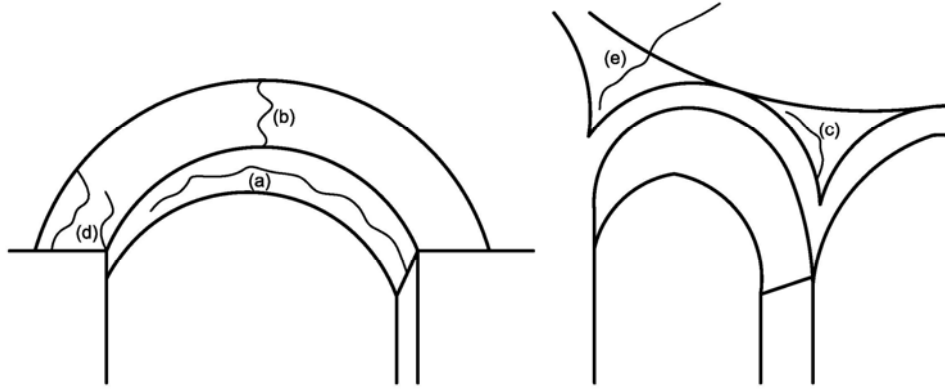
Çatlak var ise yeri tabana yakın, orta kısımda ve üst kısımda olmak üzere belirtilmiş ve birleştiği elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır (Şekil 5.19).

- **Cephe Kemerleri/Lentoları ve İç Mekan Kemerleri/Lentoları**

Cephe kemerleri veya lentoların bilgileri işlenirken her yapı elemanının aks kodu verilerek sorgulara başlanır. Kemer ve lento seçeneklerinden biri olmak üzere incelenen yapı elemanı belirtilir. Gergi olup olmadığı, var ise malzemesi işaretlenir. Gergi malzemesi çelik, ahşap ve kablo olmak üzere üç seçenek ile ifade edilmiştir. İncelenen yapı elemanı yüzeyi; kaplamalı, sıvalı, taş, tuğla seçeneklerine ayrılmıştır.

Bozulma ve hasar bilgileri Ek 3'te verilen bozulma ve hasar sözlüğündeki açıklamalara göre; yüzey kararması, boya kabarma, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, parça kopması ve diğer seçenekleri ile belirtilmiştir. Yapı elemanı incelenirken aynı elemanda birden fazla bozulma/hasar olabileceği için birden fazla seçenek işaretlenebilir.

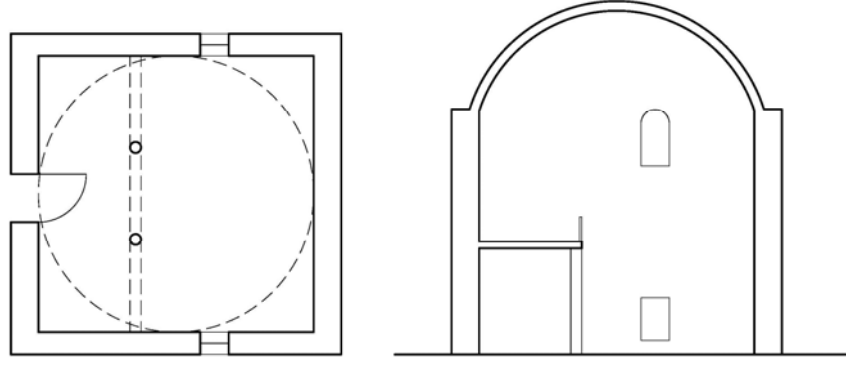
Çatlak var ise yeri; kemer/lento iç yüzeyinde (Şekil 5.20-a), kemer/lento yüksekliğinde (Şekil 5.20-b) ve kemerin/lentonun taşıdığı eleman ile kemer arasında (Şekil 5.20-c) olmak üzere ifade edilmiştir. Çatlağın durumu; kemer eğrisine paralel (adedi ile birlikte), mesnete yakın (Şekil 5.20-d) ve tepede seçenekleri ile ifade edilmiştir. Çatlağın yeri ve durumu belirtildikten sonra, çatlağın komşu elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır (Şekil 5.20-e).



Şekil 5.20 Kemer çatlakları

• İncelenen Mekanın Tavan Bilgisi

İncelenen mekanın tavan incelemesi kendi tavanı var ve tavan başka bir mekanı da örtüyor seçenekleri ile başlatılmıştır. Tavan başka bir mekanı da örtüyor ise tavanın tamamının incelenebileceği bir üst kottaki mekanda incelenmesine karar verilmiştir. Şekil 21'de kubbenin bir bölümü galeri katının üzerini, diğer bir bölümü ise zemin katı örtmektedir. Kubbe tavanı galeri katında incelenmelidir.



Şekil 5.21 Tavanın başka bir mekanı örtüyor olması durumu

Tavan bilgisinden sonra tavan aks kodu ve mekan numarası bilgisi yer almaktadır. Tavan yüzeyi; sıvalı, sıvasız ve kaplanmış seçeneklerinden biri ile ifade edilmiştir. İncelenen tavan döşemesinin ortasında aydınlatma vb amaçlı boşluk/delik olup olmadığı bilgisi istenmiştir.

İncelenen tavan döşemesi bilgisi malzeme ve geometriye göre sınıflandırılmıştır. Düz döşemede betonarme plak döşeme ve kagir döşeme seçenekleri verilmiş, malzemenin görülmeyişi durum için belirlenemiyor seçeneği eklenmiştir. Ahşap kirişli döşeme ve demir kirişli döşeme, tek doğrultuda kiriş düzeni ve iki doğrultuda kiriş düzeni olarak ikiye ayrılmıştır. Eğrisel döşemeler önce geometrisine göre; kubbe, yarım kubbe, çift eğrilikli tonoz, tek eğrilikli tonoz, dilimli kubbe, aynalı tonoz, kaburgalı tonoz, çapraz tonoz ve tor olmak üzere sınıflandırılmıştır (Batur, 1980). Eğrisel döşeme malzemesi de taş, tuğla, kerpiç, almalı, ahşap, demir ve beton olarak sınıflandırılmış, görülmeyişi durumlar için tespit edilemiyor seçeneği eklenmiştir.

Eğrisel örtünün kasnaklı olup olmadığı bilgisi ve etek bölgesinde boşlukların olup olmadığı bilgisi sorulmuştur. Kubbe gibi eğrisel örtülerde yapı elemanının üst bölümü ile etek bölümünün davranışı farklı olduğu için bu bilgilerin istenmesine karar verilmiştir. Daire biçimli kubbelerin üst bölgesi basınca etek kısımlarına yakın bölge de çekmeye çalışır. Çekme bölgesinde oluşturulan boşluklarda kemerler çekmeyi basınca çevirir. Bu bilgi kubbe gibi eğrisel örtülerde önemli bir bilgidir.

Bozulma ve hasar bilgileri Ek 3'te verilen bozulma ve hasar sözlüğündeki açıklamalara göre; yüzey kararması, boya kabarma, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, parça kopması ve diğer seçenekleri ile belirtilmiştir. Yapı elemanı incelenirken aynı elemanda birden fazla bozulma/hasar olabileceği için birden fazla seçenek işaretlenebilir.

Çatlak var ise yeri; merkezde/merkeze yakın ve herhangi bir mesnete yakın olmak üzere ifade edilmiştir. Mesnete yakın olan çatlaklar yakın oldukları mesnet elemanının aks kodu verilerek belirtilmesine karar verilmiştir. Mesnete yakın çatlaklar ayrıca mesnete paralel, mesnete dik ve dağınık olmak üzere sınıflandırılmıştır. Çatlağın yeri ve durumu belirtildikten sonra, çatlağın komşu elemana devam edip etmediği sorgulanmıştır.

İncelenen mekanın tavan bilgisi sorgusunda yapısal müdahale durumu var, yok veya bilinmiyor seçenekleri ile sorgulanmıştır.

• G.6. Tavan Taşıyıcı Sisteminin Geçiş Elemanları

Tavan taşıyıcı sisteminde, özellikle kare ya da çokgen planlar üzerindeki kubbelerde, geçiş elemanı var ise bu bölümde incelenir. Geçiş elemanı var ise aks kodu ve mekan numarası verilerek inceleme yapılır. Her bir geçiş elemanı ayrı ayrı incelenir. Geçiş elemanı türü; üçgenli kuşak, pendentif, tromp, bindirmeli üçgen, yarım kubbe, kemer, tonoz ve giriş seçenekleri ile sınıflandırılmıştır.

Bozulma ve hasar bilgileri Ek 3'te verilen bozulma ve hasar sözlüğündeki açıklamalara göre; yüzey kararması, boya kabarma, ıslanma lekesi, çiçeklenme, yosunlanma, bitkilenme, erozyon, çatlak, yarık, parça kopması ve diğer seçenekleri ile belirtilmiştir. Yapı elemanı incelenirken aynı elemanda birden fazla bozulma/hasar olabileceği için birden fazla seçenek işaretlenebilir.

5.2.3 Yapı Tespit Formunun Alanda Test Edilmesi

5.2.3.1 Pilot Bölge Seçimi

Yapılan literatür araştırmasına göre, mevcut çalışmalar; geometrisi kolay tanımlanabilen, çok katlı yığma kagir yapılara ilişkin olduğu için tez çalışmasında, karmaşık geometrisi olan, Türkiye'deki kubbeli yapıların risk düzeyinin tespitine ilişkin bir yöntem geliştirilmesine karar verilmiştir. Alan çalışması için pilot bölge olarak İstanbul Tarihi Yarımada seçilmiştir.

Bölgede yer alan yapıların bazılarının zaman içinde fonksiyon değişimine uğraması, yapı geometrisinin çeşitlilik göstermesi, farklı malzemelerin kullanılmış olması ve bazı yapılarda farklı dönem eklerinin bulunması, İstanbul Tarihi Yarımada'nın pilot bölge olarak seçilmesinde etkili olmuştur.

Bizans ve Osmanlı imparatorluklarına ev sahipliği yapmış olan bölgede bulunan tarihi yapılar, MS 6. yüzyıla kadar tarihlenmektedir. Tarihi Yarımada'da; kiliseler, kiliseden camiye dönüştürülen yapılar, camiler, türbeler, hanlar, hamamlar, kütüphane yapıları gibi farklı işlev,

dönem ve yapım sistemi olan; malzemesi, biçim ve geometrisi, yük aktarma sistemi, geçiş elemanları ve destek elemanları bakımından çeşitlilik gösteren yapılar bulunmaktadır. Tablo 5.2 bu bölgede tespit edilen yapı türlerini ve adetlerini göstermektedir (Arun vd., 2010, Öztepe, 2001).

Tablo 5.2 İstanbul Tarihi Yarımada'da (tespit edilebilen) yapıların türlerine göre adetleri

Yapının işlevi	Yapı Adedi
Cami	127
Hamam	107
Mescit	64
Medrese	46
Kilise ve sinagog	30
Kütüphane	24
Camiye dönüştürülmüş kilise	12
Müze	10
Çarşı	4

Tez çalışmasında, seçilen pilot bölgedeki alan çalışmasında; farklı dönem, büyüklük ve geometrisi olan yapılar ile fonksiyon değişimi geçirmiş, farklı döneme ait farklı büyüklük ve geometrideki yapılar ile fonksiyonu değiştirilmiş, farklı dönem ekleri olan 12 adet yapı seçilmiştir. Yapı tespit formu geliştirilirken çeşitli aşamalarında, bu yapılarda farklı kişilerden oluşan dört çalışma ekibi ile denenmiş, geri bildirimlere göre geliştirilmiş ve işlerliği sağlanmıştır. Geliştirilen yapı tespit formu Ek 2'de verilmiştir.

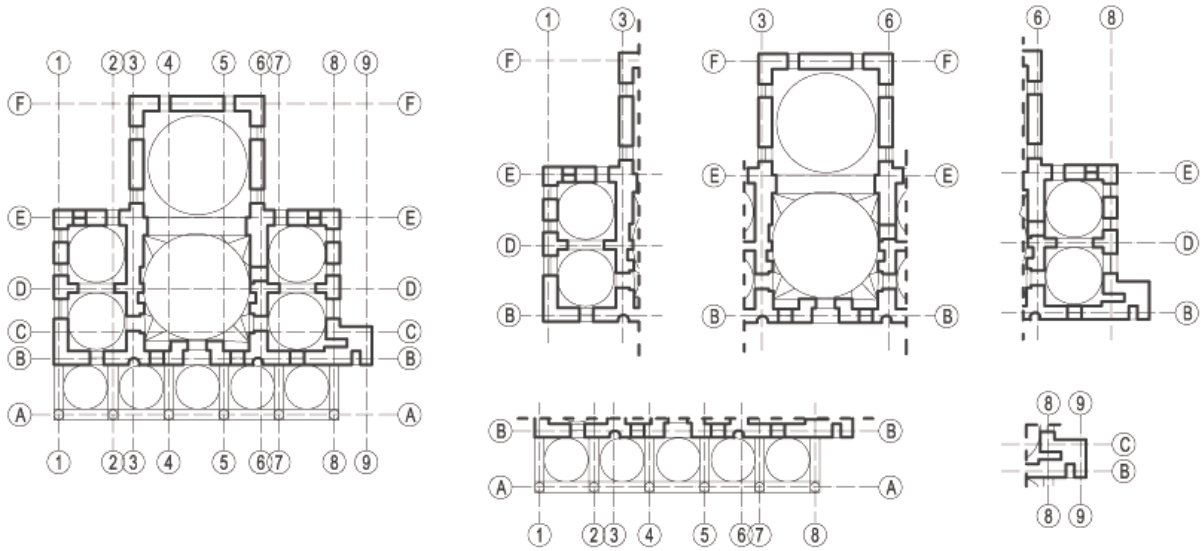
5.2.3.2 Yapı Tespit Formunun Kullanılması

Yapı tespit formu, geliştirilme süresi boyunca her aşamada alanda test edilmiş ve uygulanabilirliği denenmiştir. Uygulama sırasında karşılaşılan sorunlara ve kullanıcılardan gelen geri bildirimlere göre formun yapısı değiştirilerek geliştirilmiştir. Karşılaşılan her yeni durum ve eleştiri genelleştirilerek yapı tespit formu sorgularına eklenmiştir. Yapı tespit formunun gelişimi sırasında yapılan temel değişiklikler aşağıda ele alınmıştır:

- Yapı tespit formu doldurulmaya başlamadan önce incelenecek yapıya, Bölüm 5.2.1'de anlatılan biçimde, aks şemasının verilmesi uzman olmayan ekip üyeleri ile denenmiş ve genel bir başarı elde edilememiştir. Yapılan bu denemeler sonucunda aks şemasının, tespiti yapan uzman olmayan kişi tarafından verilmesinin uygun

olmadığı ve çalışmayı koordine eden bir uzman ekip başı tarafından ya da onun kontrolünde yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Aksların doğru verilmesi ve alan çalışmasında uzman olmayan kişinin elindeki aks şemasına göre yapı elemanlarını kodlaması ve yapı tespitini yapması kolaylaşmıştır.

- Çalışmanın ilk aşamalarında, yapı tespitinde, incelenecek yapının kütlelere ayrılarak parçalar halinde incelenmesi düşünülmüştü (Şekil 5.22). Ancak kütlelere ayırma işlemi farklı kullanıcılar ile denendiğinde başarı sağlanamamış ve alan çalışmasında zaman kaybına neden olduğu tespit edilmiştir. Yapı tipolojileri çok farklı olduğu için genel bir kütle tanımı yapmak mümkün olamamıştır. Bunun yanı sıra ayrı parçalar halinde incelenen yapının bütün olarak değerlendirilmesi ve yapı kütleleri arasında ilişki kurulması güçlüğü ortaya çıkmıştır. Bu denemelerden sonra yapının bütün olarak incelenmesinin daha uygun olacağına karar verilmiştir.



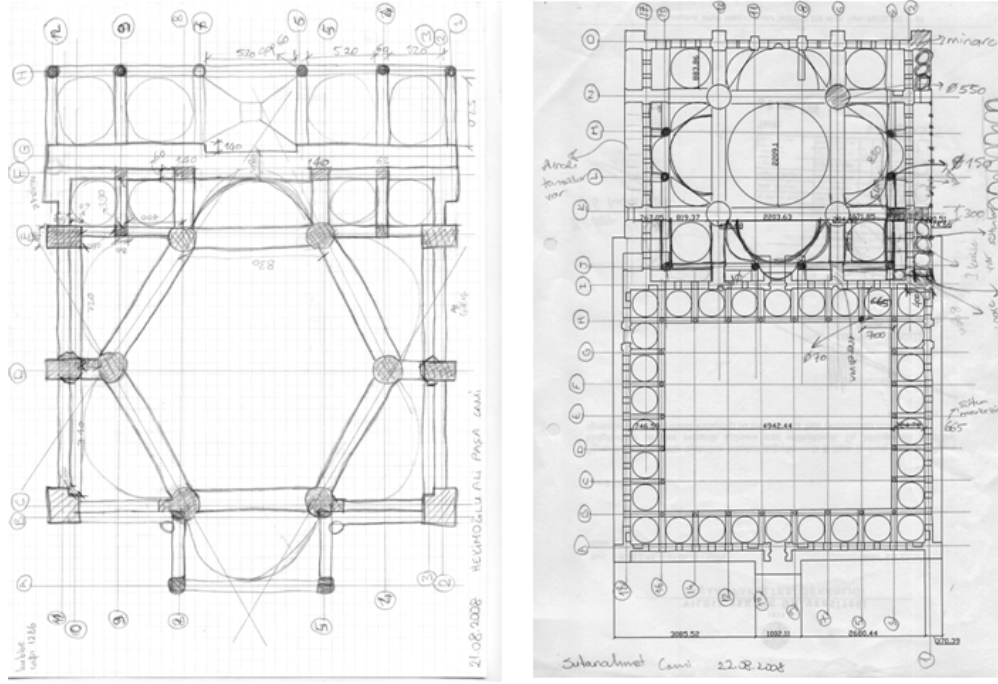
Şekil 5.22 Yapının kütlelere ayrılması

- Fiziki Tanım Bilgileri bölümünde, kütlelere ayrılmış yapının planda ve kesitte komşuluk bilgisi sorgusu yapılmıştır. Ancak bu ilişki varyasyonlarının tek bir formda toplanamayacak kadar çok sayıda olduğu ve birbirine benzer çok sayıda şeklin algıyı zorlaştırdığı belirlenmiştir. Bunun yerine, üst paragraflarda verilen Şekil 5.15'te gösterilen biçimde; cephede duvar önünde, kendisine bitişik ve daha alçak bir kütle olma durumunun sorgulanmasına karar verilmiştir.
- Tespit formunu denemek üzere yapılan ilk alan çalışması için yapı tespit formu ile birlikte "yapı tespit formu kullanım kılavuzu" oluşturulmuştur. Ancak alan

alışmasında bir yanda kullanım kılavuzu bir yanda tespit formu sayfaları ile birlikte çalışmanın güç olduğu ve kullanım kılavuzunun tam olarak kullanılmadığı ifade edilmiştir. Bu durum dikkate alınarak yapı tespit formu üzerinde gerekli açıklamaların yapılması daha uygun görölmüştür (Ek 2).

- Yapı tespit formunda bozulma ve hasar durumu incelenirken çatlak bilgisinde ilk aşamada çatlak genişlikleri sorulmuştur. Ancak farklı ekiplerle alan çalışması yapıldığında gözleme dayalı tespitte çatlak genişliği hakkında verilen kararın sağlıklı olmadığı ortaya çıkmıştır. Özellikle çatı döşemesi seviyesindeki çatlakların genişliğinin çıplak göz ile algılanmasının olanaklı olmadığı saptanmıştır. Tez çalışmasında geliştirilen yöntemin öndeğerlendirme yöntemi olduğu göz önünde bulundurulunca çatlağın yeri ve konumu bilgisinin yeterli olacağı düşünölmüştür.
- Cephe duvarları incelenirken çatlak dağılımını belirtmek için, plan düzleminde olduğu gibi, cephe düzleminde de aks verilmesi düşünölmüştür. Alan çalışmasında yapılan tüm denemeler başarısız olmuştur. Cephe duvarlarının parçalara ayrılarak, hem yapı dışından hem yapı içinden incelenmesi ve duvardaki girinti çıkıntıların her birinin bir cephe oluşturmaları cephe düzleminde aks verme işlemini başarısız hale getirmiştir. Bunun yerine incelenen her katta boşluklara numara verilerek, çatlak yeri belirtilirken boşluk koduna referans verilmesi uygun görölmüştür.

Ek 2'de verilen yapı tespit formunun düzeninden de anlaşıldığı gibi bir yapının tespiti için önce aks şeması verilmeli ve alan çalışması yapılmalıdır. Buna göre bir yapının tespit çalışması en az üç gün sürmektedir. İlk gün yapı planı var ise alanda doğruluğu kontrol edilir (Şekil 5.23), yok ise alanda şematik kat planları çizilir. İkinci gün, aks kodu verilen yapı elemanlarının ölçüleri alınır ve üçüncü gün bozulma ve hasar tespiti yapılır. Yapı büyüklüğüne bağlı olarak bu işlemlerin süresi değişir.



Şekil 5.23 Alan çalışmasında yapı planı çizimlerinin kontrolü

Bir yapının tespiti için alan çalışmasının süresini belirleyen en önemli faktör yapının geometrik karmaşıklığı ve yapı elemanı sayısının fazla olmasıdır. Geometrisi karmaşık olan yapının algılanması ve aks şemasının verilmesi ve inceleme için düzen oluşturulması basit bir yapıya göre daha çok zaman almaktadır. Her bir yapı elemanı ayrı ayrı incelendiği için çok sayıdaki yapı elemanının gerek ölçüsünü almak gerekse bozulma ve hasarlarını incelemek uzun zaman almaktadır. Tez çalışmasında incelenen yapılar anıtsal tarihi yapı olduğu için inceleme sırasında yapıda tam gün çalışmak mümkün değildir. Yapıya sınırlı zamanda erişim olduğu için tespit süresi uzamaktadır.

Formun geliştirilmesi sırasında farklı ekiplerle incelenen ve aynı yapı için farklı kişilerin çalışmalarının karşılaştırıldığı yapılar Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3 Alan çalışmasında incelenen yapılar

Yapı Adı	Yapım Yüzyılı
Firuz Ağa Cami	15. Yüzyıl
Bali Paşa Cami	15. Yüzyıl
Davut Paşa Cami	15. Yüzyıl
Atik Ali-Çemberlitaş Cami	15. Yüzyıl
Murat Paşa Cami	15. Yüzyıl
Atik Ali-Zincirlikuyu Cami	16. Yüzyıl
Cerrah Mehmet Paşa Cami	16. Yüzyıl
Hekimoğlu Ali Paşa Cami	18. Yüzyıl
Pertevniyal Valide Sultan Cami	19. Yüzyıl
Fatih Cami	15. ve 18. Yüzyıl

5.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Tez çalışmasında önerilen yöntemde değerlendirme, puanlama sistemine dayanmaktadır. Risk yok, az riskli, orta riskli ve yüksek riskli olmak üzere dört risk düzeyinden oluşan puan cetveli belirlenmiştir (Ek 1).

Değerlendirme, bilgisayar veri tabanı ile otomatik olarak yapılacaktır. Değerlendirme ölçütleri; yapı taşıyıcı elemanlarının, DBYBHY 2007-Bölüm 5: Yığma Binalar İçin Depreme Dayanıklı Tasarım Kuralları ile Eurocode 8 dikkate alınarak deprem güvenliği ölçütleri ve yapı tespit formunda elde edilen bilgilerin ilişkilendirilmesi ile oluşturulmuştur. Yapı tespit formundaki sorguların puan değerleri belirlenmiş ve değerlendirme hesabının bir ölçütü olarak alınmıştır. Yapı tespit formunda her bir yapı elemanı için elde edilen veriler, değerlendirmede birbiri ile ilişkilendirilerek, yapının bir bütün olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır.

