

**DEPREMDEN ZARAR GÖRMÜŞ
TARİHİ YAPILARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ**

Fatih ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2006
ANKARA**

**DEPREMDEN ZARAR GÖRMÜŞ
TARİHİ YAPILARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ**

Fatih ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**EYLÜL 2006
ANKARA**

Fatih ARSLAN tarafından hazırlanan DEPREMDEN ZARAR GÖRMÜŞ TARİHİ YAPILARIN GÜÇLENDİRİLMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof.Dr. MEHMET EMİN TUNA
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. ERGİN ATIMTAY

Üye : Prof.Dr. MEHMET EMİN TUNA

Üye : Prof.Dr. IŞIK AKSULU

Üye : Prof.Dr. GÜLSER ÇELEBİ

Üye : Doç.Dr. ALİ İHSAN ÜNAY

Tarih : 20/09/2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Fatih ARSLAN

**DEPREMDEN ZARAR GÖRMÜŞ TARİHİ YAPILARIN
GÜÇLENDİRİLMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Fatih ARSLAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2006**

ÖZET

Ülkemiz, tarih boyunca birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Coğrafi konumu ve zengin tarihsel geçmişi nedeni ile çok sayıda tarihi mimari eser stokuna sahiptir.

Bununla birlikte medeniyetlere kucak açmış bu topraklar önemli ve aktif deprem kuşakları üzerinde yer alır. Geçen zamanın yıpratıcı özelliği yanında depremlerin yıkıcı etkileriyle bu yapılar harap olup kullanılamaz hale gelmiş ya da yıkılıp tarihten silinmiştir. Bizlere düşen görev, değeri hiç bir şey ile ölçülemeyecek bu eserleri gelecekteki olası çevresel tehditlere karşı korumaktır.

Bugün yalnızca bu topraklardaki tarihi yapılar değil, tüm dünya kültür mirası aynı tehdit altındadır.

Bu çalışmanın amacı, depremlerden zarar görmüş, bugün tehdit altında bulunan tarihi yapıların korunması ve ileri nesillere aktarılması için uygulanabilecek onarım ve güçlendirme yöntemlerinin araştırılması ve bu çalışmalarda görev alacak farklı disiplinlere bağlı uzmanların bilinçlenmelerine yardımcı olmaktır. Bu çalışma sekiz bölümde ele alınmıştır.

Birinci bölümde konuya genel bir giriş yapılmış, ikinci bölümde koruma ve güçlendirme kavramı ve konu ile ilgili genel yaklaşımlara değinilmiş, üçüncü bölümde kültür varlıkları için tanım ve açıklamalar yapılmış, dördüncü bölümde tarihi yapıların strüktürel özellikleri ve depremlerin yapılar üzerinde etkileri, beşinci bölümde tarihi yapıların yapısal davranışları, altıncı bölümde tarihi yapılarda güçlendirilme ilkeleri, yedinci bölümde güçlendirme önerileri verilmiş, son olarak sekizinci bölümde öneri ve sonuçlar aktarılmıştır.

Bilim Kodu : 804 . 1.085
Anahtar Kelimeler : Deprem, tarihi yapılar, güçlendirme
Sayfa Adedi : 105
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Mehmet Emin TUNA

**STRENGTHENING OF HISTORICAL MONUMENTS
DAMAGED BY EARTQUAKE**

(M.Sc. Thesis)

Fatih ARSLAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

September 2006

ABSTRACT

Our country has been the host country for several civilization throughout the history. Thanks to its geographical position and rich history, it has lots of historical architectural monuments.

Nevertheless, these territories, which has been host for civilizations, are also in important and active seismic belts. Besides the abrasive effect of elapsed time, destructive effect of earthquakes has been made these structures ruin and become useless or collapse and disappear from the history. Our task is to protect these historical monuments, whose value cannot be compared with anything else, against possible future environmental threats

Today not only the historical monuments within these territories but also the world's cultural inheritance is under threat.