5.3.1 Değerlendirme Ölçütleri

İncelenen yapıların değerlendirilmesinde, DBYBHY 2007'nin 5. Bölümü ile Eurocode 6 ve Eurocode 8'de yer alan hesaplar ve ölçütler temel alınmıştır (DBYBHY, 2007; Lourenco ve Roque, 2006). Hesaplama ölçütleri; taşıyıcı duvar alanı toplamının bina ağırlığına oranı (5.1), taşıyıcı duvar alanı toplamının bina brüt taban alanına oranı (5.2), taşıyıcı duvarların taşıyabileceği kesme kuvvetinin bina eşdeğer deprem yüküne oranı (5.3), duvarların uzunluk ve yükseklik narinlikleri (5.4 ve 5.5) olarak belirlenmiştir. Bu hesaplar binanın her iki doğrultusu için (X,Y) ayrı ayrı yapılmıştır.

$$\Sigma A_{dvX,Y} / W \quad (5.1)$$

$$\Sigma A_{dvX,Y} / \Sigma A_{bina} \quad (5.2)$$

$$FR_{dX,Y} / V_t \quad (5.3)$$

$$L_{i\ dv.} / t_{i\ dv.} \quad (5.4)$$

$$H_{i\ dv.} / t_{i\ dv.} \quad (5.5)$$

Bu bağıntılarda; $\Sigma A_{dvX,Y}$ dikkate alınan deprem yükü doğrultusundaki taşıyıcı duvar toplam alanını, W bina ağırlığını, ΣA_{bina} binanın brüt (toplam) taban alanını, $FR_{dX,Y}$ dikkate alınan deprem yükü doğrultusundaki duvar kesme kapasitesi, V_t eşdeğer deprem yükünü, $L_{i\ dv}$ duvar uzunluğunu, $t_{i\ dv.}$ duvar kalınlığını, $H_{i\ dv}$ duvar yüksekliğini ifade etmektedir.

$FR_{dX,Y}$ dikkate alınan deprem yükü doğrultusundaki duvar kesme kapasitesi, τ kayma emniyet gerilmesinden yararlanarak hesaplanmaktadır (5.6). YTÜ, Döner Sermaye kapsamında, Aköz vd tarafından verilen teknik raporlarda yer alan malzeme deneylerine göre kavkılı kalker için, $\tau = 1\text{MPa} = 1\text{N/mm}^2 = 1000\text{kN/m}^2$ olarak alınmıştır (Aköz vd., 2009).

$$FR_{dX,Y} = \Sigma A_{dvX,Y} * \tau \quad (5.6)$$

V_t eşdeğer deprem yükünün hesabı bina ağırlığı, spektral ivme katsayısı ve taşıyıcı sistem davranışı katsayısından yararlanarak hesaplanmıştır (5.7).

$$V_t = W * A(T) / R \quad (5.7)$$

Literatür araştırmasına göre, taşıyıcı sistem davranış katsayısının değeri $R=2.0$ olarak alınmıştır (Lourenco ve Roque, 2006).

$A(T)$ spektral ivme katsayısının değeri bina önem katsayısı ve binanın bulunduğu deprem bölgesinin etkin ivmesine göre hesaplanmıştır (5.8).

$$A(T) = A_0 * I * S(T) \quad (5.8)$$

Anıtsal yığma binalarda kullanmak üzere, I bina önem katsayısı DBYBHY 2007 Tablo 2.3'e göre, 1,4 ve $S(T)=2,5$ alınmıştır. Deprem bölgelerine göre A_0 etkin yer ivmesi katsayıları Tablo 5.4'te verilmiştir.

Tablo 5.4 Deprem bölgesine göre etkin yer ivmesi katsayıları – A_0 (DBYBHY, 2007)

Deprem bölgesi	A_0
1.Bölge	0,4
2.Bölge	0,3
3.Bölge	0,2
4.Bölge	0,1
5.Bölge	0,0

Bu değerlere göre; tez çalışmasında seçilen pilot bölgede (1. Derece deprem bölgesi) yer alan anıtsal yığma bir yapı için $A(T)$ spektral ivme katsayısı ve V_t eşdeğer deprem yükünün hesabı (5.9 ve 5.10) bağıntılarında verilmiştir.

$$A(T) = 0,4 * 1,4 * 2,5 = 1,4 \quad (5.9)$$

$$V_t = W * 1,4 / 2 \quad (5.10)$$

W bina ağırlığı hesabı, V_t taşıyıcı elemanların hacmi ve γ malzeme birim ağırlığına göre hesaplanmıştır (5.11).

$$W = V * \gamma \quad (5.11)$$

γ malzeme birim ağırlığı değerleri; taş ve tuğla için, YTÜ-Döner Sermaye kapsamında, Aköz vd tarafından verilen teknik raporlardaki değerlere göre belirlenmiştir. Almaşık malzeme birim ağırlığı değeri literatürden alınmıştır (Lourenco ve Roque, 2006). Buna göre anıtsal yığma binalarda kullanılan malzemelerin birim ağırlıkları Tablo 5.5'te verilmiştir.

Tablo 5.5 Yığma kagir yapı malzeme birim ağırlıkları

Malzeme türü	γ Birim ağırlığı (kN/m^3)
Taş (kavkılı kalker)	24
Tuğla	15,8
Almaşık	20

Yukarıda açıklanan formüllerle yapılan hesaplara göre elde edilen sonuçların uygunluk ölçütlerinin değerleri Tablo 5.6'da verilmiştir (Lourenco ve Roque, 2006).

Tablo 5.6 Bina değerlendirme ölçütlerinin uygunluk koşulları

Ölçüt	Uygunluk koşulu
$\Sigma A_{dvX,Y}/W$	$\geq 1,2 \text{ m}^2/\text{MN}$
$\Sigma A_{dvX,Y} / \Sigma A_{bina}$	$\geq 0,1$
$FR_{dX,Y} / V_t$	> 1
$L_{dv.} / t_{dv.}$	≤ 18
$H_{dv.} / t_{dv.}$	≤ 9

5.3.2 Yapı Tespit Formu Puanları

Yapı tespit formundaki sorgular, puan değeri olan bilgiler ve puan değeri olmayan bilgilerden oluşturulmuştur. Puan değeri olan bilgiler, bina risk puanı hesaplanırken hesapta yer alacak bilgilerdir. Bozulma ve hasarlar başta olmak üzere yapı davranışını etkileyen yapı geometrisine ilişkin bilgilerin puan değeri vardır (Ek 4).

Puanlama sistemi, en olumlu durum 0 puan ve en olumsuz durum 1 puan olmak üzere oluşturulmuştur. Her bir sorgunun puanı, içerdiği bilginin yapı davranışına olan etkisine göre düşünülmüştür. Bilgilerin birbirine göre önem sıralaması, çalışma süresince yapılan literatür araştırmaları dikkate alınarak yapılmıştır.

İncelenen yapının bulunduğu deprem bölgesinin puan değeri, DBYBHY 2007 Tablo 2.2’de belirtilen deprem bölgelerine göre toplam puanın her bir bölgeye eşit düzeyde dağıtılması ile belirlenmiştir. 5. Bölge teorik olarak deprem olmayan bölge kabul edildiği ve DBYBHY 2007 Tablo 2.2’de etkin ivme değerleri dört bölgede dikkate alındığı için bu bölgenin puan değeri 0 olarak alınmıştır.

Yapı tespit formunda, A. Genel Bilgiler bölümünde yer alan deprem bölgesi bilgisi puan değerleri Tablo 5.7’de verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.7 Deprem bölgesi bilgisinin puan değerleri

Deprem bölgesi	1. Bölge	2. Bölge	3. Bölge	4. Bölge	5. Bölge
Puan	1 Puan	0,75 Puan	0,5 Puan	0,25 Puan	0 Puan

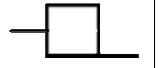
Yapının topoğrafik yerleşimine ilişkin puanlama yapılırken yapının araziye oturma biçiminin yapı davranışına olan etkisi göz önünde bulundurulmuştur. Düz zeminde yer alan yapının, farklı kotta yer alan ya da eğimli araziye oturan yapıya göre deprem gibi yatay kuvvetlere karşı daha dengeli davranış göstereceği varsayımı ile puan dağılımı yapılmıştır.

Yapının simetrik ya da simetriye yakın düzenlenmiş olması, girinti-çıkıntı düzeni ve yapının geometrik formu yapının yatay kuvvet etkisindeki davranışını etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Kare ve kareye yakın, simetrik ya da simetriye yakın düzenlenmiş yapılar deprem kuvveti karşısında olumlu davranış gösterir ve geometriden kaynaklı bir kusur meydana gelmesi beklenmez. Girinti ve çıkıntı düzensizliği olan yapılar yatay kuvvet etkisiyle burulabilir ve hasar oluşması beklenir. Formları nedeniyle, daire ya da çokgen formundaki, yapılar yatay kuvveti her zaman açılı alır ve bu durum yapısal davranış için olumsuzdur. Yapının plan tipi puanları bu bilgiler doğrultusunda verilmiştir.

Çan kulesi, saat kulesi ya da minare gibi narin yapıların yatay kuvvete karşı davranışı diğer yapılardan farklı olduğu için bu tür yapılar ayrı olarak değerlendirilmiştir. Kule ya da minare gibi bir yapı ana yapıya bitişik ise farklı frekansta salınım yapacağı için ana yapıda kesme etkisi oluşturarak yapıya zarar verebilir. Buna göre kule ya da minarenin yapı ile ilişkisi ve yapı davranışına olan etkisi göz önünde bulundurularak bitişik olduğu durum olumsuz kabul edilerek 0,5 puan verilmiştir. Bazı yapılarda kule ya da minare, duvar elemanı ile birlikte inşa edilir ve duvarın içinden çıkarak yükselir. Farklı frekansta olan duvar ile kule/minare, yapı davranışı için en olumsuz durum olarak görüldüğü için bu duruma 1 puan verilmiştir. Bitişik olmayan narin yapı ana yapıya doğrudan zarar vermeyeceği için bu duruma 0 puan verilmiştir.

Yapı tespit formu B. Fiziki Tanım Bilgileri bölümündeki puan değerleri Tablo 5.8'de verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.8 Yapı fiziki bilgileri puan değerleri

Yapının topografik durumu						
	0 Puan	0 Puan	0,3 Puan	0,3 Puan	0,5 Puan	1 Puan
Yapının plan tipi	 Uzun kenar/Kısa kenar < 2 0 Puan	 Uzun kenar/Kısa kenar < 2 ise 0 Puan Uzun kenar/Kısa kenar ≥ 2 ise 1 Puan		 1 Puan	 1 Puan	
	   Girinti çıkıntı uzunluğu o doğrultudaki uzunluğun %20'den az ise 0 Puan Girinti çıkıntı uzunluğu o doğrultudaki uzunluğun %20'den fazla ise 1 Puan	 1 Puan		Diğer 1 Puan		
Yapı birimleri	Bina kütesine bitişik kule/minare 0,5 Puan		Bina kütesinden ayırık kule/minare 0 Puan		Duvar içinden çıkan kule/minare 1 Puan	

Yapı tespit formu D. Yapı Taşıyıcı Elemanlarının Ölçüleri, cephe duvarları bölümünde yer alan, incelenen duvara bitişik, önünde daha alçak bir yapı kütesi varlığı bilgisi için kütle var ise 1 puan yok ise 0 puan verilmiştir.

Çatı taşıyıcı sistemi tekil yapı elemanı değil, tüm sistem olarak incelendiği için burada oluşan bozulma ve hasarların yapıya etkisi diğer yapı elemanlarındaki bozulma ve hasarlardan farklı olarak ele alınmıştır. Kaplamanın kaldırılması, bitkilenme ve parça kopması ile dış ortamdan su vb etkiler çatı sistemine işlemeye başlar, çatıda kısmi yıkılma gerçekleşmişse yapı iç bölümleri dış faktörlerden etkilenmeye başlar ve çatının çökmesi ile yapı dış ortama açık hale gelir. Bu bilgiler doğrultusunda çatı bozulma ve hasar puanları belirlenmiştir. Çatı taşıyıcı sistemindeki bozulma ve hasarlar Tablo 5.9'da gösterilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.9 Çatı sistemi bozulma ve hasar puanları

Bozulma/hasar türü	Kaplama kaldırılmış	Bitkilenme	Parça kopması	Kısmi yıkılma	Çökme	Diğer
Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan	1 Puan	1 Puan

Çatı taşıyıcı sistemi dışındaki tüm yapı elemanları tekil olarak incelendiği için bu elemanların bozulma ve hasar puanları aynı değerde belirlenmiştir. Bozulma ve hasarlara verilen puanlar yapıya olan etkilerinin şiddetine göre verilmiştir. Bunun yanı sıra hasarlar onarılabilir ise daha az riskli olarak düşünülmüş ve daha düşük puan verilmiştir, onarılamaz ise daha çok riskli olarak düşünülmüş ve daha yüksek puan verilmiştir. Çatı taşıyıcı sistemi dışındaki tüm yapı elemanlarının bozulma ve hasarları Tablo 5.10'da verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.10 Bozulma ve hasar puanları

Yüzey kararması	Boya kabarma	Islanma lekesi	Çiçeklenme	Yosunlanma
0,1 Puan	0,1 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan
Bitkilenme	Erozyon	Çatlak	Yarık	Şişme
0,2 Puan	0,2 Puan	0,3 Puan	0,6 Puan	1 Puan
Parça kopması	Kısmi yıkılma	Bloklarda kayma	Diğer	
0,5 Puan	1 Puan	0,5 Puan	1 Puan	

Duvar, ayak, payanda ve sütunlarda meydana gelen çatlaklar ilgili yapı elemanında hangi kuvvet etkisinde bu çatlağın meydana gelebileceği ve bu kuvvetin yapı davranışına olan etkisinin önemine göre sınıflandırılarak puan değerleri belirlenmiştir. En önemli kuvvet etkisi yatay deprem kuvveti olarak alınmıştır. Duvar, ayak/payanda ve sütun çatlaklarının puan değerleri Tablo 5.11'de verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.11 Duvar, ayak/payanda ve sütun çatlaklarının puan değerleri

Boşluklu duvar	Tek çatlak	Paralel çatlaklar	Kesişen çatlaklar	Dağınık çatlaklar	Çatlak komşu elemana devam ediyor
	0,1 Puan	0,2 Puan	0,4 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan
Boşluksuz duvar	Duvar alt bölgesinde	Duvar ortasında	Duvar üst bölgesinde	İki duvarın kesişim bölgesinde	Çatlak komşu elemana devam ediyor
	0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan	0,5 Puan
Ayak/Payanda Sütun	Tabana yakın	Orta kısımda	Üst kısımda	Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor	
	0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan	

Duvar, ayak ve payandalarda yapılan yapısal müdahalelerin puan değerleri, müdahalenin yapı elemanı davranışına olan etkisi başta olmak üzere yeni malzemenin kullanılmış olacağı ve mevcut yapı ile tam uyum gösteremeyebileceği gibi etkiler dikkate alınarak belirlenmiştir. Duvar, ayak ve payandalarda yapısal müdahaleye ilişkin puan değerleri Tablo 5.12’de verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.12 Duvar, ayak/payanda yapısal müdahale puan değerleri

Duvar	Eleman eklenmiş	Payanda	Destek ayağı	Diğer
		0,1 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan
	Yeniden yapım	Bir kısmı yeniden yapılmış	Tamamı yeniden yapılmış	
		0,2 Puan	0 Puan	
Ayak/Payanda		Derzleme yapılmış	Eleman eklenmiş	Diğer
		0,2 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan
		Bir kısmı yeniden yapılmış	Tamamı yeniden yapılmış	
		0,3 Puan	0,1 Puan	

Kemer ve lentolardaki çatlaklar, yapı elemanı davranışına göre belirlenmiştir. Kemerde ancak mesnet hareketi yıkıcı hasara neden olabilir. Kemer eğrisine paralel çatlaklar mevcut kemeri birden fazla kemere ayırır ve kemer davranışı devam eder. Kemer ya da çatlaklar komşu

elemanda devam ediyorsa yapının diğer elemanlarını da etkileyeceği için daha tehlikeli durumdadır. Kemer/lentonun taşıdığı eleman ile arasında çatlak oluşması yapı elemanında bağımsız bir kısım oluşturarak düzlemden ayrılmaya neden olabilir. Bu bilgiler doğrultusunda kemer ve lento çatlaklarının puan değerleri Tablo 5.13'te verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.13 Kemer/lento çatlaklarının puan değerleri

Kemer eğrisine paralel	Mesnete yakın	Tepede	Çatlak komşu elemana devam ediyor	Kemer/lentonun taşıdığı eleman ile kemer/lento arasında
0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan

Tavan döşemesinde meydana gelen çatlaklar yerine ve konumuna göre yapısal davranışı etkiler. Mesnete paralel çatlaklar döşeme ile mesnetin birbirinden ayrılmasına neden olabilir; mesnete dik olan çatlaklar ise mesnet hasarına neden olabileceği için daha tehlikelidir. Çatlakların komşu elemana devam etmesi tüm yapıda etkili olacağı için en riskli durum olarak düşünülmüş ve en büyük puan verilmiştir. Tavan döşemesindeki çatlakların puan değerleri Tablo 5.14'te verilmiştir.

Tablo 5.14 Tavan döşemesinde çatlakların puan değerleri

Merkezde	Mesnete paralel	Mesnete dik	Dağınık	Çatlak komşu elemana devam ediyor
0,1 Puan	0,2 Puan	0,3 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan

Tavan döşemesinde yapılan müdahalelere ilişkin ayrıntılı bilgi edinmek genellikle güçtür. Pek çok durumda sıva ile kapatılan döşemede müdahale ayrıntılarına ilişkin doğru ve kesin bir yorum yapılamaz. Bunun için tavan döşemesinde yapılan müdahale puanlamasında müdahalenin varlığı ya da yokluğu sorgulanmıştır. Müdahale yapıp yapılmadığına ilişkin kesin bir bilgi yok ise bu durum olumsuz olarak düşünülmüş ve güvenli tarafta kalmak için yüksek puan verilmiştir. Tavan döşemesinde müdahale bilgisine ilişkin puan değerleri Tablo 5.15'te verilmiştir (Ek 4).

Tablo 5.15 Tavan döşemesinde müdahale bilgisine ilişkin puan değerleri

Müdahale var	Müdahale yok	Bilinmiyor
0,3 Puan	0 Puan	0,5 Puan

Tüm sorgularda yer alan “diğer” seçeneği belirsizlik içerdiğinden en kötü durum olarak düşünülmüş ve güvenli tarafta kalmak için en yüksek puan olan 1 verilmiştir.

Yapı topoğrafyası, yapının plan tipi, bozulma ve hasar durumu ve yapısal müdahale gibi farklı sorgu gruplarının puan dağılımları karşılaştırıldığında, yapıya olan etkinin büyüklüğüne ve onarılabilir ya da onarılamaz kusurlar olmasına göre puanların birbirine göre değer karşılaştırılması yapılarak karar verilmiştir.

5.3.3 Bina Risk Puanının Hesaplanması

Risk düzeylerinin sayısal karşılığının oluşturulması için her düzeyin puan aralığının belirlenmesi gerekir. Bunun için en düşük puan ile en yüksek puan hesaplanmalı ve buna göre risk düzeyleri için puan aralıkları belirlenmelidir.

Bina risk puanının hesabı, Bölüm 5.3.1’de anlatılan değerlendirme ölçütleri ve Bölüm 5.3.2’de anlatılan yapı tespit formu puanlarına göre yapılmıştır. Değerlendirme ölçütleri puanlamasında ölçütün sağlanması durumu güvenli olduğu için 0 puan, ölçütün sağlanmadığı durum güvensiz olduğu için 1 puan verilmiştir (Tablo 5.16). Duvar narinliği ölçütü, her bir duvar için, uzunluk narinliği ($L_{dv.} / t_{dv.}$) ve yükseklik narinliği ($H_{dv.} / t_{dv.}$) olarak iki parametreden oluştuğu için her bir parametrenin olumsuz durumuna 0,5 puan değeri verilmiş ve narinlik ölçütünün toplam olumsuz durum puanı 1 puan olarak hesaba alınmıştır.

Tablo 5.16 Değerlendirme ölçütü puan değerleri

Ölçüt	$\Sigma A_{dvX,Y}/W$ (m ² /MN)		$\Sigma A_{dvX,Y}/\Sigma A_{bina}$		$FR_{dX,Y} / V_t$		$L_{dv.} / t_{dv.}$		$H_{dv.} / t_{dv.}$	
Koşul	$\geq 1,2$	$\leq 1,2$	$\geq 0,1$	$\leq 0,1$	> 1	< 1	≤ 18	> 18	≤ 9	> 9
Puan	0	1	0	1	0	1	0	0,5	0	0,5

Bina risk puanı, deprem kuvvetinin iki yönü dikkate alınarak hesaplanacağı için X ve Y yönünde ayrı ayrı puan hesabı yapılmıştır. Duvar, kemer ve lento elemanlarının kusur puanları elemanın çalıştığı yöndeki (X veya Y) toplam puan hesabına katılmıştır. Ayak ve sütun elemanları her iki doğrultuda çalıştığı için hem X hem Y yönündeki hesaba katılmıştır. Benzer şekilde çatı taşıyıcı sistemi, mekan tavanı ve geçiş elemanı kusur puanları hem X hem

Y yönündeki hesaba katılmıştır. Değerlendirme ölçütlerinin hesap tabloları Ek 5'te verilmiştir.

Tez çalışmasında geliştirilen yöntemde yapı tespiti, eleman düzeyinde yapıldığı için her yapının eleman sayısına bağlı olarak yapının toplam kusur puanı değişkenlik gösterecektir. Bu durumda risk düzeylerinin puan cetveli oluşturulurken en yüksek puan değeri belirlenemez. Bu nedenle yapıdan gelen kusur puanları hesaplanırken, her bir yapı elemanının her bir aks kodu için, bozulma/hasar ve yapısal müdahale gibi, **ilgili sorgu grubundaki kusurlarından en büyük puan** değeri seçilmiş ve bu değer aks kodu verilen elemanın kusur puanı olmuştur. Sonuç puanı hesaplanırken, **X ve Y doğrultusu** için ayrı ayrı olmak üzere; duvar, ayak, kemer vb her bir yapı elemanı grubunun puanı için ilgili **yapı elemanının tüm aks kodlarındaki;** bozulma/hasar, çatlak, yapısal müdahale **puanların aritmetik ortalaması** alınmış ve bozulma/hasar, çatlak, yapısal müdahale **ortalamlarının toplamı** ilgili eleman türünün **toplam kusur puanı** olmuştur (Tablo 5.17 - Tablo 5.22). Bu şekilde en yüksek puan değerinin sabit bir sayı olarak elde edilmesi sağlanmıştır.

Yapı tespiti sırasında; duvar, ayak, payanda, sütun, kemer ve lento elemanlarının her iki yüzeyi ayrı ayrı incelendiği için risk puanı hesabında bu elemanlardan gelen kusur puanları incelenen **yapı elemanının 1. yüzeyi** ve incelenen **yapı elemanının 2. yüzeyi** olmak üzere ikiye ayrılmıştır (Tablo 5.17 - Tablo 5.20). Ayrıca duvarlarda, bozulma ve hasar durumu puanlarının yanı sıra formun D.1.1. Cephe Duvarları ve D.2. Ayak/Payandalar bölümlerinde yer alan "İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütlesi var mı?" sorgusundan gelen puan değeri de eklenmiştir (Tablo 5.17).

Tablo 5.17 Yapı tespit formu duvar kusur puanı hesabı

	Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Yapısal müdahale durumu		Kusur puanı	Farklı kotta bitişik yapı
		İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi		
X Yönü	...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	En büyük puan	En büyük puan		... Puan
	...	...	...	...	...	...	...		... Puan
	Σ Puan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Aritmetik ortalama (e)	Aritmetik ortalama (f)	Toplam puan (a+b+c+d+e+f)	Aritmetik ortalama
Y Yönü	...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	En büyük puan	En büyük puan		... Puan
	...	...	...	...	...	...	...		... Puan
	Σ Puan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Aritmetik ortalama (e)	Aritmetik ortalama (f)	Toplam puan (a+b+c+d+e+f)	Aritmetik ortalama

Tablo 5.18 Yapı tespit formu ayak/payanda kusur puanı hesabı

Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Yapısal müdahale durumu		Kusur puanı
	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	
...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	En büyük puan	En büyük puan	
...	...	...	...	...	...	...	
ΣPuan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Aritmetik ortalama (e)	Aritmetik ortalama (f)	Toplam puan (a+b+c+d+e+f)

Tablo 5.19 Yapı tespit formu sütun kusur puanı hesabı

Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Kusur puanı
	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	
...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	
...	...	...	...	...	
ΣPuan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Toplam puan (a+b+c+d)

Tablo 5.20 Yapı tespit formu kemer/lento kusur puanı hesabı

	Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Kusur puanı
		İncelenen elemanın 1. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 2. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 1. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 2. yüzeyi (puanı)	
X YÖNÜ	...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	
	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	
	Σ Puan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Toplam puan (a+b+c+d)
Y YÖNÜ	...	En büyük puan	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	
	...	...	...	...	...	
	...	...	...	...	...	
	Σ Puan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Aritmetik ortalama (d)	Toplam puan (a+b+c+d)

Çatı taşıyıcı sistemi ve döşemeler ile geçiş elemanları tek taraflı incelendiği için buradan gelecek kusur puanları, elemanı iki yüzeye ayırmadan hesaplanmıştır (Tablo 5.21 ve Tablo 5.22). Bunun yanı sıra çatı ve döşemeler, yapı davranışını iki doğrultuda etkilediği için hem X hem Y yönündeki toplam bina kusur puanına eklenmiştir.

Tablo 5.21 Çatı taşıyıcı sistemi ve geçiş elemanı kusur puanının hesabı

Aks kodu	Bozulma/Hasar
...	En büyük puan
...	...
...	...
Σ Puan	Aritmetik ortalama

Tablo 5.22 Tavan taşıyıcı sistemi kusur puanının hesabı

Aks kodu	Bozulma/Hasar	Çatlak	Yapısal müdahale durumu	Kusur puanı
...	En büyük puan	(Çatlak yeri + devamı) En büyük puan	En büyük puan	
...	...	...	...	
Σ Puan	Aritmetik ortalama (a)	Aritmetik ortalama (b)	Aritmetik ortalama (c)	Toplam puan (a+b+c)

Bina toplam risk puanı hesabında kullanmak üzere yapı tespit formu toplam kusur puanları hesabı, her bir eleman türünün tüm aks kodlarındaki kusur puanlarının aritmetik ortalaması alınarak yapılmıştır (Tablo 5.23).

Tablo 5.23 Yapı tespit formu toplam kusur puanı

Yapı elemanı türü	X Yönü Kusur Puanı	Y Yönü Kusur Puanı
Duvar	Σ Puan	Σ Puan
Ayak	Σ Puan	Σ Puan
Payanda	Σ Puan	Σ Puan
Sütun	Σ Puan	Σ Puan
Kemer	Σ Puan	Σ Puan
Lento	Σ Puan	Σ Puan
Çatı taşıyıcı sistemi	Σ Puan	Σ Puan
Mekan tavanı	Σ Puan	Σ Puan
Geçiş elemanı	Σ Puan	Σ Puan
Toplam puan	Aritmetik ortalama	Aritmetik ortalama

Yapı tespitinde değerlendirme toplamı (D.T.), değerlendirme ölçütleri puanları ve yapı tespit formu toplam kusur puanlarının toplanması ile elde edilmiştir (Tablo 5.24).

Tablo 5.24 Değerlendirme toplamı hesabı için en küçük ve en büyük puan değerleri

	Ölçüt	Durum	Puan
a	$\Sigma A_{dvX,Y} / W$	$\geq 1,2 \text{ m}^2/\text{MN}$	0
		$\leq 1,2 \text{ m}^2/\text{MN}$	1
b	$\Sigma A_{dvX,Y} / \Sigma A_{bina}$	$\geq 0,1$	0
		$\leq 0,1$	1
c	$FR_{dX,Y} / V_t$	> 1	0
		<1	1
d	L_{dv} / t_{dv}	≤ 18	0
		>18	0,5
e	H_{dv} / t_{dv}	≤ 9	0
		> 9	0,5
f	Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0-1
		Plan tipi	0-1
		Kule/Minare durumu	0-1
		Bozulma/hasar	0-3
		Farklı kotta bitişik yapı	0-1
Genel Toplam			0-22

Bina toplam risk puanı (B.T.R.P), Tablo 5.7’de verilen deprem bölgesi puanı (D.B.P.) ve Tablo 5.24’te verilen değerlendirme ölçütlerinin yapı davranışına olan etkisinin büyüklüğü dikkate alınarak hesaplanmıştır. Değerlendirme toplamının (D.T.) hesabı 5.12 bağıntısında ve bina toplam risk puanı (B.T.R.P.) hesabı 5.13 bağıntısında verilmiştir.

$$D.T. = a+b+c+d+e + f \quad (5.12)$$

$$B.T.R.P. = D.T. (1+D.B.P.) \quad (5.13)$$

D.T. : Değerlendirme Toplamı

B.T.R.P. : Bina Toplam Risk Puanı

Tablo 5.24’e ve 5.13 bağıntısına göre bir yapının değerlendirme toplamının en büyük değeri 22 Puan ve en küçük değeri 0 Puan olmaktadır. Tablo 5.24’e göre bina geometrisi ve topoğrafya (**bozulma ve hasar dışındaki parametreler**) için en olumsuz durum dikkate alındığında değerlendirme toplamı (D.T.) 8 Puan olmaktadır. Deprem bölgesi bilgisine göre, bina 1. Bölgede ise bina toplam risk puanı (B.T.R.P.) (**bozulma ve hasar dışındaki parametreler**) için 16 Puan olmaktadır. Bu nedenle “Orta Riskli” düzeyi için sınır 8 Puan ve “Yüksek Riskli” düzeyi için alt sınır puan 16 Puan olarak belirlenmiştir (Ek 1).

Bu bilgilere göre;

$$0 < \text{RİSK YOK} < 4$$

$$4 \leq \text{AZ RİSKLİ} < 8$$

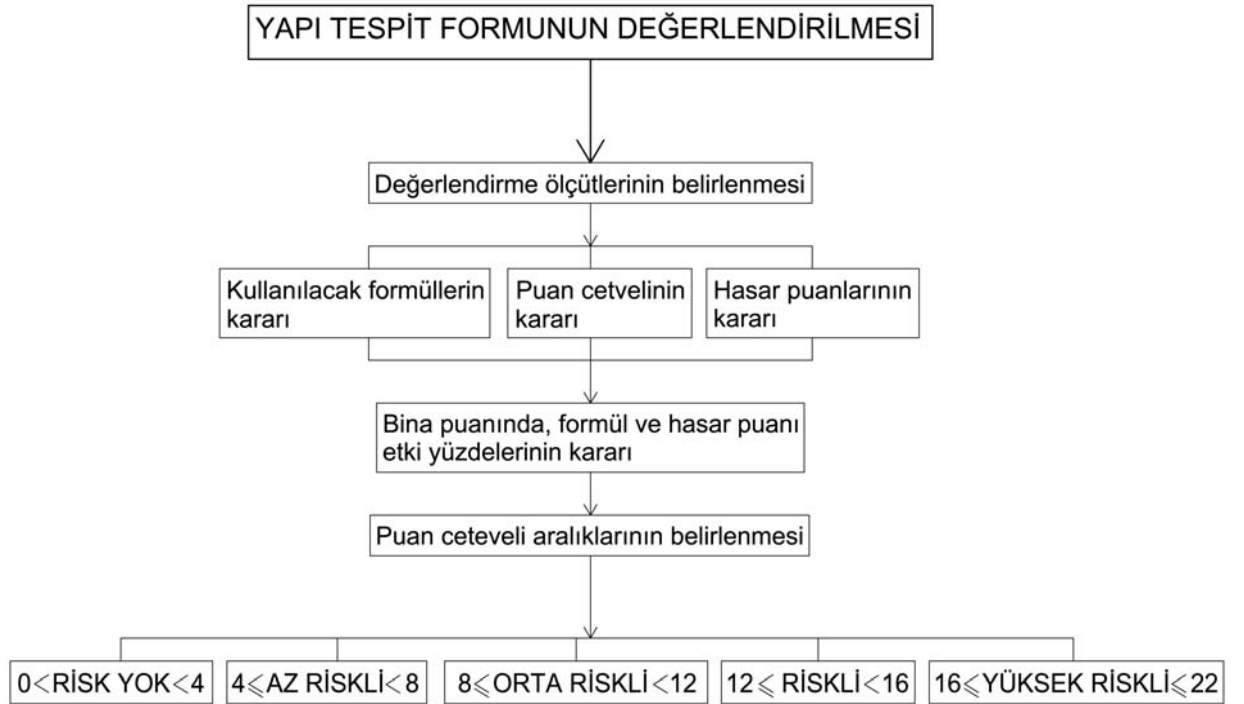
$$8 \leq \text{ORTA RİSKLİ} < 12$$

$$12 \leq \text{RİSKLİ} < 16$$

$$16 \leq \text{YÜKSEK RİSKLİ} \leq 22 \text{ olarak puan cetveli oluşturulmuştur.}$$

Risk düzeylerinin puan aralıkları, Padova Üniversitesi ve Politenico di Milano Üniversitesinin yapmış olduğu çalışmalardan yararlanarak belirlenmiştir. Tez çalışmasında geliştirilen yöntemin puan cetvelinin aralıklarını belirlemek üzere 2009 L'Aquila depreminden etkilenen iki kilise yapısının mevcut durum sonuçlarından yararlanılmıştır. Tez çalışmasında geliştirilen yöntem ile kiliselerin mevcut durumu karşılaştırılarak puan değerleri belirlenmiştir. Seçilen yapı örneklerinden biri San Pietro kilisesi diğeri de San Marco kilisesidir. San Marco kilisesi çok hasar almış, San Pietro kilisesi ise az hasar almış yapılardır (Ek 8). Bu örnekler ile tez çalışmasında geliştirilen yöntemin en düşük ve en yüksek puan aralıkları kalibre edilmiştir.

Yapı tespit formunun değerlendirilmesinde işlem adımları Şekil 5.24'te verilmiştir.



Şekil 5.24 Yapı tespit formunun değerlendirilmesi adımları

Alan çalışmasında incelenen binaların sonuçları Tablo 5.25'te özetlenmiş ve değerlendirme ölçütlerinin puan değerleri Ek 6'da verilmiştir.

Tablo 5.25 Tespiti yapılan yapı örneklerinin B.T.R.P. ve risk düzeyi

Bina adı	X Yönü B.T.R.P	Risk düzeyi	Y Yönü B.T.R.P	Risk düzeyi
Firuz Ağa Cami	3,74	Risk yok	2,48	Risk yok
Bali Paşa Cami	2,76	Risk yok	1,40	Risk yok
Davut Paşa Cami	4,40	Az riskli	4,12	Az riskli
Atik Ali Cami-Çemberlitaş	4,64	Az riskli	4,02	Az riskli
Murat Paşa Cami	6,30	Az riskli	4,28	Az riskli
Atik Ali Cami-Zincirlikuyu	1,78	Risk yok	1,78	Risk yok
Cerrah Mehmet Paşa Cami	6,76	Az riskli	5,58	Az riskli
Hekimoğlu Ali Paşa Cami	7,18	Az riskli	5,52	Az riskli

5.4 Web Veri Tabanının Geliştirilmesi

Tez çalışmasında geliştirilen yapı tespit formu, farklı büyüklük ve geometrisi olan anıtsal yığma binalarda kullanılmak üzere tek tip form olarak geliştirilmiştir. Ek 2’de verilen yapı tespit formu farklı yapılarda veri toplamak amacıyla geliştirildiği için tüm binalara ilişkin verilerin sıralandığı genel bir form olarak düşünülmüştür. Bunun için alan çalışmasında yapı tespit formu kullanılırken yapıya bağlı olarak formun bazı bölümleri boş bırakılmıştır. Bunun sonucunda alan çalışması bitiminde çok sayıda yapı tespit formu sayfası birikmiştir. Ancak biriken bu form sayfalarının bazı bölümleri boş olarak kalmıştır. Alan çalışması sonrasında, pek çok sayfada depolanan tüm verileri değerlendirmek değerlendirme işini güçleştirmektedir.

Çok sayıda sayfadan oluşan verilerin değerlendirilmesi, süzülmesi ve sadece gerekli kısımların elde edilmesi için bilgisayar ortamından yararlanılması düşünülmüştür. Aynı zamanda geliştirilen yöntemin yaygın bir şekilde kullanılması ve elde edilen sonuçların geniş bir kitle ile paylaşılması için yapı tespiti sırasında toplanan verilerin web ortamında depolanması düşünülmüştür. Web veri tabanı geliştirilerek, alandaki veriler dijital hale getirilmiş ve değerlendirmenin bilgisayar ortamında otomatik olarak yapılması sağlanmıştır. Verilere her yerden ve hızlı bir biçimde ulaşmak web ortamı ile kolay hale gelmiştir.

Geliştirilen veri tabanı ile yapı tespit formundaki bilgilerin sadece gerekli olanları listelenebilir ve değerlendirme hesabı kolayca yapılabilir. Ayrıca tespiti yapılan her yapı için elde edilen veriler özet halde çıktı olarak elde edilebilir ve arşiv belgesi olarak saklanabilir. Veri tabanı kullanılarak, tespiti yapılan yapılar arasında, çeşitli amaçlarla aramalar ve listelemeler yapılabilir ve istenilen sonuçlara kolayca ulaşılabilir. Verilerin dijital olarak saklanması diğer bir olumlu yönü de incelenen yapının izlenmesi için veri oluşturmastır. Belirli aralıklarla incelenen bir yapının zaman içindeki gelişimi izlenebilir, istenilen ölçütlere

göre karşılaştırmalar yapılabilir.

Web ortamındaki veri tabanı yazılımı çalışmalarında yapılan ön inceleme sonucunda oluşturulacak sistemin, tüm kullanıcıların internet üzerinden rahatlıkla ulaşabilecekleri şekilde tasarlanmasına ve gelişime açık bir sistem olmasına karar verilmiştir. Teknik fizibilite, ekonomik fizibilite, zaman fizibilitesi ve yasal fizibilite olmak üzere ayrıntılı fizibilite çalışması yapılmıştır.

5.4.1 Web Veri Tabanı İçin Fizibilite Çalışması

Yapı tespit formu ile elde edilen verilerin depolanması için SQL Server 2008 veri tabanı seçilmiştir. SQL Server 2008 veri tabanı, birçok veriyi bütünlüğünü koruyarak depolayabilen eldeki verileri istenilen niteliklere göre süzeabilen, kullanıcı yüzünde istenilen bilgilerin gösterilmesine istenilen bilgilerin arka yüzde gizli tutulmasına olanak sağlayan, hızlı bir biçimde veriler birleştirilip birbiri ile ilişkilendirilerek geri alabilen bir yönetim sistemidir.

Yazılım programı olarak ASP .NET 3.5 Framework ve C# diliyle geliştirilen web arayüzü kullanılmıştır. Bu yazılım, web tarayıcısı ile internet erişimi olan her yerden programa ulaşımı sağlamaktadır.

Sistem tasarımında donanım gereksinimleri; Visual Studio 2008 için 2.0 GHz CPU, 512 MB RAM, 8 GB HDD ve SQL Server 2008 için Pentium III 600 MHz, 512 MB RAM, 675 MB HDD'dir (<http://www.microsoft.com>). Çalışma sırasında; işletim sistemi, internet tarayıcı vb sistemlerle birlikte Visual Studio 2008 ve SQL Server 2008 bileşenlerini çalıştırabilmek için en az 2.0 GHz CPU, 2048 MB RAM, 15 GB HDD gerekmektedir.

Ekonomik fizibilite çalışmasında, SQL veritabanı yönetim sistemi lisanslandırma işleminin GPL ile ücretsiz yapıldığı tespit edilmiştir (<http://www.mysql.com>). Yapılan araştırmalar sonucunda domain ve hosting servisleri için aylık 20 US Doları ücreti tespit edilmiştir (<http://www.turkwebhosting.com/>).

Veri tabanının kullanılması sürecinde gerekli olan SQL Server 2008 veritabanı yönetim sistemi ve sunucu olarak görev yapacak olan bilgisayarın işletim sistemi MS Windows Server 2008 için lisans alınması zorunludur. Tez çalışmasında, veri tabanı geliştirme sırasında kullanılan tüm programlar lisanslıdır.

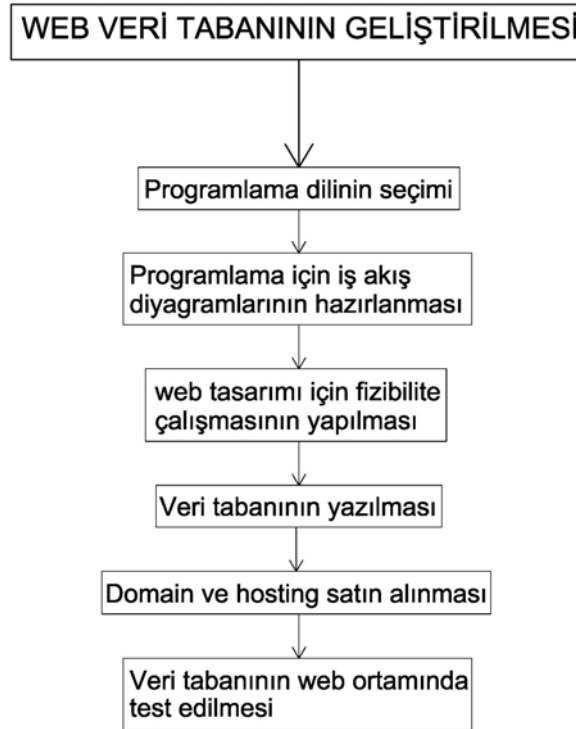
5.4.2 Web Veri Tabanı Yapısı

Sistemin çalışması için düşünülen veri tabanı tasarımı, genişletilebilir ve ölçeklenebilir olarak tasarlanmıştır. Gelişim sürecindeki değişimlere kolay adapte edilebilir bir sistem olması için veri tabanındaki tüm normalizasyonlar yapılmıştır. Sistemin geliştirme sürecinde yapı tespit formunun doldurulması hiyerarşik olarak ele alınmıştır.

Veri tabanı sisteminde iki tür kullanıcı oluşturulmuştur. Sistem yönetimini sağlayan ve diğer kullanıcıları yetkilendiren Admin kullanıcı ve normal kullanıcılar. Admin; kullanıcı ekleme, kullanıcı silme, proje ekleme, proje silme ve tüm projeleri görme ile yetkilendirilmiştir. Admin tarafından atanan normal kullanıcılar ise proje ekleme ve eklediği projeleri görebilme ile yetkilendirilmiştir. Her kullanıcının kendisine ait özel bir giriş kimliği (id) vardır. Giriş kimliğinde kullanıcının adı, soyadı, mesleği, telefonu, e-mail adresi, kullanıcı adı, şifresi ve yetki alanları bulunmaktadır.

Web veri tabanında veri akış sırası Ek 7’de verilmiştir.

Web veri tabanının geliştirilmesine ilişkin adımlar Şekil 5.25’te verilmiştir.



Şekil 5.25 Web veri tabanı gelişimi adımları

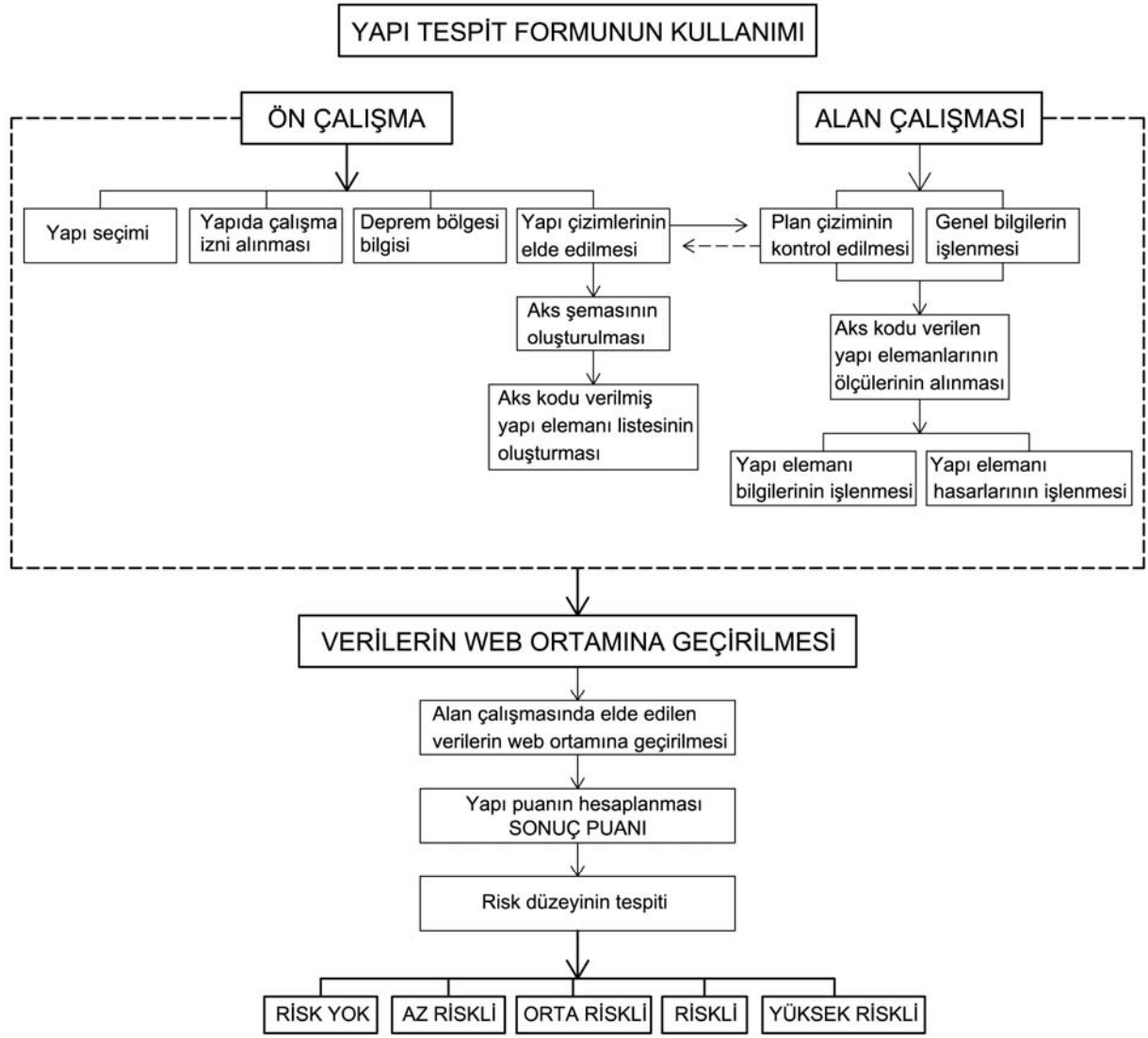
5.5 Bölüm Sonuçları

Yapının incelemesi sırasında, doğal olarak incelemeyi yapan kişi her zaman daha önceki deneyimlerine dayanarak karar verir. Bu durumda, yapının incelenmesi sadece yapının mevcut durumuna değil aynı zamanda incelemeyi yapan kişinin bilgisine ve tecrübesine de bağlı olur. Tez çalışmasında geliştirilen yöntem ile yapılacak incelemenin öznel bir inceleme olmasını önlemek amacıyla "yapı tespit formu" önceden belirlenmiş seçeneklerle hazırlanmıştır. Böylece tespiti yapan kişi için yoruma açık bir durum olma olasılığı ortadan kaldırılmaya çalışılmış veya en aza indirilmiştir.