The aim of this study is to search for restoration and strengthening methods for the historical monuments damaged by earthquakes and under threat today to be protected and passed to the next generations and to help to make conscious the experts from different disciplines who will be charged within the scope of this study. This study is discussed in eight chapters.

A General Introduction to the subject is given in the first chapter and in the second chapter protection and strengthening concepts and also general approach to the subject are discussed, in the third chapter definitions and descriptions of cultural properties are given and in the forth chapter structural features of historical monuments and effects of earthquakes on monuments are mentioned, structural behaviours of historical monuments is given in the fifth chapter and in the sixth chapter strengthening elements of historical monuments and in the seventh chapter strengthening proposals are considered and finally in the eighth chapter suggestions and conclusions are quoted.

Science Code : 804 . 1.085

Key Words : Eartquake, historical monuments, strengthening

Page Number : 105

Adviser : Prof. Dr. Mehmet Emin TUNA

TEŞEKKÜR

Bu güne gelmemde üzerimde çok büyük emeği geçen sevgili aileme, tez çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen muhterem hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Emin TUNA'ya ve Feridun DUYGULUER beyefendiye, ayrıca çalışmalarım süresince yanımda olarak beni cesaretlendiren sevgili arkadaşım Saygın DURAKOĞLU'na ve son olarak bu tezi yazmamda yardımcı olarak bana her türlü kolaylığı sağlayan sevgili kardeşime teşekkürü bir borç bilirim.

Fatih ARSLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
2. KORUMA – GÜÇLENDİRME KAVRAMI.....	3
2.1. Koruma Kavramının Gelişmesi.....	3
2.1.1. Türkiye’de koruma süreci	5
2.2. Korumanın Gerekliliği	7
2.2.1. Kavram ve tanım kargaşası.....	8
2.2.2. Koruma stratejileri	8
2.2.3. Koruma ilkeleri	9
2.3. Çağdaş Restorasyon Kuramı	10
2.3.1. Restorasyon teknikleri	10
2.4. Konu ile İlgili Genel Yaklaşımlar	12
2.4.1. Değerlendirme yaklaşımları.....	14
2.4.2. Deprem tehlikesi ve değerlendirilmesi	15

Sayfa

2.4.3. Mikro – sismik bölgeleme çalışmaları.....	15
2.4.4. Yapıların sınıflandırılması	15
3. KÜLTÜR VARLIKLARI (TARİHİ YAPILAR)	17
3.1. Disiplinler Arası Çalışmanın Önemi	20
4. TARİHİ YAPILARIN STRÜKTÜREL ÖZELLİKLERİ VE DEPREMLERİN YAPILAR ÜZERİNDE ETKİLERİ	21
4.1. Tarihi Yapılarda Strüktür	21
4.1.1. Temeller	21
4.1.2. Düşey taşıyıcılar.....	21
4.1.3. Yatay taşıyıcılar - döşemeler.....	22
4.1.4. Mekan örtü elemanları	22
4.2. Yapılara Etki Eden Yükler	23
4.2.1. Deprem ve deprem enerjisinin yapıya iletilmesi.....	23
4.3. Sismik Hasar Değerlendirilmesi.....	25
4.4. Strüktürel Analiz	25
4.5. Tarihi Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri	26
4.5.1. Tarihi yapıların titreşim frekansı	28
4.6. Depremlerin Tarihi Yapılar Üzerindeki Etkileri ve Deprem Hasarları	28
5. TARİHİ YAPILARDA YAPISAL DAVRANIŞLARIN TESPİTİ.....	36
5.1. Zemin ile İlgili Sorunların Araştırılması ve Teşhisi.....	37
5.1.1. Yerinde yapılan araştırmalar	38
5.1.2. Laboratuvarlarda yapılan araştırmalar	39
5.2. Üst Yapı ile İlgili Sorunların Araştırılması ve Teşhisi.....	39