Bu çalışmada geliştirilen öndeğerlendirme yöntemi, yapı tespit formu kullanılarak, görsel verilere dayalı tespit ile anıtsal yığma binalarda risk düzeyinin belirleneceği varsayımına dayandırılmıştır. Risk düzeyini belirleyecek olan "bina risk toplam puanı", Bölüm 5.4'te anlatılan veri tabanı ile bilgisayar ortamında otomatik olarak hesaplanmıştır.

Alan çalışmasında incelenen her yapı için Microsoft Office Excel programında hesap yapılarak geliştirilen veri tabanının doğrulanması sağlanmıştır. Her iki programda yapılan hesapların sonuçları karşılaştırılarak veri tabanı formülasyonunun doğruluğu test edilmiştir.

Yapı tespit formunun kullanım adımları Şekil 5.26'da verilmiştir.



Şekil 5.26 Yapı tespit formu kullanımı akış diyagramı

Alan çalışmasında, bir binanın tespiti için geçen süre yapının karakteristiği, eldeki verilerin niteliği ve tespiti yapan kişiye bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Anıtsal yığma binalar genellikle kısmi zamanlı kullanıldığı için bir tam gün yapıda çalışmak mümkün olmamıştır. Çalışma sürelerinin verimini artırmak için yapı içine girme izni olmayan sürelerde yapının çatı taşıyıcı sistemi ve cephe tespiti yapılmış, çalışma süresi en verimli hale getirilmiştir. Tablo 5.26’da kişilerin çalışma süreleri, alan çalışmasında yaşanan tecrübelerle göre ortalama değerde, bu süreyi etkileyen değişkenlere bağlı olarak verilmiştir.

Tablo 5.26 Tespiti yapılan yapıların tespit süresi

Yapı adı	Yapım yılı/yüzyılı	Yapının karakteristiği				Yapı tespiti için ekibin çalışma süresi (en az 2 kişi)		
		Kat adedi	Yapının taban alanı (m ²)	Yapı elemanı sayısı	Yapı geometrisi	Mimar	Mühendis	Öğrenci
Firuz Ağa Cami	15. Yüzyıl	Tek kat	133,36	20'den az	Basit	5 gün	7 gün	8 gün
Bali Paşa Cami	15. Yüzyıl	Zemin + Galeri katı	419,32	50'den fazla	Karmaşık	7 gün	10 gün	10 gün
Davut Paşa Cami	15. Yüzyıl	Tek kat	649,89	50'den fazla	Karmaşık	10 gün	12 gün	12 gün
Atık Ali Cami - Çemberlitaş	15. Yüzyıl	Zemin + Galeri katı	983,65	40'tan fazla	Basit	10 gün	12 gün	12 gün
Murat Paşa Cami	15. Yüzyıl	Tek kat	1293,66	40'tan fazla	Karmaşık	13 gün	15 gün	16 gün
Atık Ali Cami - Zincirlikuyu	16. Yüzyıl	Zemin + Galeri katı	715,23	30'dan fazla	Basit	7 gün	10 gün	10 gün
Cerrah Mehmet Paşa Cami	16. Yüzyıl	Zemin + Galeri katı	952,11	70'ten fazla	Karmaşık	12 gün	14 gün	15 gün
Hekimoğlu Ali Paşa Cami	18. Yüzyıl	Zemin + Galeri katı	735,82	60'tan fazla	Karmaşık	10 gün	12 gün	12 gün

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kültürel mirasın korunması için anıtsal tarihi yapıların risk potansiyelinin tespit edilmesinin bu alanda önemli bir ihtiyaç olduğu gerçeğine dayanarak belirlenen tez konusu, çok sayıda olan tarihi yapıların mevcut durumunun değerlendirilmesi için ilk adım çalışması olarak bir öndeğerlendirme yöntemi geliştirilmesine yöneliktir. Anıtsal tarihi yapı stokunun mevcut durumunun tespit edilmesi ve yapıların risk düzeyine göre sınıflandırılarak müdahale için öncelik sırasının belirlenmesi için öndeğerlendirme yönteminde yapı tespitinin görsel veriler ile yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıntılı çalışmalar dikkate alındığında göreceli olarak hızlı bir şekilde pek çok yapının taranması ve yüksek risk altındaki yapıların uzmanlara yönlendirilmesi ve ayrıntılı çalışmaların yapılması hedeflenmiştir. Veri toplama aşamasında, yöntemin uygulanması konusunda eğitilmiş, mimar ve mühendisler ile bu alandaki öğrencilerden yararlanılması ve uzmanlara zaman kazandırılması yöntemin ana amaçlarındandır. Elde edilen verilerin bilgisayar ortamında depolanması ve yöntemin geniş kitlelere ulaştırılması için web veri tabanı geliştirilmesine karar verilmiştir.

Tez çalışması;

- Yapı elemanlarının tanımlanması ve bilgisayar programında girdi olarak kullanılması için genel bir yöntemin belirlenmesi,
- Alan çalışmasında kullanılmak üzere yapı tespit formu sorgularının geliştirilmesi,
- Yapı tespit formunun işlerliğinin alanda test edilmesi,
- Yapıların mevcut durumunun tespiti için değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi,
- Yapı tespit formundaki sorguların puan değerlerinin belirlenmesi,
- Risk puanı hesabı için bir yaklaşımın geliştirilmesi,
- Risk düzeyi puan cetvelinin puan aralıklarının belirlenmesi,
- Verilerin depolanması için web tabanlı veri tabanının oluşturulması,
- Yöntemin geçerliliğinin denenmesi için deprem geçirmiş (2009 L'Aquila) iki yapı üzerinde yöntemin denenmesi ve sonuçların karşılaştırılması

adımlarından oluşmuştur.

İncelenen binanın mevcut durumunun tespiti için “yapı tespit formu” geliştirilmiştir (Ek 2). Yapı tespit formu; genel bilgiler, fiziki tanım bilgileri, yapı fotoğrafları, yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, çatı taşıyıcı sistemi, kat bilgisi, yapı taşıyıcı elemanları (cephede ve yapı iç kısmında) olmak üzere yedi ana bölümden oluşturulmuştur. Yapı tespit formu ile her bir taşıyıcı elemanın her iki yüzeyi incelenerek, her bir taşıyıcı elemanın bozulma ve hasar

durumu incelenmiş ve sonuçta tüm elemanlar bir arada ele alınarak bina bütün olarak değerlendirilmiştir.

Anıtsal yığma binalarda mevcut durum tespiti yapılacağı için öncelikle, yapı elemanı türlerine göre, kagir yapılarda meydana gelen bozulma ve hasar türleri ile bozulma ve hasar nedenleri araştırılmıştır. Bu bilgiler doğrultusunda, alan çalışmasında, tespiti yapan kişiye kolaylık olması için yapı tespit formunda sorgulanan tüm bozulma ve hasar türlerini açıklayan hasar ve bozulma sözlüğü oluşturulmuştur (Ek 3).

Geliştirilen öndeğerlendirme yöntemi örnek yapılar üzerinde uygulanmış ve işlerliği test edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır:

- Betonarme yapılar, yeni yapılacak yapılar ve konut tipi yığma yapıların hasar durumunu belirlemek için çeşitli çalışmalar mevcuttur. Ancak anıtsal yığma tarihi yapıların, afet öncesi, potansiyel riskini belirlemeye yönelik çalışmalar bu alanda önemli bir ihtiyaçtır. Yeni yapılacak yapılarda geçerli olan yönetmeliklerin anıtsal yığma tarihi yapılarda uygulanması sakıncalıdır ve doğru sonuca ulaştırmaz. Bunun için anıtsal yığma tarihi binalarda uygulanacak özel yöntemler geliştirilmesi çok önemlidir. Anıtsal tarihi yapılar, mimari ve kültür mirasın önemli bir bölümünü oluşturduğu ve çok sayıdaki kullanıcıya hizmet ettiği için; koruma, restorasyon ve afet yönetimi çalışmalarına yönelik afet öncesi potansiyel risk durumlarının belirlenmesi çok önemlidir.
- Türkiye’de yapısal durum değerlendirmesi çalışmaları betonarme yapılar için daha yaygındır, yığma yapılarda ise konutlar ve çok katlı yığma yapılar için yapılmış çalışmalar vardır. Anıtsal yığma kagir yapılarda tek yapı ölçeğinde koruma ve restorasyon projeleri kapsamında yapılmış bazı çalışmalar bulunmaktadır.
- Anıtsal yığma binaların yapısal özellikleri, geometrisi, yapım sistemi, tarihi değeri, malzeme özellikleri dikkate alınarak afet öncesi risk durumunu belirlemeye ilişkin, gözleme dayalı göreceli olarak hızlı tespit yöntemleri geliştirilmesi bu çalışma alanında önemli bir ihtiyaçtır.
- Afet sonrası henüz acil durum devam ederken yapı güvenliği tespiti genellikle sokaktan taramaya dayanır. Bu durumda yapı güvenliği hakkında temel bilgi edinmek için yapının hasar durumu ve çatlak dağılımları gibi bilgileri edinmek yeterli olur. Buna karşın potansiyel riskin belirlenmesi ve afet öncesi güvenlik değerlendirmesinin yapılması daha fazla bilgi gerektirir. Yapı güvenliği ve potansiyel riske ilişkin çalışma yaparken; incelenen yapının geometrisi, plan tipi,

komşu yapılar ile ilişkisi, taşıyıcı elemanları, yük aktarma ve geçiş elemanları, mevcut hasarlar gibi bilgilerin edinilmesi çok önemlidir.

- Türkiye'de anıtsal yığma yapı stokunun büyüklüğü ve bu konudaki uzman sayısının az olması gerçeği dikkate alındığında anıtsal tarihi binaların mevcut durumunun tespiti çalışmalarının birkaç adımdan oluşması gereği açıktır. Bu gerçeğe dayanarak tez çalışmasında geliştirilen yöntem, risk yönetiminde ilk adım çalışmasıdır.
- Türkiye'de anıtsal yığma bina stoku çok zengin ve bu alanda çalışan uzman sayısı azdır. Tez çalışmasında geliştirilen yöntem, risk yönetiminin ilk adımı olan mevcut yapı stokunun belgelenmesi ve yapıların potansiyel riskinin belirlenmesi işinin yöntemin kullanımı konusunda eğitilmiş mimar ve mühendisler ile bu alandaki öğrenciler tarafından yapılması esasına dayanmaktadır. Uzmanların ayrıntılı çalışmalar için zaman kazanması varsayımına dayanan yöntemin koruma alanına önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmüştür.
- Anıtsal yığma binalarda bina davranışını etkileyen; tarihsel süreç, yapı geometrisi ve malzemesinin karmaşıklığı, geçirilen afetler, müdahaleler gibi pek çok etmen vardır. Bu etmenler pek çok soru işareti ve belirsizlik içermektedir. Değerlendirmede belirsizlikler arttıkça varsayımlar ve kabuller de artar. Buna göre "güvenlik değerlendirmesi sonucu" bazı olasılıklara göre belirlenir. Kültürel miras değerlerinin sayısallaştırılması ve genelleştirilmesinin olanaklı olmadığı bir gerçektir. Bunun için anıtsal tarihi yapıların mevcut durumunun tespiti, uzmanlar ekibi tarafından, nitel ve nicel verilerin birlikte değerlendirilmesini gerektirir.
- Tez çalışmasında geliştirilen yöntem afet öncesi risk potansiyelinin belirlenmesini hedeflediği için yöntemin doğrulanması teknik olarak mümkün değildir. Bunun için İtalya Padova Üniversitesi'nden bir ekip ile birlikte bir haftalık çalışma yapılmış ve geliştirilen yöntem, 2009 L'Aquila depremi ardından hasar tespiti yapılmış olan ve Ek 8'de bilgileri verilen iki kilise yapısında denenmiş ve elde edilen sonuçlar, mevcut hasar tespiti sonuçları ile karşılaştırılmıştır.
- Çalışma yapılacak yapıların seçiminde az hasara uğrayan San Pietro kilisesi ile çok hasara uğrayan San Marco kiliseleri seçilmiştir. Bunun sonucunda tez çalışmasında geliştirilen yöntemde riskin az olduğu puan aralığı ile riskin yüksek olduğu puan aralığının kontrol edilmesi hedeflenmiştir.
- Yapılan çalışmada; her iki kilise yapısı için plan tipi, deprem bölgesi, geçirilmiş onarım ve tadilat bilgisi, yapı elemanlarının boyut bilgileri gibi bilgiler geliştirilen yöntem ölçütlerine göre hesaplanmış ve hasar durumu eklenmeden önce sonuç

kontrolü yapılmıştır. Deprem öncesi bozulma ve hasar durumu için yazılı kaynak ve fotoğraflardan yararlanılmıştır. Buna göre, San Marco kilisesinin geometrisi ve yapı elemanı boyutlarının ölçütlere uygun olmadığı ve risk düzeyinin başta bu nedenlerle yüksek riskli olarak çıktığı görülmüştür. Benzer şekilde San Pietro kilisesi için yapılan hesapta risk düzeyi orta riskli olarak çıkmıştır.

- Somut verilere dayalı bu karşılaştırma “yapı tespit formunun” işlerliği ve değerlendirme biçiminin uygun olduğunu göstermiştir.
- Tez çalışmasında elde edilen sonuçlara göre yapılan öneriler aşağıda sıralanmıştır:
- Yapı güvenliğinin araştırılmasında laboratuvar deneyleri, sayısal hesaplar gibi ayrıntılı yöntemler kullanmak uzman gerektiren, zaman alan ve yüksek bütçeli çalışmalardır. Bugünkü koşullarda bu tür çalışmalar ancak sınırlı sayıdaki yapılara uygulanabilir. Bu nedenle öndeğerlendirme için daha basit ve görece daha hızlı yöntemler geliştirilmeli ve ayrıntılı çalışmalar öncelikli olarak yüksek risk altındaki yapılar için gerçekleştirilmelidir.
- Risk tespitinde deprem etkisi en önemli ölçüt olmakla birlikte söz konusu anıtsal tarihi binalar olduğunda 2. Bölüm'de anlatılan tüm hasar nedenlerinin karar aşamasında dikkate alınması ve yapının bir bütün olarak değerlendirilmesi doğru karar için oldukça önemlidir. Yapı güvenliğinin değerlendirilmesi çalışmalarının en önemli bölümü yapının hasar durumunun incelenmesidir. Yapının hasar durumu incelenirken yapı bir bütün olarak ele alınmalı ve hasar nedenleri araştırılarak müdahale kararı farklı disiplinlerden oluşan bir ekip tarafından verilmelidir.
- Bölüm 4.4'te anlatılan mevcut yöntemler vb çalışmalardan yararlanarak ulusal düzeyde tüm yapıları kapsayacak bir veri tabanı ile mevcut yapı stokunun kayıt altına alınması ve istatistiki veri olarak depolanarak yapıların izlenmesi ve bu verilerin risk yönetimi çalışmaları ile bütünleştirilmesi kültür mirasını koruma alanına önemli katkı sağlayacaktır.
- Tez çalışmasında geliştirilen yöntem, yapı tespit formu ile alanda bilgi toplanması, elde edilen bilgilerin bilgisayar ortamında otomatik olarak değerlendirilmesi ve risk puanı elde edilerek risk düzeyinin belirlenmesine dayandırılmıştır. Bu değerlendirme tamamen tarafsız bir değerlendirmedir. Oldukça karmaşık geometrisine bağlı olarak karmaşık taşıyıcı sistemi olan anıtsal tarihi binalarda yapının bir bütün olarak ele alınması, yapı hakkında verilecek karar için oldukça önemlidir. Geliştirilen yöntem uygulanırken, yöntemin kullanımı konusunda eğitim verecek ve çalışma ekibini yönlendirecek ekip başı, incelenen yapı için yapı tespit

formuna ek olarak “genel taşıyıcı sistem raporu” verebilir. Yapı sistemini bir bütün olarak ele almak ve bunu tüm yapılarda uygulanabilir genel bir yöntem olarak ortaya koymak bu çalışmanın devamına ve gelişimine katkı sağlayacaktır.

- Kültür mirasının önemli bir bölümünü oluşturan anıtsal tarihi yapıların korunması ve gelecek nesillere aktarılması için bu yapılarda yapılacak çalışma ilkelerinin belirlenmesi için “Anıtsal Tarihi Yığma Yapı” yönetmeliğinin oluşturulması koruma alanına önemli katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Z., (1996), Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, YEM Yayın, İstanbul.
- Akman, S., (2000), Yapı Hasarları ve Onarım İlkeleri, İMO, İstanbul.
- Aköz, F., (2005), “Yığma Kagir Yapılarda Hasar Tespiti”, YDGA2005 - Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Aköz, F. ve Yüzer, N., (2009), “Tarihi Yapılarda Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler”, İMO - 1. İnşaat Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu, 6-7 Kasım 2009, Antalya.
- Anagnostopoulos, S. ve Moretti, M., (2006), Post-Earthquake Emergency Assessment of Building Damage, Safety and Usability – Part 1: Technical Issues, Soil Dynamics and Earthquake Engineering: 1-10.
- Anzani, A., Binda, L., Cardani, G., Condoleo, P. ve Saisi, A., (2008), “Damage Evaluation of Historic Towers: A Procedure for Their Integrity Assessment”, CCDS-II 2nd Canadian Conference on Effective Design of Structures McMaster University, Hamilton, Ontario.
- Arun, G., (2005), “Yığma Kagir Yapı Davranışı”, YDGA2005-Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Artırılması Çalıştayı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Arun, G., (2006), “Behaviour of Masonry Vaults and Domes: Geometrical Considerations” Structural Analysis of Historical Constructions, New Delhi, India, Eds.: P.B. Lourenço, P. Roca, C. Modena, S. Agrawal, ISBN 972-8692-27-7.
- Arun, G., (2007a), “Restoration and Conservation of Architectural Heritage”, Structural Engineers World Congress – SEWC 2007, Bangalore.
- Arun, G., (2007b), Mimari Mirasın Analiz, Koruma ve Yapısal Restorasyonu İçin Tavsiyeler, İstanbul (çeviri).
- Arun, G., (2009), "Yığma Yapı Tanımı ve Davranışı", İMO Eğitim Seminerleri, İstanbul.
- Arun, G., (2008), “Assessment of Ancient Building Foundations”, SACoMaTIS 2008-On Site Assessment of Concrete, Masonry and Timber Structures Symposium Proceedings Book, 2:935, Varenna, ISBN: 978-2-35158-063-9.
- Ayverdi, E. H., (1966), Osmanlı Mimarisi’nin İlk Devri , İstanbul Fetih Cemiyeti, İstanbul.
- Ayverdi, E. H., (1972), Osmanlı Mimarisi’nde Çelebi ve II. Sultan Murad Devri, 2. Cilt, İstanbul Fetih Cemiyeti, İstanbul.
- Ayverdi, E. H., (1973), Osmanlı Mimarisi’nde Fatih Devri, 3. Cilt, İstanbul Fetih Cemiyeti, İstanbul.
- Ayverdi, E. H., (1974), Osmanlı Mimarisi’nde Fatih Devri, 4. Cilt, İstanbul Fetih Cemiyeti, İstanbul.
- Ayverdi, E. H., (2004), Osmanlı Mimarisi’nde Kanuni Sultan Süleyman Devri, 6. Cilt, İstanbul Fetih Cemiyeti, İstanbul.
- Bal, İ. E., Gülay, G. ve Görgülü, O., (2007), “Adana Bölgesi’ndeki BA Yapı Stoğu Karakteristiklerinin Hasar Kayıp Tahmin Modelleri Açısından İncelenmesi”, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16 – 20 Ekim, İstanbul.

Bal, İ.E., Gulay, F.G. ve Tezcan, S., (2008), “A New Approach for The Preliminary Seismic Assessment of RC buildings: P25 Scoring Method” Proceedings of 14th WCEE, 12-17 Ekim, Beijing.

Bal, İ.E., Tezcan, S.S., ve Gülay, G., (2006), “P25 Scoring Method for Defining Rapidly The Collapse Vulnerability of RC Structures”, 1st ECEES, 3-8 Eylül, Geneva.

Bal, İ.E. (2005). Rapid assessment techniques for collapse vulnerability of reinforced concrete buildings. MSc Thesis, Istanbul Technical University, Civil Engineering Department (in Turkish).

Batur, A., (1980), Osmanlı Camilerinde Eğrisel Örtüler ve Geçiş Öğeleri–Sorunlar ve Biçimler–1300–1600, Cilt 1, İstanbul.

Bayülke, N., (1980), Yığma Yapılar, TC İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı, Ankara.

Bayülke, N., (2001), Depremlerde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi, İMO – İzmir Şubesi, İzmir, Genişletilmiş 9. Baskı,.

Binda, L., (2005), Studies Based on Experiences from the Earthquake of Central Italy and a Proposal of Legislation, International XXIInd UIA Congress, Panel-Forum within the Congress, 3-7 Temmuz, İstanbul.

Binda, L., Anzani, A., Saisi, A. ve Roberty, G. M., (2003), Part 1.02: Historical Masonry Structures, Comprehensive Structural Integrity, Volume 1: Comprehensive Structural Integrity Assessment – Examples and Case Studies, Elsevier, ISBN: 0-08-043749-4.

Binda, L., Bosiljkov, V., Saisi, A. ve Zanzi, L., (2006), “Guidelines for the Diagnostic Investigation of Historic Buildings”, Index and Abstracts of Papers Given at the Seventh International Masonry Conference London, Masonry (10), British Masonry Society.

Binda, L., Cardani, G., Saisi, A., Modena, C., Valluzzi, M. R. ve Marchetti, L., (2006), “Preservation of Historic Centers in Seismic Areas: Guidelines for Investigation on Their Vulnerability”, 1st International Conference on Restoration of Heritage Masonry Structures, Cairo.

Binda, L., Cardani, G., Saisi, A. ve Valuzzi, M. R., (2006), “Vulnerability Analysis of the Historical Buildings in Seismic Areas by a Multilevel Approach”, Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing), 7 (4): 343-37.

Binda, L., Cardani, G., Saisi, A., Valuzzi, M. R., Munari, M. ve Modena, C., (2007), “Multilevel Approach to the Vulnerability Analysis of Historic Buildings in Seismic Areas Part 1: Detection of Parameters for Vulnerability Analysis Through on Site and Laboratory Investigations”, Restoration of Buildings and Monuments - Bauinstandsetzen und Baudenkmalspflege, 13 (6): 413 – 426, ISSN: 1864-7251.

Binda, L., Cardani, G., Saisi, A., Valuzzi, M. R., Munari, M. ve Modena, C., (2007), “Multilevel Approach to the Vulnerability Analysis of Historic Buildings in Seismic Areas Part 2: Analytical Interpretation of Mechanisms for Vulnerability Analysis and Structural Improvement”, Restoration of Buildings and Monuments - Bauinstandsetzen und Baudenkmalspflege, 13 (6): 427 – 442, ISSN: 1864-7251.

Binda, L., Lagomarisino, S., Podesta, S., Saisi, A. ve Tedeschi, C., (2007), “Diagnostic Strategies for the Repair Intervention on Churches Damaged by Earthquakes: the Toscolano

Maderno Monumental Complex”, STREMAH X - Tenth International Conference on Studies, Repairs and Maintenance of Heritage Architecture, WIT Press, 215 – 226.

Binda, L. ve Saisi, A., (2003), “The Collapse and Reconstruction of the Noto Cathedral: Importance of the Investigation for the Design Choice”, *International Journal for Restoration of Buildings and Monuments – Internationlae Zeitschrift für Baudenkmalpflege*, 9 (4): 415-434.