Sayfa

5.2.1. Yapı üzerinde yapılan mekanik deneyler	40
5.2.2. Yapı ile ilgili yapılan araştırmalar	41
5.2.3. Yapı malzemesinin laboratuvar ortamında araştırılması	46
6. TARİHİ YAPILARDA GÜÇLENDİRİLME İLKELERİ	47
6.1. Güçlendirme Etkinliğini Belirleyen Faktörler	49
6.1.1. Mevcut durumun tespiti	49
6.1.2. Güçlendirme yönteminin belirlenmesi	50
6.1.3. Tarihi yapılarda taşıma gücü	52
6.2. Güçlendirme Sistemi Önerileri	53
7. TARİHİ YAPILARDA GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE BUNLARIN ÖRNEKLENDİRİLMESİ	55
7.1. Eleman Esas Alınarak Yapılan Güçlendirme	55
7.1.1. Duvarların onarımı	55
7.1.2 Taşıyıcı kagir duvarların güçlendirilmesi	59
7.1.3. Serbest kolon ve minarelerin onarımı	64
7.1.4. Örtü elemanlarının onarımı	66
7.1.5. Karbon esaslı lif takviyeli polimerlerle (frp) güçlendirme	67
7.1.6. Ahşap yapı elemanlarının güçlendirilmesi	68
7.1.7. Temellerin güçlendirilmesi	71
7.1.8. Taş malzemenin güçlendirilmesi ve eksik taşların tamamlanması	74
7.2. Yapının Kısmen veya Tamamen Yenilenmesi	75
7.3. Yapıya Müdahale Olmaksızın Yapılan Takviye	75
7.3.1. Deprem enerjisini söndürebilen kazık perde sistem	76

Sayfa

7.4. Tüm Taşıyıcı Sisteme Yönelik Güçlendirme	80
7.5. Yapısal Kontrol Sistemleri	81
7.5.1. Aktif kontrol sistemleri	82
7.5.2. Pasif kontrol sistemleri	83
8. SONUÇ VE ÖNERİLER	93
8.1. Mevzuata Yönelik Sorun ve Öneriler.....	93
8.2. Korumanın Sosyal, Politik Boyutu ve Öneriler.....	95
8.3. Eylemsel Öneriler	96
KAYNAKLAR.....	99
EKLER	102
EK-1 Venedik Tüzüğü	103
ÖZGEÇMİŞ	105

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 7.1. Aktif ve pasif kontrol sistemleri	82

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Yığma yapılarda yatay kuvvetlerin dağılımı	29
Şekil 4.2. Döşemede oluşan gerilme dağılımı, yatay yük altında döşeme ve duvarda deformasyon	29
Şekil 4.3. Yığma yapı duvarda çatlak oluşumu	30
Şekil 4.4. Çeşitli faktörlerin duvar çatlaklarına etkisi.....	31
Şekil 4.5. Yığma duvarların kırılma biçimleri	32
Şekil 4.6. Yapı köşelerinin durumu.....	32
Şekil 4.7. Yığma yapı köşe hasar biçimleri	33
Şekil 4.8. Beden duvarların davranışı	34
Şekil 4.9. Yarım daire tonozda plastik mafsalların oluşması.....	35
Şekil 4.10. Tonoz anahtar noktasındaki mafsallaşmadan sonra oluşan gerilmeler	35
Şekil 5.1. Eğik sondaj yöntemi.....	39
Şekil 5.2. Dinamik yükleme ile taşıma ve deformasyon kapasitesinin ölçülmesi	40
Şekil 5.3. Süleymaniye Camii çevresel titreşim deneylerinde sistometrelerin konumlan	41
Şekil 5.4. Cam levha (Tell-Tales) yöntemi	42
Şekil 5.5. Kayan yüzeyler arasındaki skala yöntemi.....	42
Şekil 5.6. Fiber optik sensörlerin bir kemer yada tonozda yerleştirilmesi	42
Şekil 5.7. Mikrometre ile ölçüm	44
Şekil 7.1. Taş duvarlarda çatlakların bağ plakası ile onarılması	56
Şekil 7.2. Duvardaki düşey çatlakların dikişi.....	56
Şekil 7.3. Duvara kimyasal maddelerin uygulanması	57

Şekil	Sayfa
Şekil 7.4. Elektro-Osmose Yöntemi.	58
Şekil 7.5. Enjeksiyon aleti uçları.....	58
Şekil 7.6. Duvarların gergi demirlerle güçlendirilmesi.....	59
Şekil 7.7 Çatlakların gergi demirlerle dikilmesi	60
Şekil 7.8. Tuğla duvarda levhalarla çatlak onarımı.....	63
Şekil 7.9. Eski davara ek davar yapılması.....	64
Şekil 7.10. Dikiş yöntemi ile çatlak kapatma.....	65
Şekil 7.11. Karbon esaslı lif örgüleri (FRP).....	67
Şekil 7.12. Kiriş ucunun yeni ahşap ile değiştirilmesi	69
Şekil 7.13. Yaprak haline getirilmiş çelik pimler ve yapıştırıcılar ile güçlendirme.....	70
Şekil 7.14. Aşırı derecede yüklenmiş kirişlerin çelik levhalar ile güçlendirme	70
Şekil 7.15. Kirişlerin çelik levhalar ile güçlendirilmesi.....	71
Şekil 7.16. Kirişlerin çelik levhalar ile güçlendirilmesi.....	72
Şekil 7.17. Konya Ahaddin Camiinde mini kazıklarla temel takviyesi	73
Şekil 7.18. Temel kazık ile yapının şematik birleşimi	76
Şekil 7.19. (K) kuvvetinin yaptırdığı deplasman miktarı.....	77
Şekil 7.20. Yatay deprem yükünün (F) etkisinde basınç ve çekme miktarları.....	78
Şekil 7.21. Kazık-Perde ızgara sistemi	78
Şekil 7.22. Kasnak hatılı	79
Şekil 7.23. Bağ çubuğu	79
Şekil 7.24. Kazık bağ kirişi.....	80
Şekil 7.25. Aktif kontrolün şematik diyagramı	83

Şekil	Sayfa
Şekil 7.26. Elastomerik kauçuk mesnetler (RB)	85
Şekil 7.27. Kurşun çekirdekli kauçuk mesnedin kesit ve bileşimi.....	86
Şekil 7.28. Başlıca kullanılan elastomerik kauçuk mesnet deprem izolatörleri (HDRB,LRB) ve standart mesnet (RB)	87
Şekil 7.29. HDRB deprem izolatörü; dinamik - tekrarlı yükleme testi sırasında ve bir örnek uygulama	88
Şekil 7.30. City and county building, salt lake city, utah, kauçuk izolatörler	88
Şekil 7.31. TMD'nin mekanik modeli	89
Şekil 7.32. Sürtünmeli İzolasyon Sistemi, çelik dişli mesnet (Bearing Vertical Section).....	90
Şekil 7.33. Sürtünme sarkaç sistemi	91
Şekil 7.34. CLB Sismik İzolatörünün iç mekanizması	91

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 5.1. Çatlak değişiminin gözlenmesi	43
Resim 5.2. Zaman içerisinde çatlak değişimlerinin gözlenmesi	44
Resim 5.3. Endoskopi Testi	45
Resim 7.1. Gergiler ile sağlamlaştırma - Insburck Kulesi örneği	61
Resim 7.2. Gergiler ile sağlamlaştırma - Insburck Şehir müzesinde taş duvar sağlamlaştırma örneği	62
Resim 7.3. Çemberler ile kolonların desteklenmesi.....	66
Resim 7.4. FRP ile kagir duvarda takviye uygulaması	68
Resim 7.5. Sürtünme sarkaç sistemi	90
Resim 7.5. San Francisco City Hall binasında CLB sismik izolatörü kullanımı.	92