Binda, L. ve Saisi, A., (2005), “Research on Historic Structures in Seismic Areas in Italy”, John Wiley, 7: 71 – 85.

Binda, L. ve Saisi, A., (2005), “Research on Historic Structures in Seismic Areas in Italy”, Wiley Inter Science, DOI: 10.1002/pse.194.

Binda, L., Saisi, A., de Vent, I. A. E., van Hees, R. P. J. ve Naldini, S., (2010), “Structural Damage in Masonry, Description and Interpretation of Crack Patterns: Basis for Finding the Damage Causes”, *Restoration of Buildings and Monuments–Bauinstandsetzen und Baudenkmalpflege*, 16 (2): 77-98.

Binda, L., Saisi, A. ve Tiraboschi, C., (2000), “Investigation Procedures for the Diagnosis of Historic Masonries”, Elsevier - Construction and Building Materials, 14: 199 – 233.

Carocci, C. F., (2001), “Guidelines for the Safety and Preservation of Historical Centers in Seismic Areas”, *Historical Constructions*, Ed. Lourenco P., Roca P., Guimares, 145-165.

Croci, G., (2000), *The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*, Computational Mechanics Publications, Great Britain.

Croci, G., (2001) *Architectural Heritage at Risk: A Proposal for the Site of Petra, More Than Two Thousands Years in the History of Architecture – Safeguarding the Structures of Our Architectural Heritage*, Proceedings of the International Congress, 10 – 12 Eylül, Paris.

D’Ayala, D. ve Speranza, E., (2002), "An Integrated Procedure for the Assessment of Seismic Vulnerability of Historic Buildings", 12th European Conference on Earthquake Engineering, Elsevier Science Ltd., London, UK. (Paper Reference 561)

D’Ayala, D. ve Speranza, E., (2001a), "Seismic Vulnerability of Historic Centers the Case Study of Nocera Umbra Italy", University of Bath, UK.

D’Ayala, D. ve Speranza, E., (2001b), "A Procedure for Evaluating The Seismic Vulnerability of Historic Buildings at Urban Scale Based on Mechanical Parameters", 2nd International Congress on Studies in Ancient Structures, 9 -13 Temmuz, Istanbul.

Dialer, P. C., (2002), *Typical Masonry Failures and Repairs: a German Engineer’s View*, Progress in Structural Engineering and Materials, Wiley Inter Science (Published online).

Eurocode 8 EN 1998-1, (2003).

Feilden, B. M., (1982), *Conservation of Historic Buildings*, Butterworth Scientific, USA.

Grunthal, G., (1988), “European Macroseismic Scale”, in *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, 15: 1-97.

Guéguen, P., Michel, C. ve Le Corre, L., (2007), "A Simplified Approach for Vulnerability Assessment in Moderate-To-Low Seismic Hazard Regions: Application to Grenoble (France)", *Bulletin of Earthquake Engineering*, 5: 467-490.

Hasol D., (1975), Mimarlık Sözlüğü, YEM Yayınları, İstanbul (Birinci baskı).

Italian Ministry for Cultural Heritage and Activities, (2006), "Guidelines for Evaluation and Mitigation of Seismic Risk to Cultural Heritage".

Kurak, M., (2005), Tarihi Yığma Binaların Risk Tespiti için bir Abak Önerisi ve Galata Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, FEB Enstitüsü, İstanbul (Yüksek Lisans tezi).

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu, Kanun No: 2863, Kabul Tarihi: 21.07.1983, Değişiklik: 17.06. 1087 tarih ve 3386 sayılı Kanun ile değişik.

Lagomarsino S., (1998), "A New Methodology for The Post-Earthquake Investigation of Ancient Churches", Proc. of the XI European Conference on Earthquake Engineering, Abstract Volume, A.A. Balkema, Paris, 67.

Lagomarsino, S., (1998), "Seismic Damage Survey of the Churches in Umbria", Proc. of the Workshop on Seismic Performance of Monuments (Monument-98), Lisbon, 167-176.

Lagomarsino, S., (1999), "Damage Survey of Ancient Churches: the Umbria-Marche Experience", in Seismic Damage to Masonry Buildings, Ed Bernardini A., Proceeding of the International Workshop on "Measures of seismic damage to masonry buildings", Monselice, Padova, Italy, June 25-26, 1998, A.A. Balkema, Rotterdam, 81-94.

Lagomarsino, S. ve Giovinazzi, S., (2006), "Macroseismic and Mechanical Models for the Vulnerability and Damage Assessment of Current Buildings", Bulletin of Earthquake Engineering, 4: 415-443.

Lagomarsino, S. ve Podesta, S., (2004), "Damage and Vulnerability Assessment of Churches After the 2002 Molise Italy Earthquake", Earthquake Spectra, 20 (S1): S271-S283.

Lagomarsino, S. ve Podesta, S., (2004), "Seismic Vulnerability of Ancient Churches: I. Damage Assessment and Emergency Planning" Earthquake Spectra, 20 (2): 377 – 394.

Lagomarsino, S. ve Resemini, S., (2009), "The Assessment of Damage Limitation State in the Seismic Analysis of Monumental Buildings", Earthquake Spectra, 25 (2): 323-346.

Lourenço, P. B. ve Roque J. A., (2006), "Simplified Indexes for the Seismic Vulnerability of Ancient Masonry Buildings", Construction and Building Materials, 20: 200 - 208.

Lourenço, P.B., (2005), "Recommendations for Restoration of Ancient Buildings and The Survival of a Masonry Chimney", Construction and Building Materials.

Modena, C., (2005), "Recent Developments of Criteria and Methods for Assessing and Improving the Seismic Resistance of Historic Constructions" The New Italian Seismic Code, ISCARSAH Meeting – Workshop, Barcelona.

Modena, C., Valluzzi, M. R., Binda, L., Cardani, G. ve Saisi, A., (2004), "Vulnerability of Historical Centers in Seismic Area: Reliability of Assessment Methods for Different Building Typologies", 13th International Brick and Block Masonry Conference, Amsterdam.

Munari, M., Valluzzi, M. R., Saisi, A., Cardani, G., Modena, C. ve Binda, L., (2009), "The Limit Analysis of Macro Elements in Masonry Aggregate Buildings as a Methodology for the Seismic Vulnerability Study: An Application to Umbrian City Centers", 11th Canadian Masonry Symposium, Mc Master University, Toronto, Ontario.

Önal, M. M. ve Koçak, A., (2005), “Yığma Yapı Hasarları ve Onarım ve Güçlendirme Yöntemlerinin Ayrıntıları”, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Antalya (İMO yayını).

Öztepe, O., (2001), İstanbul Suriçi’nde Bulunan Bizans Dönemi’ne Ait Kiliselerin Günümüzdeki Durumları ve Koruma Sorunları, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans tezi), İstanbul.

Proske, D., (2008), Catalogue of Risks - Natural, Technical, Social and Health Risks, Springer, ISBN: 978-3-540-79554-4, e-ISBN: 978-3-540-79555-1.

Richardson B. A., (1991) Defects and Deterioration in Buildings, E. & F. N. Spon, USA.

Roca, P., (2007), Damage Types and Repair Methods, Restoration Techniques Applicable to Historical Masonry Buildings – Seminar, ICOMOS – ISCARSAH, 22.09.2007, Antalya.

Roca, P., (2007), Recommendations for The Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage, International Symposium on Studies on Historical Heritage, September 17 – 21, Antalya, Turkey (keynote speech).

Sepe, V., Speranza, E. ve Viskovic, A., (2008), “A Method for Large Scale Vulnerability Assessment of Historic Towers”, Structural Control and Health Monitoring, 15: 389-415, online Inter Science publication.

Sinha R. ve Goyal A., (2004), A National Policy for Seismic Vulnerability Assessment of Buildings and Procedure for Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Vulnerability, Report to Disaster Management Division, Ministry of Home Affairs, Government of India.

Tolles, E. L., Kimbro, E. E., Ginell, W. S, (2002) Planning and Engineering Guidelines for the Seismic Retrofitting of Historic Adobe Structures, GCI Scientific Program Reports, The Getty Conservation Institute, Los Angeles.

Ulusoy, D. B., (1993), Güzelyurt Örneğinde, Kapadokya Bölgesi Yığma Taş Konut Mimarisinin Korunması İçin Bir Yöntem Araştırması, YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (Doktora tezi).

UNDP/UNIDO Project Per/79/015 - United Nations Development Programme, (1984), Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region, Volume 3: Design and Construction of Stone and Brick – Masonry Buildings, Vien.

UNDP/UNIDO Project Per/79/015 - United Nations Development Programme, (1984), Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region, Volume 4: Post Earthquake Damage Evaluation and Strength Assessment of Buildings under Seismic Conditions, Vien.

UNDP/UNIDO Project Per/79/015 - United Nations Development Programme, (1984), Building Construction under Seismic Conditions in the Balkan Region, Volume 6: Repair and Strengthening of Historical Monuments and Buildings in Urban Nuclei, Vien.

Urban M., (2006), Earthquake Risk Assessment of Historical Structures, Carolo-Wilhelmina Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, İnşaat mühendisliği ve Çevre Bilimleri Bölümü, Braunschweig, ve Floransa Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Floransa (Doktora tezi).

Ünsal B., (1973), Turkish Islamic Architecture in Seljuk and Ottoman Times 1071 – 1923, Academy Editions, London.

Van Balen, K. E. P., (2001), "Learning From Damage of Masonry Structures, Expert Systems Can Help!, Historical Constructions", P. B. Lourenço, P. Roca (Eds.), Guimaraes.

Van Hees, R. P. J, Naldini, S., Binda, L. ve Van Balen, K., (2008), “The Use of MDDS in The Visual Assessment of Masonry and Stone Structures, SACOMATIS 2008 International RILEM Conference, 31 Ağustos – 4 Eylül, Varenna.

Venedik Tüzüğü, (1964), “Tarihi Anıtların ve Yerleşmelerin Korunması ve Onarımı İçin Uluslar Arası Tüzük”, İkinci Uluslar Arası Tarihi Anıtlar Mimar ve Teknisyenleri Kongresi, 25 – 31 Mayıs.

Zamankhani, C. S., (2010), “İran’ın Deprem Bölgesi Olan "Doğu Azerbaycan" İlindeki Köy Evlerinin Biçimsel Ve Yapısal Yönlerden İrdelenmesi Ve Islahı Üzerine Bir Çalışma”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul (Doktora tezi).

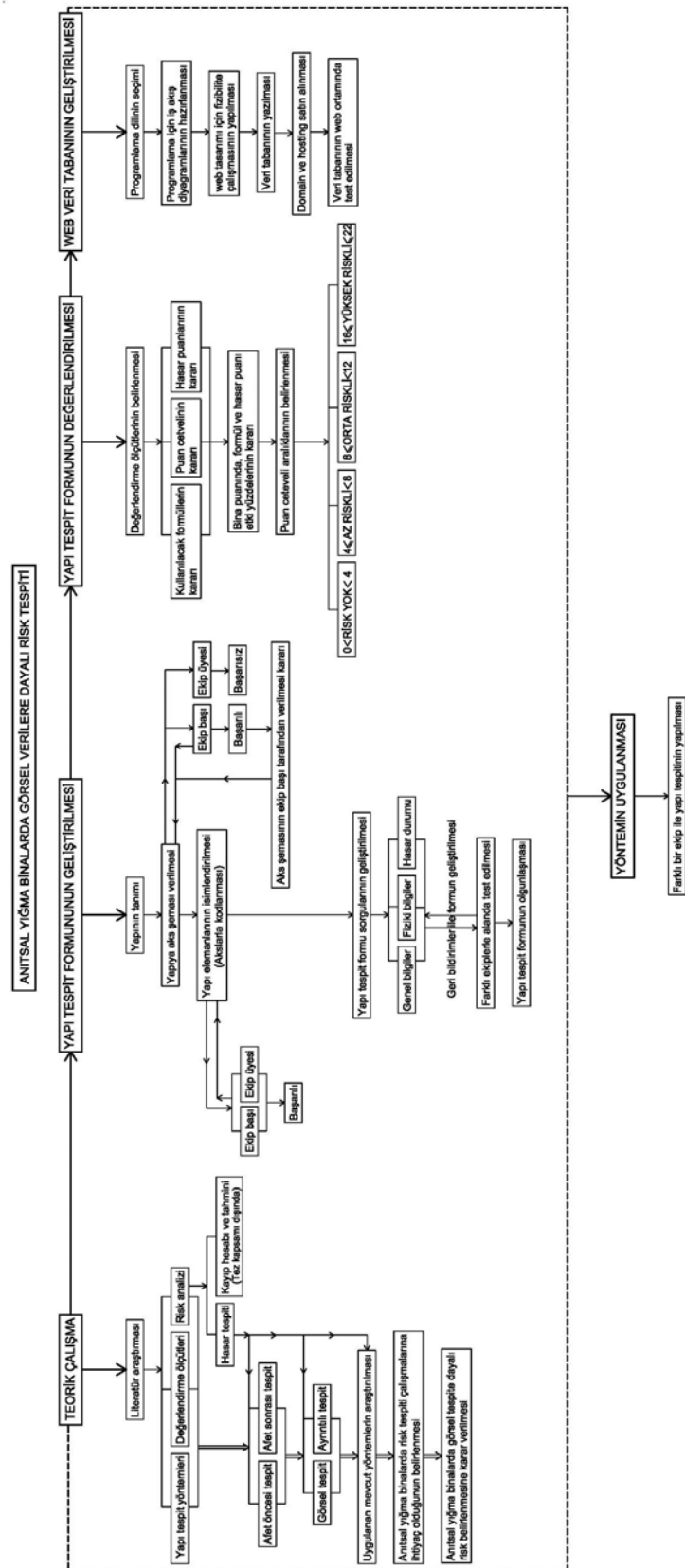
INTERNET KAYNAKLARI

- [1] http://en.wikipedia.org/wiki/Risk#Definitions_of_risk
- [2] <http://www.dask.gov.tr>
- [3] <http://www.deprem.gov.tr>
- [4] <http://www.interscience.wiley.com>
- [5] <http://www.microsoft.com/australia/visualstudio/products/professional/default.msp>
- [6] <http://www.mysql.com/about/legal/licensIng/oem/>
- [7] <http://www.risk-ue.net/update1/PPWP05.htm>
- [8] http://www.sra.org/resources_glossary_p-r.php
- [9] <http://www.turkwebhosting.com/>
- [10] <http://www.wsu.edu/~dee/MESO/CODE.HTM> Hammurabi Codes
- [11] <http://www.archnet.org>
- [12] <http://www.fema.gov>

EKLER

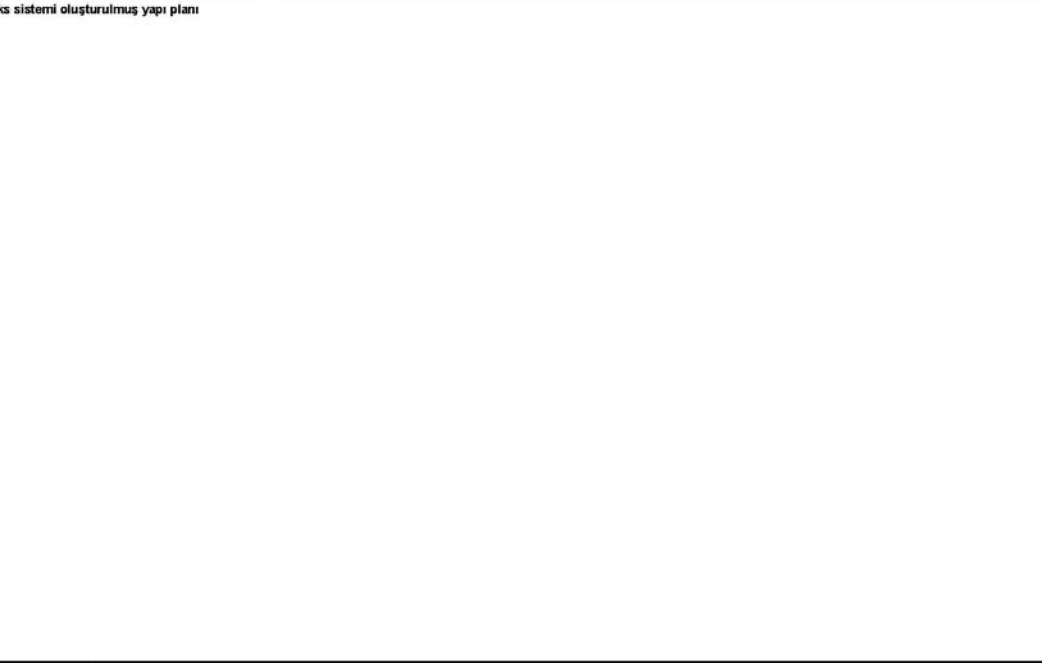
Ek 1	Anıtsal yığma binalarda görsel verilere dayalı risk tespiti yöntemi modeli
Ek 2	Yapı tespit formu
Ek 3	Bozulma ve hasar sözlüğü
Ek 4	Yapı tespit formu sorgularının puan değerleri
Ek 5	Risk puanı hesap tabloları
Ek 5a	Yapı elemanı boyutları ile ilgili hesaplar
Ek 5b	Yapı elemanı bozulma/hasarları ile ilgili hesaplar
Ek 5c	Sonuç hesabı
Ek 6	Alan çalışması sonuçları
Ek 6a	Firuz Ağa Cami
Ek 6b	Bali Paşa Cami
Ek 6c	Davut Paşa Cami
Ek 6d	Atik Ali Cami – Çemberlitaş
Ek 6e	Murat Paşa Cami
Ek 6f	Atik Ali Cami – Zincirlikuyu
Ek 6g	Cerrah Mehmet Paşa Cami
Ek 6h	Hekimoğlu Ali Paşa Cami
Ek 7	2009 L'Aquila deprem bölgesinden iki kilise yapısı
Ek 7a	San Marco Kilisesi
Ek 7b	San Pietro Kilisesi
Ek 8	Veri tabanı akış diyagramı

Ek 1 Anıtsal yapı binalarda görsel verilere dayalı risk tespiti yöntemi modeli

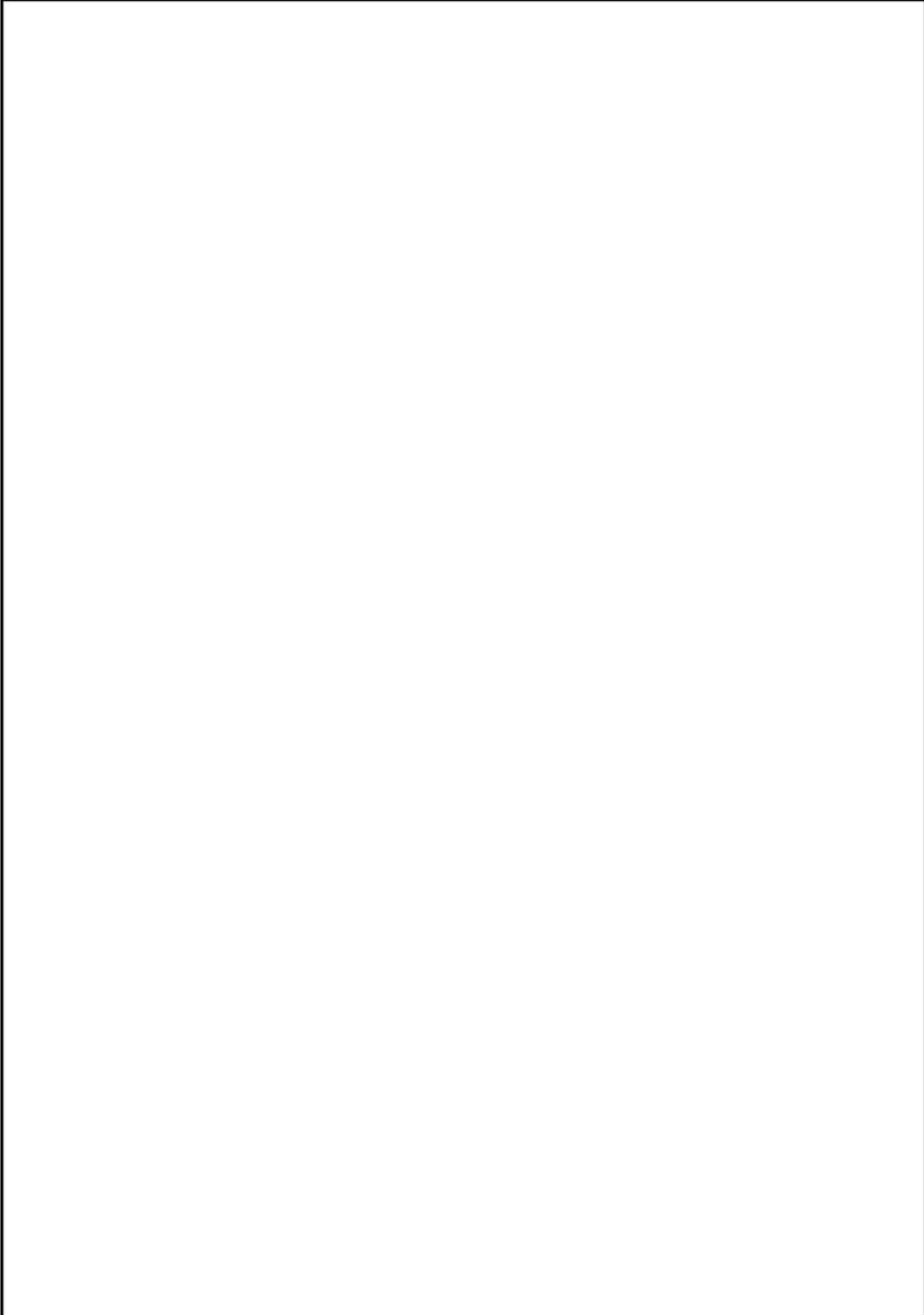


Şekil Ek1 1 Yöntem modeli ve iş akışı

Ek 2 Yapı tespit formu

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU									
Formu dolduranın Adı, Soyadı:					Mesleği:		FORM NO:		
e-mail:					Tel:		Tarih:		
A. GENEL BİLGİLER									
Yapı adı:					Yapım yılı/Yüzyılı:				
Yapının açık adresi:									
İli:									
İlçesi:									
Deprem bölgesi bilgisi: (www.deprem.gov.tr'ye bakınız) ☐ 1.Bölge ☐ 2.Bölge ☐ 3.Bölge ☐ 4.Bölge ☐ 5.Bölge									
Yapının CBS (GPS) koordinat bilgisi: ☐ Var ☐ Yok									
Plan çizimi: ☐ Var ☐ Yok									
Mülk sahibi	☐ Belediye	☐ Vakıf	☐ Kamu	☐ Özel kurum	☐ Özel şahıs	☐ Diğer			
Kullanıcı	☐ Belediye	☐ Vakıf	☐ Kamu	☐ Özel kurum	☐ Özel şahıs	☐ Diğer			
Kullanım Durumu	☐ Sürekli	☐ Ara sıra	☐ Gündüz	☐ Gece	☐ Kullanılmıyor	☐ Harabe			
Bina türü	Dini yapı	☐ Cami	☐ Kilise	☐ Sinagog	☐ Türbe	☐ Teldke	☐ Diğer		
	Savunma yapısı	☐ Kale	☐ Hisar	☐ Burç	☐ Sur duvarı	☐ Diğer			
	Su yapısı	☐ Hamam	☐ Saman	☐ Sebili	☐ Çeşme	☐ Diğer			
	Ulaşım yapısı	☐ Kervansaray	☐ İskele	☐ İstasyon	☐ Diğer				
	Konut yapısı	☐ Saray	☐ Konak	☐ Yalı	☐ Köşk	☐ Ev			
	Eğitim yapısı	☐ Medrese	☐ Sıbyan mekt.	☐ Okul	☐ Kütüphane	☐ Diğer			
	Yapıda fonksiyon değişikliği yapılmış mı?	☐ Evet	☐ Hayır	☐ Bilinmiyor					
Yapı, yapısal bir onarım geçirmiş ya da baştan yapılmış mı?									
☐ Evet ☐ Hayır ☐ Bilinmiyor									
Yapılmış ise yapım yılı/yüzyılı:									
* Kesin bilgi yok ise, bilinmiyor seçeneğini işaretleyiniz.									
B. FİZİKİ TANIM BİLGİLERİ									
Yapının topografik durumu									
 ☐ Düz  ☐ Kot farkı var  ☐ Kot farkı var  ☐ Kot farkı var  ☐ Az eğimli (<30°)  ☐ Çok eğimli (>30°)									
Yapının plan tipi									
 ☐ Kare  ☐ Dikdörtgen  ☐ Çokgen  ☐ Daire  ☐ T biçimli  ☐ L biçimli  ☐ U biçimli  ☐ Düzensiz/Diğer									
Uzun kenar/Kısa kenar < 2 ise şekli KARE'dir. Uzun kenar/Kısa kenar ≥ 2 ise şekli DİKDÖRTGEN'dir.									
Yapı birimleri: (Birden fazla seçenek işaretlenebilir)									
☐ Bina kütlesi ☐ Farklı kotta bina kütlesi(leri) ☐ Bina kütlesine bitişik ve en az bir cephesi kagir malzeme ile kapatılmamış yapı bölümü(leri)									
☐ Avlu etrafındaki yapılar ☐ Duvar içinden çıkan kule(çan kulesi, saat kulesi vb.)/minare**									
☐ Bina kütlesine bitişik kule (çan kulesi, saat kulesi vb.)/minare** ☐ Bina kütlesinden ayrık kule(çan kulesi, saat kulesi vb.)/minare**									
**Kule (çan kulesi, saat kulesi vb.)/minare var ise, aynı form doldurulacaktır.									
Aks sistemi oluşturulmuş yapı planı									
									
TOPLAM PUAN: (Yapı tespiti sırasında boş bırakınız.)									
RISK DÜZEYİ: ☐ Risk Yok ☐ Az Riskli ☐ Orta Riskli ☐ Riskli ☐ Yüksek Riskli									

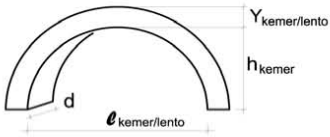
Şekil Ek2 1 Yapı tespit formu - genel bilgiler, fiziksel bilgiler

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU	FORM NO:	Sayfa No:
C. YAPI FOTOĞRAFLARI		
		

Şekil Ek2 2 Yapı tespit formu - fotoğraflar

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
Aks sistemi oluşturulmuş gematik yapı planını boşluklara yerleştiriniz. İncelenen duvar parçasının aks kodunu yazınız. L: Uzunluk, t: Kalınlık, H: Yükseklik Boşlukları; B01, B02 biçiminde isimlendirerek çizim krokisinde gösteriniz		D. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARININ ÖLÇÜLERİ D.1. Duvarlar D.1.1. Cephe Duvarları Cephe duvarı aks kodu: Toplam duvar uzunluğu: m İncelenen duvar parçasının aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m İncelenen cephe duvarında hatil var ise: Yerden hatil mesafesi: m Hatiller arası mesafe: m Hatiller arası mesafe: m Saçak hatil mesafesi: m İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi var mı? ☐ Var ☐ Yok Var ise: Uzunluğu: m Yüksekliği: m İncelenen duvar parçasının aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m İncelenen cephe duvarında hatil var ise: Yerden hatil mesafesi: m Hatiller arası mesafe: m Hatiller arası mesafe: m Saçak hatil mesafesi: m İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi var mı? ☐ Var ☐ Yok Var ise: Uzunluğu: m Yüksekliği: m İncelenen duvar parçasının aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m İncelenen cephe duvarında hatil var ise: Yerden hatil mesafesi: m Hatiller arası mesafe: m Hatiller arası mesafe: m Saçak hatil mesafesi: m İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi var mı? ☐ Var ☐ Yok Var ise: Uzunluğu: m Yüksekliği: m İncelenen duvar parçasının aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m İncelenen cephe duvarında hatil var ise: Yerden hatil mesafesi: m Hatiller arası mesafe: m Hatiller arası mesafe: m Saçak hatil mesafesi: m İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi var mı? ☐ Var ☐ Yok Var ise: Uzunluğu: m Yüksekliği: m	
L: Uzunluk, t: Kalınlık, H: Yükseklik Boşlukları; B01, B02 biçiminde isimlendirerek çizim krokisinde gösteriniz		D.1.2. Mekan Duvarları Duvar aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m Duvar aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m Duvar aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m Duvar aks kodu: L: m t: m H: m İncelenen duvardaki boşluklar: (Sadece zemin kattaki boşluk ölçülendirilmelidir. # Genişlik, H: Yükseklik) B: m h: m B: m h: m B: m h: m B: m h: m	

Şekil Ek2 3 Yapı tespit formu - yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, duvarlar

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
Aks sistemi oluşturulmuş şematik yapı planını boşluklara yerleştiriniz.		D. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARININ ÖLÇÜLERİ	
a: Kalınlık, b: Uzunluk, r: Yarıçap, H: Yükseklik Çokgen ise, çap ölçüsü veriniz.		D.2. Ayaklar/Payandalar	
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		Ayak aks kodu:.....	a:.....m b:.....m r:.....m H:.....m
		D.3. Sütunlar	
		Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m
		Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sütun aks kodu:.....	r:.....m a:.....m b:.....m H:.....m		
Sadece mekan sınırı teşkil eden kemer/lento ölçüsünü alınız, duvardaki hafifletme kemerini ölçmeyiniz. 		D.4. Kemerler/Lentolar	
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m
		Aks kodu:.....	Ø:.....m h:.....m d:.....m Y:.....m

Şekil Ek2 4 Yapı tespit formu - yapı taşıyıcı elemanlarının ölçüleri, ayaklar, sütunlar, kemerler

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
Aks sistemi oluşturulmuş gematik yapı planını boşluklara yerleştiriniz. Cepheden bakıldığında, bakma yönüne doğru, her farklı kottaki çatı örtüsünü bir kademe olarak alınız ve kademeleri yukarıdan aşağıya doğru sayınız. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.		E. ÇATI TAŞIYICI SİSTEMİ İncelenen cephenin tamamının aks kodu: Düşeyde çatı kademe sayısı: 1. Kademe (en üst) çatı elemanı adedi: ☐ 1 Adet ☐ 2 Adet ☐ 2'den fazla 1. Kademe çatı elemanı formu ☐ Tek yöne eğimli çatı ☐ Beşik çatı ☐ Kırmı çatı ☐ Kubbe ☐ Tonoz ☐ Koni ☐ Piramidal 1. Kademe çatı örtüsü malzemesi ☐ Kiremit ☐ Metal ☐ Diğer ☐ Örtü yok Çatı sisteminde bozulma/hasar var ise; ☐ Kapl. kaldırılmış ☐ Bitkilenme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Çökme ☐ Diğer İncelenen cephenin tamamının aks kodu: Düşeyde çatı kademe sayısı: 1. Kademe (en üst) çatı elemanı adedi: ☐ 1 Adet ☐ 2 Adet ☐ 2'den fazla 1. Kademe çatı elemanı formu ☐ Tek yöne eğimli çatı ☐ Beşik çatı ☐ Kırmı çatı ☐ Kubbe ☐ Tonoz ☐ Koni ☐ Piramidal 1. Kademe çatı örtüsü malzemesi ☐ Kiremit ☐ Metal ☐ Diğer ☐ Örtü yok Çatı sisteminde bozulma/hasar var ise; ☐ Kapl. kaldırılmış ☐ Bitkilenme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Çökme ☐ Diğer	
		F. KAT BİLGİSİ İncelenen kat ☐ 1. Bodrum kat ☐ 2. Bodrum kat ☐ 3. Bodrum kat ☐ Zemin kat ☐ 1. Kat ☐ 2. Kat ☐ 1. Galeri kat/asma kat/balkon ☐ 2. Galeri kat/asma kat/balkon	
İncelenen duvar, kendisine dik ve bitişik başka bir yapı elemanı ile kesiştiği her aks aralığı için ayrı bir parça olarak inceleyiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.		G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI G.1. CEPHE BİLGİSİ G.1.1. Cephe Duvarları İncelenen duvar parçasının aks kodu: Geometrisi: ☐ Eğrisel duvar ☐ Doğrusal duvar Duvar yüzeyi ☐ Kaplamalı ☐ Sivali ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Almacık ☐ Kerpiç ☐ Cam İncelenen duvar aksında bozulma/hasar var ise; ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çıçaklanma ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilenme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Diğer Boşluklu duvarda çatlak var ise yeri: B..... boşluğu ile duvar üstü arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşluğu ile duvar tabanı arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşluğu ile duvar kenarı arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşl. ile B..... boşl. arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor Boşluksuz duvarda çatlak var ise yeri: ☐ Duvar alt bölgesinde ☐ Duvar ortasında ☐ Duvar üst bölgesinde ☐ İki duvarın kesişim bölgesinde ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor İncelenen duvar aksında yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor Eleman eklenmiş ☐ Payanda ☐ Destek ayağı ☐ Diğer Yeniden yapım ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış ☐ Tamamı yeniden yapılmış	
İncelenen duvar, kendisine dik ve bitişik başka bir yapı elemanı ile kesiştiği her aks aralığı için ayrı bir parça olarak inceleyiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.		İncelenen duvar parçasının aks kodu: Geometrisi: ☐ Eğrisel duvar ☐ Doğrusal duvar Duvar yüzeyi ☐ Kaplamalı ☐ Sivali ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Almacık ☐ Kerpiç ☐ Cam İncelenen duvar aksında bozulma/hasar var ise; ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çıçaklanma ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilenme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Diğer Boşluklu duvarda çatlak var ise yeri: B..... boşluğu ile duvar üstü arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşluğu ile duvar tabanı arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşluğu ile duvar kenarı arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor B..... boşl. ile B..... boşl. arasında: ☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Diagonal çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor Boşluksuz duvarda çatlak var ise yeri: ☐ Duvar alt bölgesinde ☐ Duvar ortasında ☐ Duvar üst bölgesinde ☐ İki duvarın kesişim bölgesinde ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor İncelenen duvar aksında yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor Eleman eklenmiş ☐ Payanda ☐ Destek ayağı ☐ Diğer Yeniden yapım ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış ☐ Tamamı yeniden yapılmış	

Şekil Ek2 5 Yapı tespit formu - çatı taşıyıcı sistemi, cephe duvarları

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI - CEPHE BİLGİSİ			
G.1. CEPHE BİLGİSİ			
G.1.2. Cephe Ayakları / Payandaları			
İncelenen ayak/payanda aks kodu:			
İncelenen eleman türü: ☐ Duvar ile bitişik ayak ☐ Serbest ayak ☐ Payanda			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Ayak/payanda yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Alınışık ☐ Kerpiç			
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çiçeklenme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme			
☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıklama ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda ☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
İncelenen ayak/payandada yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor			
Var ise: ☐ Derzleme yapılmış ☐ Eleman eklenmiş ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış			
☐ Tamamı yeniden yapılmış ☐ Diğer			
İncelenen ayak/payanda aks kodu:			
İncelenen eleman türü: ☐ Duvar ile bitişik ayak ☐ Serbest ayak ☐ Payanda			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Ayak/payanda yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Alınışık ☐ Kerpiç			
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çiçeklenme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme			
☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıklama ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda ☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
İncelenen ayak/payandada yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor			
Var ise: ☐ Derzleme yapılmış ☐ Eleman eklenmiş ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış			
☐ Tamamı yeniden yapılmış ☐ Diğer			
G.1.3. Cephe Sütunları			
İncelenen sütun aks kodu:			
Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
☐ Yarık ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
İncelenen sütun aks kodu:			
Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
☐ Yarık ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
İncelenen sütun aks kodu:			
Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
☐ Yarık ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
G.1.4. Cephe Kemerleri / Lentoları			
İncelenen kemer /lento aks kodu:			
İncelenen eleman: ☐ Kemer ☐ Lento			
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
Kemer/lento yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla			
Kemer/Lentoda bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme			
☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması ☐ Diğer			
Çatlak var ise yeri:			
Kemer/lento iç yüzeyinde:		☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede	
		☐ Komşu elemana devam ediyor	
		☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede	
		☐ Komşu elemana devam ediyor	
Kemer/lento yükseliğinde:		☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede	
		☐ Komşu elemana devam ediyor	
		☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede	
		☐ Komşu elemana devam ediyor	
☐ Kemer/lentorun taşıdığı eleman ile kemer/lento arasında			

Şekil Ek2 6 Yapı tespit formu - cephe ayakları, sütunları, kemerleri

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
Mekan tanımı: Duşeyde, duvar, ayak ya da sütun ile sınırlanan ve bu düşey elemanların her iki doğrultuda yarım kubbe, tonoz, kemer, lento gibi bir elemanla bağlandığı yapı bölümü.			
G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI			
G.2. YAPI MEKANLARI			
Mekan numaraları: 1B01-1 bodrum, Z01-zemin kat, 1G01-1 galeri, 101-1 kat biçimindedir.		Mekan No: Mekanın incelenen kenar aksı:	
İncelenen mekanı kenarlarına göre ayırtınız ve her kenardaki elemanları ayrı ayrı inceleyiniz.		İncelenen kenar aksının taşıyıcı elemanı(ları) (Birden fazla seçeneğe işaretleyebilirsiniz.)	
		☐ Duvar ☐ adet ayak ☐ adet sütun ☐ adet kemer ☐ adet lento ☐ Diğer	
G.2.1. Mekan Duvarları			
İncelenen duvar, kendisine dik ve bitişik başka bir yapı elemanı ile kesiştiği her aks aralığı için ayrı bir parça olarak inceleyiniz.		İncelenen duvar aks kodu:	
		Geometrisi: ☐ Eğrisel duvar ☐ Doğrusal duvar	
		Duvar yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Almagık	
		☐ Kerpiç ☐ Cam	
Birden fazla seçeneğe işaretleyebilirsiniz.		İncelenen duvar aksında bozulma/hasar var ise:	
		☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ İslanma lekesi ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilenme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Diğer	
		Boşluklu duvarda çatlak var ise yeri:	
B. boşluğu ile duvar üstü arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşluğu ile duvar tabanı arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşluğu ile duvar kenarı arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşl. ile B. boşl. arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlaklar ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
		Boşluksuz duvarda çatlak var ise yeri:	
		☐ Duvar alt bölgesinde ☐ Duvar ortasında ☐ Duvar üst bölgesinde ☐ İki duvarın kesişim bölgesinde ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
		İncelenen duvar aksında yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor	
		Eleman eklenmiş ☐ Payanda ☐ Destek ayağı ☐ Diğer	
		Yeniden yapım ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış ☐ Tamamı yeniden yapılmış	
İncelenen duvar, kendisine dik ve bitişik başka bir yapı elemanı ile kesiştiği her aks aralığı için ayrı bir parça olarak inceleyiniz.		İncelenen duvar aks kodu:	
		Geometrisi: ☐ Eğrisel duvar ☐ Doğrusal duvar	
		Duvar yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Almagık	
		☐ Kerpiç ☐ Cam	
Birden fazla seçeneğe işaretleyebilirsiniz.		İncelenen duvar aksında bozulma/hasar var ise:	
		☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ İslanma lekesi ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilenme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme ☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Diğer	
		Boşluklu duvarda çatlak var ise yeri:	
B. boşluğu ile duvar üstü arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşluğu ile duvar tabanı arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşluğu ile duvar kenarı arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
B. boşl. ile B. boşl. arasında:		☐ Tek çatlak ☐ Paralel çatlak ☐ Kesişen çatlaklar ☐ Dağınık çatlaklar ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
		Boşluksuz duvarda çatlak var ise yeri:	
		☐ Duvar alt bölgesinde ☐ Duvar ortasında ☐ Duvar üst bölgesinde ☐ İki duvarın kesişim bölgesinde ☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor	
		İncelenen duvar aksında yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor	
		Eleman eklenmiş ☐ Payanda ☐ Destek ayağı ☐ Diğer	
		Yeniden yapım ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış ☐ Tamamı yeniden yapılmış	
G.2.2. Mekan Ayakları			
Birden fazla seçeneğe işaretleyebilirsiniz.		İncelenen ayak aks kodu:	
		İncelenen eleman türü: ☐ Duvar ile bitişik ayak ☐ Serbest ayak	
		Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo	
		Ayak/payanda yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Almagık ☐ Kerpiç	
		Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ İslanma lekesi ☐ Çiçeklenme	
		☐ Yosunlanma ☐ Bitkilenme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Şişme	
		☐ Parça kopması ☐ Kısmi yıkılma ☐ Diğer	
		Çatlak var ise yeri: ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda ☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor	
		İncelenen ayak/payandada yapısal müdahale durumu: ☐ Var ☐ Yok ☐ Görünmüyor	
		Var ise: ☐ Derzleme yapılmış ☐ Eleman eklenmiş ☐ Bir kısmı yeniden yapılmış	
		☐ Tamamı yeniden yapılmış ☐ Diğer	

Şekil Ek2 7 Yapı tespit formu - mekan duvarları, ayakları

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:	
Mekan tanımı: Düşeyde, duvar, ayak ya da sütun ile sınırlanan ve bu düşey elemanların her iki doğrultuda yarım kubbe, tonoz, kemer, lento gibi bir elemanla bağlandığı yapı bölümü.				
G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI				
G.2. YAPI MEKANLARI				
G.2.3. Mekan Sütunları				
İncelenen sütun aks kodu:				
Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.	Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
	Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
	Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
	☐ Yank ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
	Çatlak var ise yeri ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
	☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
	İncelenen sütun aks kodu:			
	Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
	Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
	Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.	☐ Yank ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
	Çatlak var ise yeri ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
	☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
	İncelenen sütun aks kodu:			
	Yapım şekli: ☐ Tek parça blok taş ☐ Çok parçalı blok taş ☐ Metal çember var			
	Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
	Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Erozyon ☐ Çatlak			
	☐ Yank ☐ Parça kopması ☐ Bloklarda kayma ☐ Diğer			
	Çatlak var ise yeri ☐ Tabana yakın ☐ Orta kısımda ☐ Üst kısımda			
	☐ Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor			
Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.	G.2.4. Mekan Kemerleri / Lentoları			
	İncelenen kemer / lento aks kodu:			
	İncelenen eleman: ☐ Kemer ☐ Lento			
	Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo			
	Kemer/lento yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla			
	Kemer/Lentoda bozulma/hasar var ise:			
	☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme			
	☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yank ☐ Parça kopması ☐ Diğer			
	Çatlak var ise yeri:			
	Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.	Kemer/lento iç yüzeyinde: ☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede		
☐ Komşu elemana devam ediyor				
☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede				
☐ Komşu elemana devam ediyor				
Kemer/lento yüksekliğinde		☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede		
		☐ Komşu elemana devam ediyor		
		☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede		
		☐ Komşu elemana devam ediyor		
☐ Kemer/lentonun taşıdığı eleman ile kemer/lento arasında				
İncelenen kemer / lento aks kodu:				
İncelenen eleman: ☐ Kemer ☐ Lento				
Gergi: ☐ Var ☐ Yok Gerginin malzemesi: ☐ Çelik ☐ Ahşap ☐ Kablo				
Kemer/lento yüzeyi: ☐ Kaplamalı ☐ Sıvalı ☐ Taş ☐ Tuğla				
Kemer/Lentoda bozulma/hasar var ise:				
☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çiçeklenme ☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme				
☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yank ☐ Parça kopması ☐ Diğer				
Çatlak var ise yeri:				
Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.	Kemer/lento iç yüzeyinde: ☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede			
	☐ Komşu elemana devam ediyor			
	☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede			
	☐ Komşu elemana devam ediyor			
	Kemer/lento yüksekliğinde	☐ adet, kemer eğrisine paralel ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede		
		☐ Komşu elemana devam ediyor		
		☐ adet, kemer eğrisine dik ☐ Mesnete yakın ☐ Tepede		
		☐ Komşu elemana devam ediyor		
	☐ Kemer/lentonun taşıdığı eleman ile kemer/lento arasında			

Şekil Ek2 8 Yapı tespit formu - mekan sütunları, kemerleri

ANITSAL YIGMA BINALARDA RISK TESPİT FORMU		FORM NO:	Sayfa No:
G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI			
G.2. YAPI MEKANLARI			
G.2.5. İncelenen Mekanın Tavan Bilgisi			
Aks sistemi oluşturulmuş şematik yapı planını boşluklara yerleştiriniz. Tavan başka bir mekanı da örtüyorsa, bu tavanı üst kattaki mekanda inceleyiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz. Çatlağın yerini ve konumunu belirterek, komşu elemana devam ediyorsa işaretleyiniz.	☐ Kendi tavanı var ☐ Tavan başka mekanı da örtüyor		
	Tavan aks kodu: ☐ Sıvalı ☐ Sıvasız ☐ Kaplanmış		
	Mekan No:		
	Tavan yüzeyi: ☐ Sıvalı ☐ Sıvasız ☐ Kaplanmış		
	İncelenen mekanın tavan döşemesinin ortasında boşluk/deşik var mı? ☐ Var ☐ Yok		
	İncelenen mekanın tavan döşemesinin türü ve malzemesi		
	Düz döşeme: ☐ SA plâk döşeme ☐ Kâğır döşeme ☐ Belirlenmiyor		
	Ahşap kirişli döşeme: ☐ Tek doğrultuda kiriş düzeni ☐ İki doğrultuda kiriş düzeni ☐ Radyal kirişli		
	Demir kirişli döşeme: ☐ Tek doğrultuda kiriş düzeni ☐ İki doğrultuda kiriş düzeni		
	Eğrisel döşeme: ☐ Kubbe ☐ 1/2 Kubbe ☐ Çift eğrilikli tonoz ☐ Tek eğrilikli tonoz ☐ Dilimli kubbe		
	☐ Aynalı tonoz ☐ Kaburgalı tonoz ☐ Çapraz tonoz ☐ Tor		
	Malzemesi: ☐ Taş ☐ Tuğla ☐ Kerpiç ☐ Alçı ☐ Ahşap		
	☐ Demir ☐ Beton ☐ Tespit edilemiyor		
	Eğrisel örtüde kasnak oluşturan döşey eleman var mı? ☐ Var ☐ Yok		
	Eğrisel örtünün etek bölgesinde boşluklar var mı? ☐ Var ☐ Yok		
Bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çökme ☐ Yosunlanma			
☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması ☐ Diğer			
Tavan döşemesinde çatlak var ise yeri ve konumu:			
☐ Merkezde			
☐ aksındaki mesnete yakın ☐ Mesnete paralel ☐ Mesnete dik ☐ Diagonal			
☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor			
☐ aksındaki mesnete yakın ☐ Mesnete paralel ☐ Mesnete dik ☐ Diagonal			
☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor			
☐ aksındaki mesnete yakın ☐ Mesnete paralel ☐ Mesnete dik ☐ Diagonal			
☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor			
☐ aksındaki mesnete yakın ☐ Mesnete paralel ☐ Mesnete dik ☐ Diagonal			
☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor			
☐ aksındaki mesnete yakın ☐ Mesnete paralel ☐ Mesnete dik ☐ Diagonal			
☐ Çatlak komşu elemana devam ediyor			
Yapısal müdahale: ☐ Var ☐ Yok ☐ Bilinmiyor			
G.2.6. Tavan Taşıyıcı Sisteminin Geçiş Elemanları			
Geçiş elemanı ☐ Var ☐ Yok			
Geçiş elemanı var ise: Aks kodu: Mekan No:			
Geçiş elemanı türü: ☐ Üçgenli kuşak ☐ Pandantif ☐ Tromp ☐ Bindirmeli üçgen ☐ 1/2 Kubbe			
☐ Kemer ☐ Tonoz ☐ Kiriş			
Geçiş elemanı yüzeyi: ☐ Sıvasız ☐ Sıvalı ☐ Kaplamalı			
Geçiş elemanında bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çökme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması			
☐ Diğer			
Geçiş elemanı var ise: Aks kodu: Mekan No:			
Geçiş elemanı türü: ☐ Üçgenli kuşak ☐ Pandantif ☐ Tromp ☐ Bindirmeli üçgen ☐ 1/2 Kubbe			
☐ Kemer ☐ Tonoz ☐ Kiriş			
Geçiş elemanı yüzeyi: ☐ Sıvasız ☐ Sıvalı ☐ Kaplamalı			
Geçiş elemanında bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çökme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması			
☐ Diğer			
Geçiş elemanı var ise: Aks kodu: Mekan No:			
Geçiş elemanı türü: ☐ Üçgenli kuşak ☐ Pandantif ☐ Tromp ☐ Bindirmeli üçgen ☐ 1/2 Kubbe			
☐ Kemer ☐ Tonoz ☐ Kiriş			
Geçiş elemanı yüzeyi: ☐ Sıvasız ☐ Sıvalı ☐ Kaplamalı			
Geçiş elemanında bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çökme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması			
☐ Diğer			
Geçiş elemanı var ise: Aks kodu: Mekan No:			
Geçiş elemanı türü: ☐ Üçgenli kuşak ☐ Pandantif ☐ Tromp ☐ Bindirmeli üçgen ☐ 1/2 Kubbe			
☐ Kemer ☐ Tonoz ☐ Kiriş			
Geçiş elemanı yüzeyi: ☐ Sıvasız ☐ Sıvalı ☐ Kaplamalı			
Geçiş elemanında bozulma/hasar var ise: ☐ Yüzey karaması ☐ Boya kabarma ☐ Islanma lekesi ☐ Çökme			
☐ Yosunlanma ☐ Bitkilendirme ☐ Erozyon ☐ Çatlak ☐ Yarık ☐ Parça kopması			
☐ Diğer			

Şekil Ek2 9 Yapı tespit formu - tavan bilgisi, geçiş elemanları

Ek 3 Bozulma ve hasar sözlüğü

ÇATI TAŞIYICI SİSTEMİ BOZULMA VE HASARLARI	
Kaplamanın kaldırılması Çatı taşıyıcı sistemindeki; metal, kiremit, plastik esaslı örtü vb kaplamanın sökülüp, çıkarılmış olması. Çatı döşemesi taşıyıcı elemanlarının doğa koşullarına karşı açık hale gelmesi.	
Bitkilenme Çatı taşıyıcı sisteminde; rüzgar, yağmur gibi doğal hareketler ve kuşlar gibi canlıların taşıdığı bitki tohumlarının zamanla çatı örtüsü arasına yerleşip büyümesi. Çatı üzerinde bitkilerin yaşam alanı oluşturması.	
Parça kopması Bakımsızlık nedeni ile çatıyı oluşturan elemanlar arasındaki birleşimlerin zayıf hale gelmesi ve bazı çatı elemanlarının çatı döşemesinden ayrılması.	

Kısmi yıkılma

Çatı döşemesinin; üzerine gelen yükler, bakımsızlık, diğer hasarların etkisi vb nedenlerle bir bölümünün döşemeden ayrılması.

**Çökme**

Çatı döşemesinin; üzerine gelen yükler, bakımsızlık, diğer hasarların etkisi vb nedenlerle tamamının yapıdan ayrılması.

**DİĞER TAŞIYICI ELEMANLARDAKİ BOZULMA VE HASARLAR****Yüzey kararması**

Hava kirliliği, yangın, kimyasal maddelerin etkisi vb nedenlerle yapı elemanı yüzeyinin siyah veya siyaha yakın renk alması.

**Boya kabarma**

Su ve nem etkisi ile taşıyıcı eleman üzerindeki boya kaplamasının duvar düzleminden uzaklaşması.



Islanma lekesi Yer altı suları, yağmur suları vb etkilerin yapı elemanına ulaşması ve yapı elemanı bünyesinde birikmesi nedeniyle eleman yüzeyinde lekerin oluşması.	
Çiçeklenme Su ve nem etkisiyle, yapı elemanı bünyesindeki tuzların, beyaz pamukçuklar halinde yüzeye çıkması.	
Yosunlanma Yapı elemanı bünyesinde, sürekli olarak su veya nemin bulunması nedeniyle kendilerine uygun yaşam ortamı bulan yosunların yapı elemanı yüzeyinde yaşaması.	
Bitkilenme Yapı elemanında; rüzgar, yağmur gibi doğal hareketler ve kuşlar gibi canlıların taşıdığı bitki tohumlarının zamanla derzlerin arasına yerleşip büyümesi. Yapı elemanı üzerinde bitkilerin yaşam alanı oluşturması.	

Erozyon

Rüzgar vb nedenlerle sürüklenen toz, kum gibi parçacıkların yapı elemanı yüzeyini aşındırması.

**Çatlak**

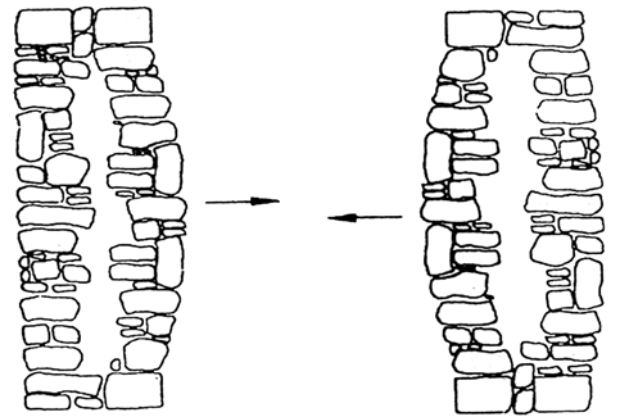
Düşey ve yatay kuvvet etkisi ile yapı elemanında gerilmelerin artması ve kuvvete dik yönde, yığma blokların yer değiştirmesi.

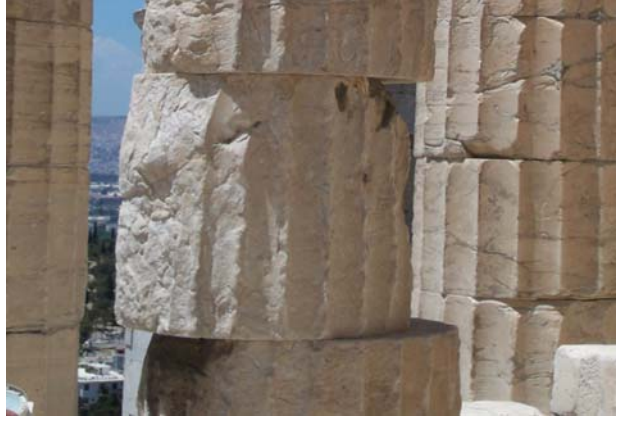
**Yarık**

Çatlağın, yapı elemanı kesiti boyunca ilerlemesi ile oluşan büyük yer değiştirmeler.

**Şişme**

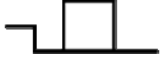
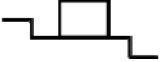
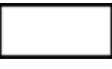
Düşey kuvvet etkisiyle, duvarın düzlem dışına hareket etmesi. Birden fazla cidarlı olan duvarlarda ortaya çıkar.



Parça kopması Yapı elemanını teşkil eden parçaların bir kısmının, çeşitli nedenlerle yapı elemanı düzleminden ayrılması.	
Kısmi yıkılma Yatay kuvvet başta olmak üzere çeşitli kuvvetlerin etkisi ile yapı elemanının bir bölmünün düzleminden ayrılması.	
Bloklarda kayma Blok parçalarının üst üste dizilmesi ile inşa edilen sütunlarda yatay kuvvet etkisi ile blokların yer değiştirmesi.	

şekil Ek3 1 Bozulma ve hasar sözlüğü sayfaları

Ek 4 Yapı tespit formu sorgularının puan değerleri

A. GENEL BİLGİLER					
Deprem bölgesi bilgisi					
1. Bölge 1 Puan	2. Bölge 0,75 Puan	3. Bölge 0,5 Puan	4. Bölge 0,25 Puan	5. Bölge 0 Puan	
B. FİZİKİ TANIM BİLGİLERİ					
Yapının topoğrafik durumu					
 0 Puan	 0 Puan	 0,3 Puan	 0,3 Puan	 0,5 Puan	 1 Puan
Yapının plan tipi					
 Uzun kenar/Kısa kenar < 2 0 Puan	 Uzun kenar/Kısa kenar < 2 ise 0 Puan	 Uzun kenar/Kısa kenar ≥ 2 ise 1 Puan	 1 Puan	 1 Puan	
 Girinti çıkıntı uzunluğu o doğrultudaki uzunluğun %20'den az ise 0 Puan	 Girinti çıkıntı uzunluğu o doğrultudaki uzunluğun %20'den fazla ise 1 Puan	 1 Puan	 1 Puan	Diğer 1 Puan	
Yapı birimleri					
Bina kütesinden ayrık kule/minare 0 Puan	Bina kütesine bitişik kule/minare 0,5 Puan	Duvar içinden çıkan kule/minare 1 Puan			
D. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARININ ÖLÇÜLERİ					
Cephe Duvarları					
İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi var 1 Puan			İncelenen duvara bitişik, duvar önünde daha alçak bir yapı kütesi yok 0 Puan		

E. ÇATI TAŞIYICI SİSTEMİ					
Kaplama kaldırılmış	Bitkilenme	Parça kopması	Kısmi yıkılma	Çökme	Diğer
0,2 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan	1 Puan	1 Puan
G. YAPI TAŞIYICI ELEMANLARI					
Bozulma ve hasarlar					
Yüzey kararması	Boya kabarma	Islanma lekesi	Çiçeklenme	Yosunlanma	Bitkilenme
0,1 Puan	0,1 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan
Erozyon	Çatlak	Yarık	Şişme	Parça kopması	Kısmi yıkılma
0,2 Puan	0,3 Puan	0,6 Puan	1 Puan	0,5 Puan	1 Puan
Bloklarda kayma	Diğer				
0,5 Puan	1 Puan				
Boşluklu duvar çatlakları					
Tek çatlak	Paralel çatlaklar	Kesişen çatlaklar	Dağınık çatlaklar	Çatlak komşu elemana devam ediyor	
0,1 Puan	0,2 Puan	0,4 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan	
Boşluksuz duvar çatlakları					
Duvar alt bölgesinde	Duvar ortasında	Duvar üst bölgesinde	İki duvarın kesişim bölgesinde	Çatlak komşu elemana devam ediyor	
0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan	0,5 Puan	
Ayak/payanda/sütun çatlakları					
Tabana yakın	Orta kısımda	Üst kısımda	Çatlak, birleştiği elemana devam ediyor		
0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan		
Kemer/lento çatlakları					
Kemer eğrisine paralel	Mesnete yakın	Tepede	Çatlak komşu elemana devam ediyor	Kemer/lentonun taşıdığı eleman ile kemer/lento arasında	
0,1 Puan	0,2 Puan	0,1 Puan	0,2 Puan	0,2 Puan	

Tavan döşemesi çatlakları					
Merkezde	Mesnete paralel	Mesnete dik	Dağınık	Çatlak komşu elemana devam ediyor	
0,1 Puan	0,2 Puan	0,3 Puan	0,2 Puan	0,5 Puan	
Duvarda müdahale					
Eleman eklenmiş		Payanda	Destek ayağı	Diğer	
		0,1 Puan	0,1 Puan	0,5 Puan	
Yeniden yapım		Bir kısmı yeniden yapılmış		Tamamı yeniden yapılmış	
		0,2 Puan		0 Puan	
Ayak/payandada müdahale durumu					
Derzleme yapılmış		Eleman eklenmiş			Diğer
0,2 Puan		0,2 Puan			0,5 Puan
Bir kısmı yeniden yapılmış		Tamamı yeniden yapılmış			
0,3 Puan		0,1 Puan			
Tavan döşemesinde müdahale durumu					
Müdahale var	Müdahale yok	Bilinmiyor			
0,3 Puan	0 Puan	0,5 Puan			

Ek 5 Risk puanı hesap tabloları

Ek 5a Yapı elemanı boyutları ile ilgili hesaplar

DUVAR HESABI											
	Aks Kodu	A	B	C	D	C-D	B* (C-D)	A*B* (C-D)	A*B* (C-D)* γ	C/B	A/B
		H (m)	t (m)	L (m)	ΣL_b (m)	L_{net} (m)	A_{dv} (m ²)	V (m ³)	W (kN)	L/t	H/t
X YÖNÜ											
							$\Sigma A_{dv\ X}$		$\Sigma W\ X$		
Y YÖNÜ											
							$\Sigma A_{dv\ X}$		$\Sigma W\ X$		

AYAK/SÜTUN HESABI							
Aks Kodu	A	B	E	F	B*F veya $\Pi * F^2$	A*B*E; A* $\Pi * F^2$	A*B*E* γ ; A* $\Pi * F^2 * \gamma$
	H (m)	a (m)	b (m)	r (m)	A _{ayak,st} (m ²)	V (m ³)	W (kN)
					$\sum A_{ayak,st}$		$\sum W$

[illegible]

Ek 5b Yapı elemanı bozulma/hasarları ile ilgili hesaplar

DUVAR KUSUR PUANI									
	Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Yapısal müdahale durumu		Sonuç puanı	Farklı kotta bitişik yapı
		İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi		
X Yönü									
Y Yönü									

AYAK/PAYANDA KUSUR PUANI							
Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Yapısal müdahale durumu		Sonuç puanı
	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	

SÜTUN KUSUR PUANI					
Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Sonuç puanı
	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	İncelenen elemanın 1. yüzeyi	İncelenen elemanın 2. yüzeyi	

KEMER/LENTO KUSUR PUANI						
	Aks kodu	Bozulma/Hasar		Çatlak		Sonuç puanı
		İncelenen elemanın 1. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 2. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 1. yüzeyi (puanı)	İncelenen elemanın 2. yüzeyi (puanı)	
X YÖNÜ						
Y YÖNÜ						

ÇATI TAŞIYICI SİSTEMİ KUSUR PUANI	
Aks kodu	Bozulma/Hasar

TAVAN TAŞIYICI SİSTEMİ KUSUR PUANI				
Aks kodu	Bozulma/Hasar	Çatlak	Yapısal müdahale durumu	Sonuç puanı

GEÇİŞ ELEMANI KUSUR PUANI	
Aks kodu	Bozulma/Hasar

Ek 5c Sonuç Hesabı

	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
a	$\Sigma A_{dv}/W$			
b	$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$			
c	$\Sigma FR_d/V_t$			
d	L/t			
	H/t			
e	Σ Kusur puanı	Topoğrafya		
		Plan tipi		
		Minare durumu		
		Bozulma/hasar		
		Farklı kotta bitişik yapı		
	D.T.			
	B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.			

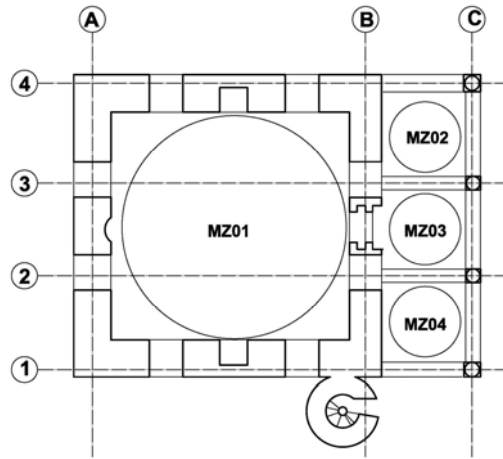
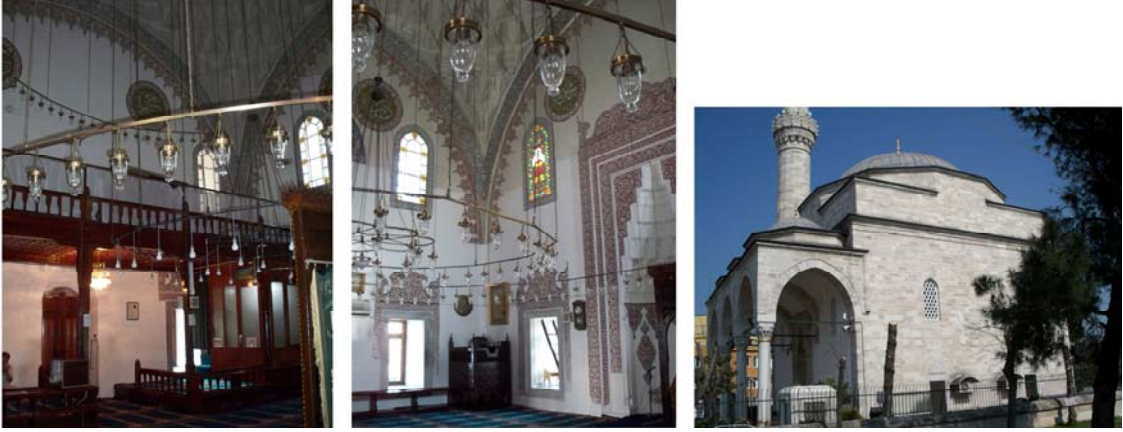
Ek 6 Alan çalışması sonuçları

Ek 6a Firuz Ağa Cami

Yapım yılı: 1491

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Risk yok



Tablo Ek6 1 Firuz Ağa Cami değerlendirme sonucu

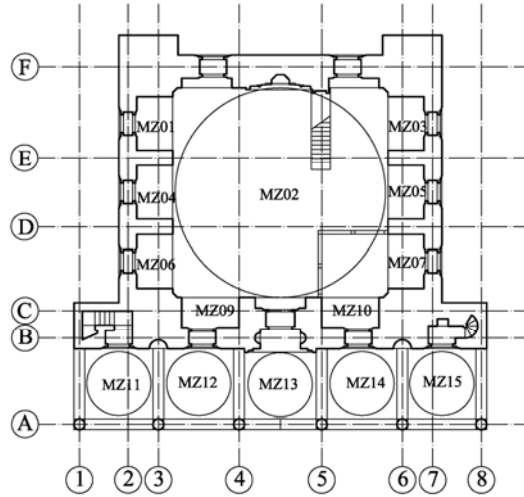
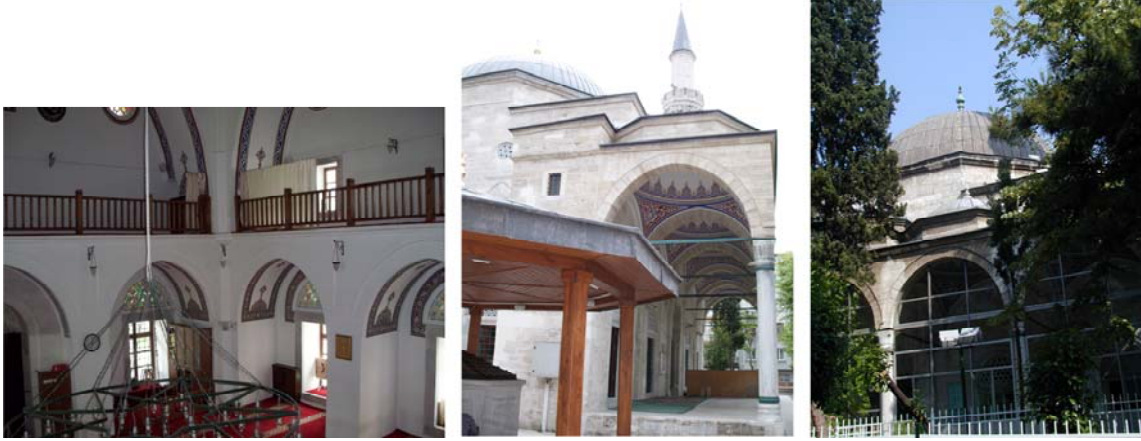
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0	0
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0,5	0,5
	Plan tipi	0	0
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,12	0,24
	Farklı kotta bitişik yapı	0,75	0
D.T.		1,87	1,24
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		3,74	2,48

Ek 6b Bali Paşa Cami

Yapım yılı: 1504

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Risk yok



Tablo Ek6 2 Bali Paşa Cami değerlendirme sonucu

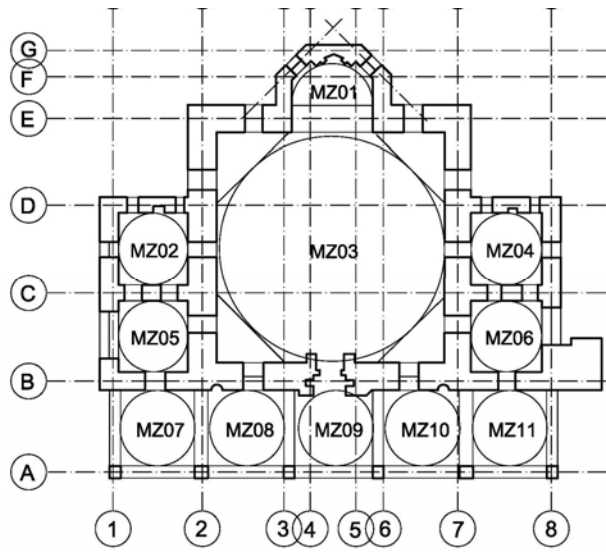
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0,10	0,03
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	0	0
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,08	0,06
	Farklı kotta bitişik yapı	0,70	0,11
D.T.		1,38	0,70
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		2,76	1,40

Ek 6c Davut Paşa Cami

Yapım yılı: 1485

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Az riskli



Tablo Ek6 3 Davut Paşa Cami değerlendirme sonucu

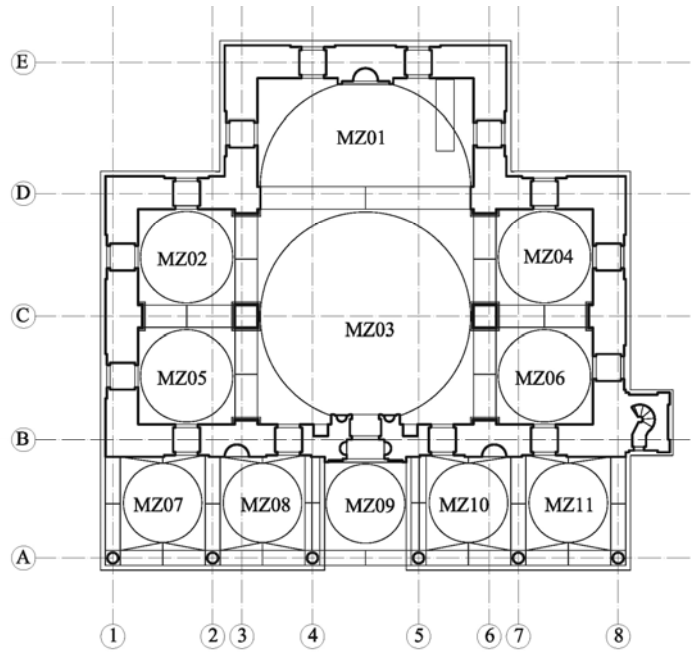
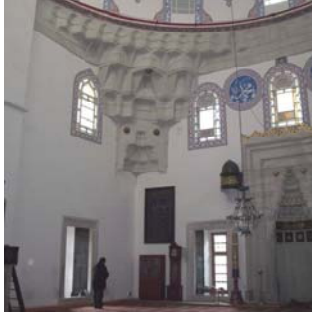
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0,13	0,08
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,15	0,15
	Farklı kotta bitişik yapı	0,42	0,42
D.T.		2,20	2,06
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		4,40	4,12

Ek 6d Atik Ali Cami - Çemberlitaş

Yapım yılı: 1496

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Az riskli



Tablo Ek6 4 Atik Ali Paşa Cami - Çemberlitaş değerlendirme sonucu

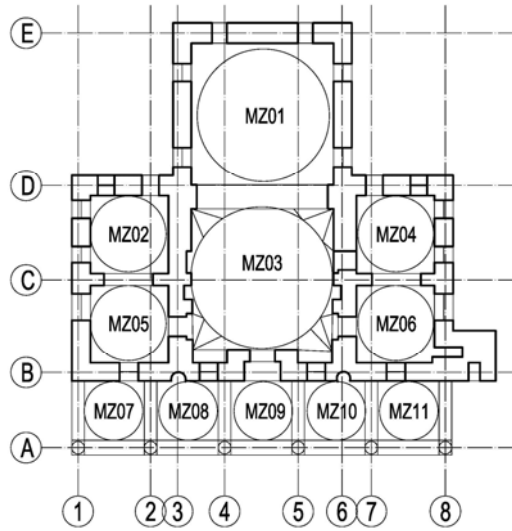
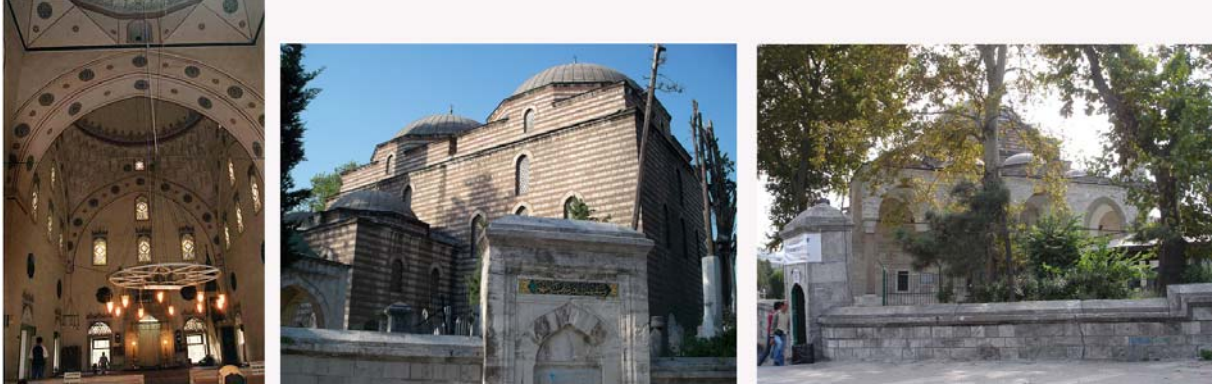
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0	0
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,19	0,18
	Farklı kotta bitişik yapı	0,63	0,33
D.T.		2,32	2,01
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		4,64	4,02

Ek 6e Murat Paşa Cami

Yapım yılı: 1465 - 1471

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Az riskli



Tablo Ek6 5 Murat Paşa Cami değerlendirme sonucu

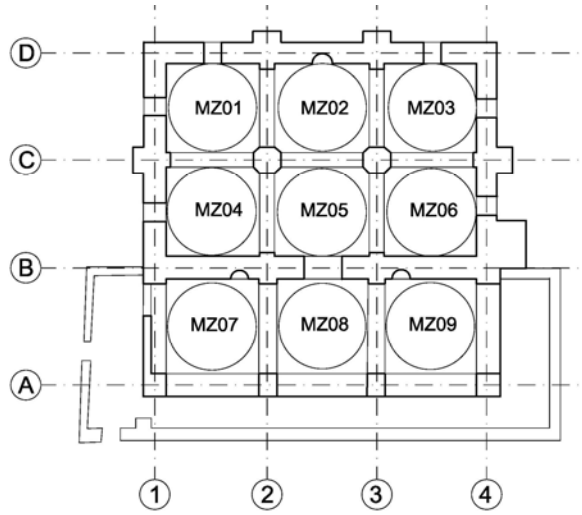
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		1	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0,13	0,10
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,14	0,14
	Farklı kotta bitişik yapı	0,38	0,40
D.T.		3,15	2,14
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		6,30	4,28

Ek 6f Atik Ali Cami - Zincirlikuyu

Yapım yılı: 1499

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Risk yok



Tablo Ek6 6 Atik Ali Cami - Zincirlikuyu değerlendirme sonucu

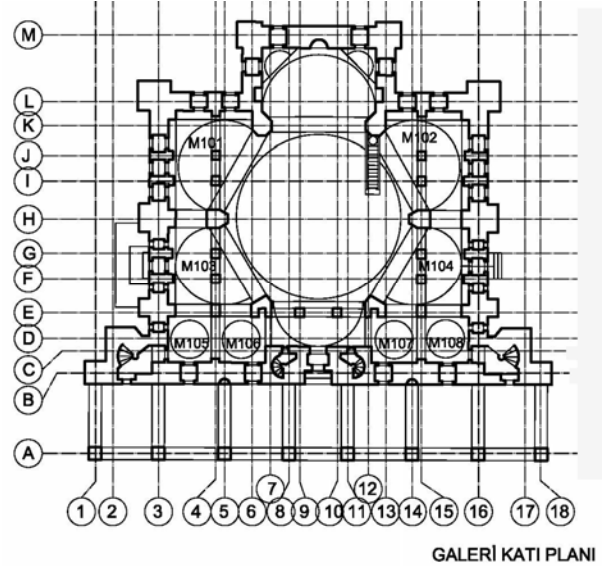
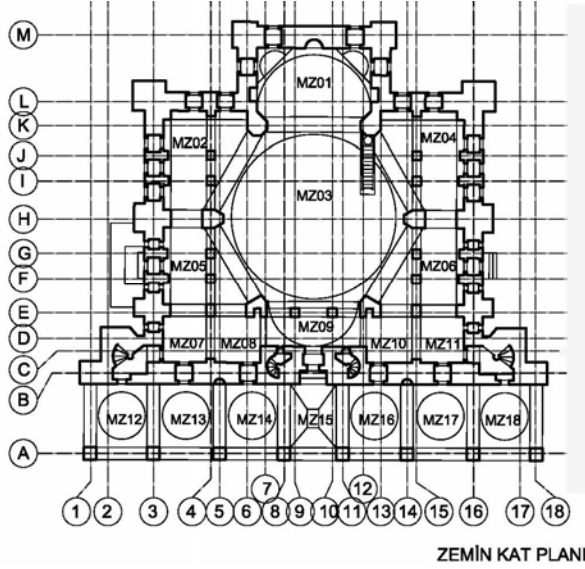
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0	0
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	0	0
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,39	0,39
	Farklı kotta bitişik yapı	0	0
D.T.		0,89	0,89
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		1,78	1,78

Ek 6g Cerrah Mehmet Paşa Cami

Yapım yılı: 1594

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Az riskli



Tablo Ek6 7 Cerrah Mehmet Paşa Cami değerlendirme sonucu

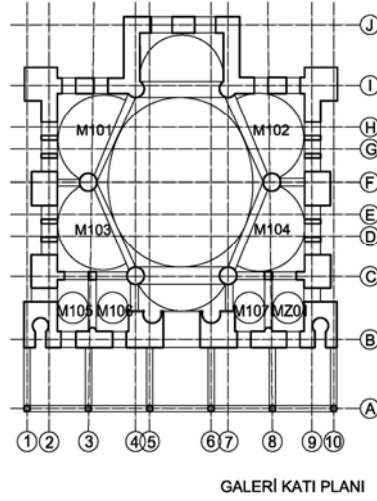
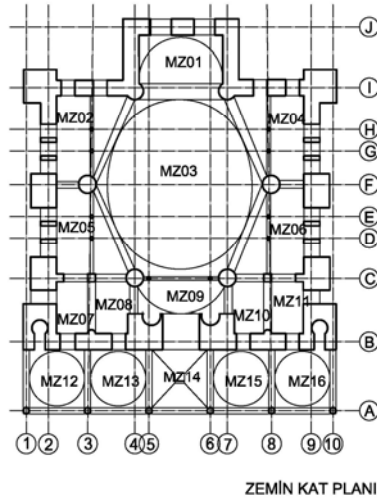
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0,03	0,03
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0,5	0,5
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,7	0,76
	Farklı kotta bitişik yapı	0,65	0
D.T.		3,38	2,79
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		6,76	5,58

Ek 6h Hekimoğlu Ali Paşa Cami

Yapım yılı: 1734 - 1735

Deprem bölgesi: 1

Risk Düzeyi: Az riskli



Tablo Ek6 8 Hekimoğlu Ali Paşa Cami değerlendirme sonucu

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0	0
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0	0
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	1	1
	Bozulma/hasar	0,82	0,76
	Farklı kotta bitişik yapı	0,77	0,77
D.T.		3,59	2,76
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		7,18	5,52

Ek 7 2009 L'Aquila deprem bölgesinden iki kilise yapısı

Ek 7a San Marco Kilisesi

Yapım yılı: 13. yy sonu 14. yy başı.

Deprem bölgesi: 1

Müdahale bilgisi: 1970'te ahşap çatı yeniden yapılmış ve betonarme ile müdahale edilmiş. 2005'te saçaklar yenilenmiş, yapının çatısı ve çan kulesinin çatısı yenilenmiş, metal birleşimli ahşap sistem yapılmış, çatı izolasyonu yapılmış, giriş cephesi duvarında enjeksiyon yapılmış, çan kulesindeki metal gergi yenilenmiş. 2007'de karbon fiber ile güçlendirme yapılmış.

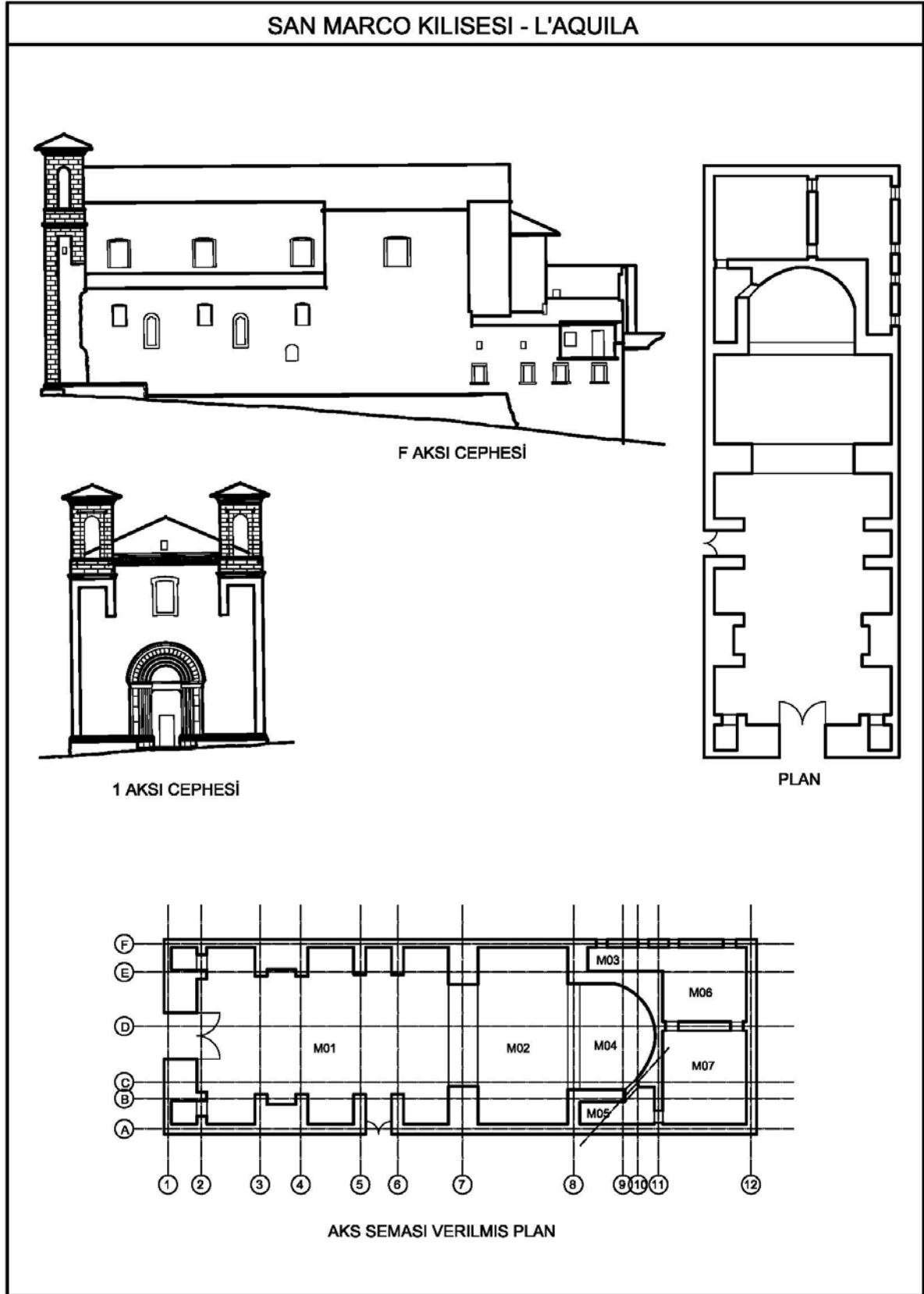
2009 depremi ardından tespit edilen hasarlar:

- Duvarlarda düzlemden ayrılma,
- Çatı döşemelerinde kısmi yıkılma ve bazı bölümlerde göçme,
- Duvarlarda parça kopması ve bloklarda düzlemden ayrılma,
- Duvarlarda çok sayıda X çatlakları,
- Yapı pratikte kullanılamayacak derecede hasar almıştır.

Bina risk düzeyi: Riskli



Şekil Ek7 1 San Marco Kilisesi hasar resimleri



Şekil Ek7 2 San Marco Kilisesi

Tablo Ek7 1 San Marco Kilisesi değerlendirme sonucu

DEğERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		0	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0
H/t		0,27	0,50
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	1	1
	Plan tipi	1	1
	Minare durumu	1	1
	Bozulma/hasar	3	3
	Farklı kotta bitişik yapı	0,07	0,13
D.T.		6,34	6,63
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		12,68	13,26

Ek 7b San Pietro Kilisesi

Yapım yılı: 1112

Deprem bölgesi: 2

Müdahale bilgisi: Çatı tamamen yeniden yapılmış

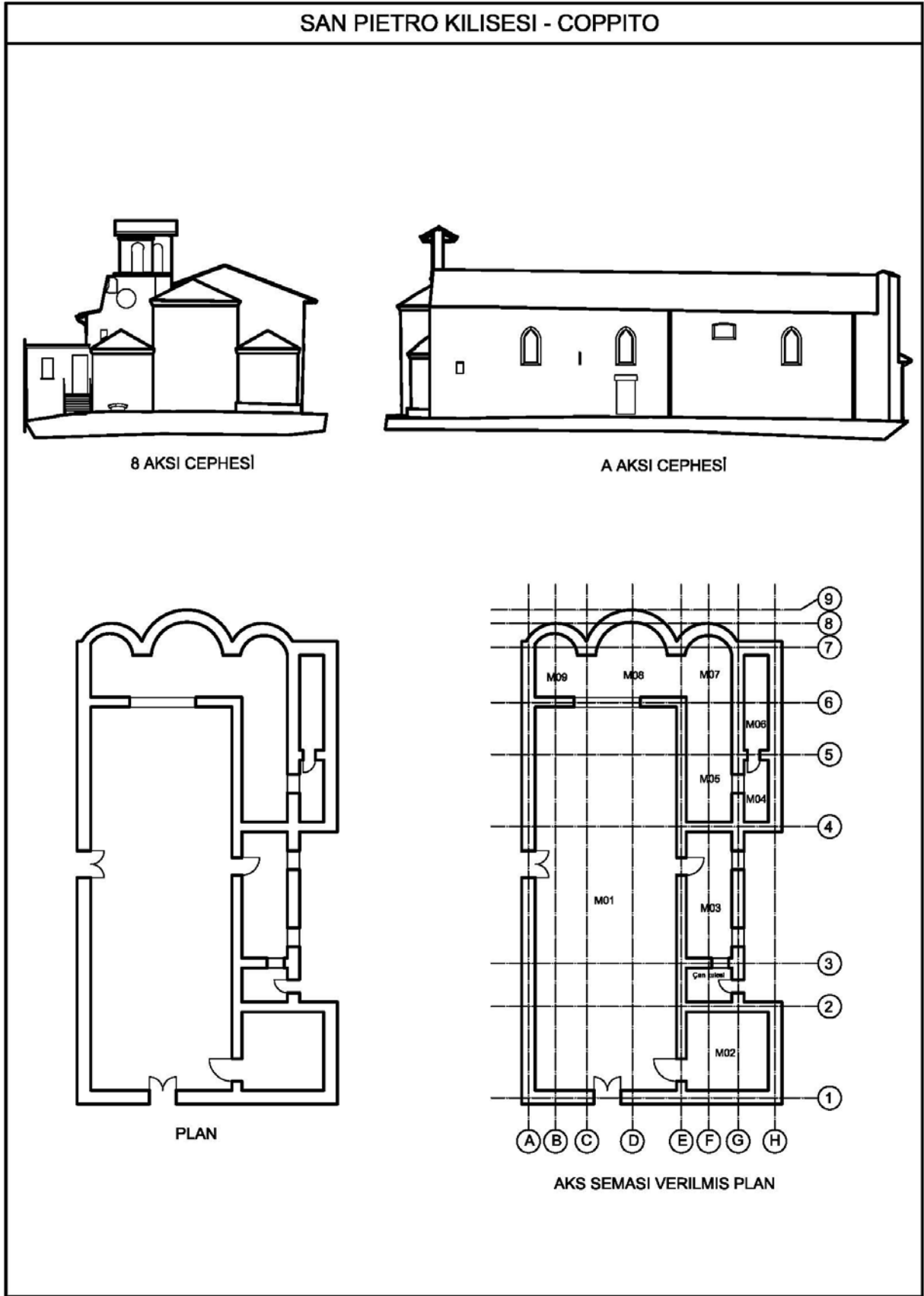
2009 depremi ardından tespit edilen hasarlar:

- Duvar üst bölümlerinde ve kalkan duvarında düzlemden ayrılma,
- Duvarlarda çok sayıda kesme çatlakları,
- Duvarlarda parça kopması ve bloklarda düzlemden ayrılma,
- Kemerlerde çok hasar olmadığı tespit edilmiştir. Cephede, çatı seviyelerinde kot farkı olan yapı bölümlerinde pek çok çatlak ve hasar tespit edilmiştir.

Bina risk düzeyi: Az riskli



Şekil Ek7 3 San Pietro Kilisesi hasar resimleri

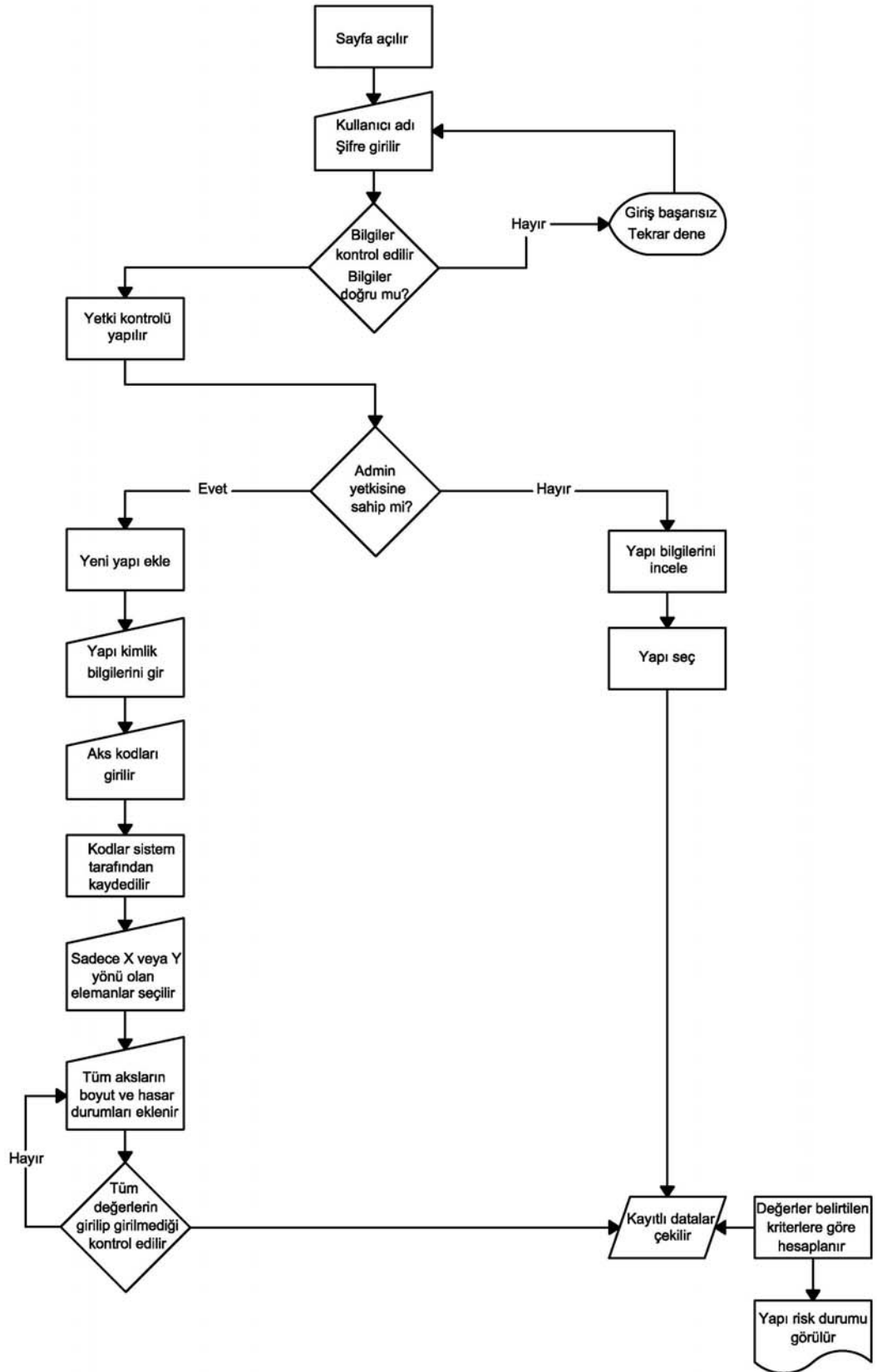


Şekil Ek7 4 San Pietro Kilisesi

Tablo Ek7 2 San Pietro Kilisesi değerlendirme sonucu

DEğERLENDİRME ÖLÇÜTÜ		X YÖNÜ PUANI	Y YÖNÜ PUANI
$\Sigma A_{dv}/W$		0	0
$\Sigma A_{dv}/\Sigma A_{bina}$		1	0
$\Sigma FR_d/V_t$		0	0
L/t		0	0,04
H/t		0,18	0,18
Σ Kusur puanı	Topoğrafya	0,5	0,5
	Plan tipi	0	0
	Minare durumu	0,5	0,5
	Bozulma/hasar	0,63	0,63
	Farklı kotta bitişik yapı	0,29	0,36
D.T.		3,10	2,10
B.T.R.P = (D.B.P. * D.T.) + D.T.		5,42	3,68

Ek 8 Veri tabanı akış diyagramı



Şekil Ek8 1 Veri tabanı iş akışı

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi

29.08.1978

Doğum yeri

Varna, Bulgaristan

Lise

1993 - 1996

Sakarya Ali Dilmen Lisesi

Lisans hazırlık

1997 – 1998

Yıldız Teknik Üniversitesi Yabancı Diller Bölümü

Lisans

1998 – 2002

Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Yüksek Lisans

2002 – 2004

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Doktora

2004 – 2010

Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı**Çalıştığı kurum**

2003 - Devam ediyor

YTÜ Mimarlık Fakültesi Araştırma Görevlisi