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
FEMA	Federal Emergency Management Agency's
FRP	Fiber Takviyeli Polimer (FIBER-REINFORCED POLYMERS)
HDRB	Kauçuk Mesnetler
ICCROM	Kültürel Varlıkları Koruma ve Restorasyon Uluslararası Merkezi
ICOMOS	Uluslararası Anıtlar ve Sit Alanları Konseyi
LRB	Kurşun Çekirdekli Kauçuk Mesnetler
LUD	Lock-Up Devices
STU	Shock Transmission Units
VDD	Viskoz Akışkanlı Enerji Söndürücüler
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
İTÜ	İstanbul Teknik Üniversitesi
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi
İDMP	İstanbul Deprem Master Planı
CE	Yapı Malzemelerine Yönelik Zorunlu Belgelendirme
GEEAYK	Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu

Kısaltmalar**Açıklama****UNESCO**Birleşmiş Milletler Konseyi, Eğitim, Bilim ve Kültür
Örgütü**UDAP**

Uluslararası Deprem Araştırma Programı

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinden bu yana, iklimsel, coğrafi ve stratejik etkenler toplumların yaşadığı bölgeleri belirleyen yegane veriler olmuştur. Bu sebeple Anadolu, Mezopotamya bölgesi, Akdeniz çevresi, Orta ve Güney Amerika, Güneydoğu Asya gibi bölgeler yüzyıllar boyunca farklı medeniyetlere ev sahipliği yapmıştır.

Bu medeniyetler bugün de hala çok yaygın olarak kullanılan geleneksel kagir tarzda mimari yapıtlar yaptılar ve içlerinde farklı medeniyetlerin de izlerini taşıyan zengin tarihi çevreleri miras bıraktılar.

Tarihi çevreyi oluşturan kültür değerlerini yaşatmak ve özgün nitelikleriyle gelecek nesillere aktarmak günümüzün en önemli sorunlarından biridir. Amaç eski eserlerin olduğundan daha fazla bozulmasını önlemek, sağlıklı bir durumda bizden sonrakilere aktarılmasını sağlamaktır.

Çeşitli medeniyetlerin izlerini taşıyan ülkemizde, günümüze kadar ulaşmış zengin mimari mirasın korunması ve onarımı büyük önem taşımaktadır. Bu konuda yapılan teknik ve mimari müdahalelerin tümü restorasyon etkinliğini oluşturur.

Restorasyon bilimi, tek tek yapı elemanları ile ilgili olduğu gibi, yapı bütünü ve strüktürü ile de doğrudan ilgilidir.

Geleneksel yapılarda strüktür (taşıyıcı sistem), biçimi ayakta tutan bir sistemdir. Taş, Ahşap ve her ikisinin birlikte kullanıldığı kısmen çelik elemanlarda barındıran Karma Yapılarda taşıyıcı sistemi, düşey, yatay ve örtü elemanları oluşturmaktadır. Zaman içerisinde bu yapı malzemelerinde ve strüktüründe çeşitli etkiler sonucunda bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeple, yapılarda onarım ve güçlendirme faaliyetleri çerçevesinde tehdit altındaki tarihi kültür varlıklarının korunması ve ileriki nesiller aktarılması önem kazanmaktadır.

Amaçlanan bu yapıların bir sanat eseri ve tarihi belge olarak korunmasından hareketle sağlamlaştırma ve onarım yöntem ve tekniklerinin belirlenmesidir. Öncelikle yapının bir sanat eseri olarak ayrıntılı tanımı yapılmalıdır. Analitik etüt yapılarak yapının çevresiyle olan ilişkisi, yapısal durumu , tarihi, estetik ve teknik yönden incelenmesi gerekmektedir.

Strüktürel sorunları bulunan bir yapının onarım ve güçlendirilmesi değişik uzmanlık alanlarını ilgilendiren konuları kapsamaktadır. İnşaat mühendisliği yanında tüm mühendislik dallarını ve özellikle strüktür mühendislerini daha çok ilgilendiren bu konu, bir mimar gözüyle incelenmeye çalışılmıştır.

2. KORUMA – GÜÇLENDİRME KAVRAMI

2.1. Koruma Kavramının Gelişmesi

Tarihi ve anıtsal yapıların korunması çağdaş bir bilim dalı olarak Avrupa’da 19. yüzyılda başlamış, kuramsal gelişimi, kurumlaşması ve üniversitelerin ders programlarına girmesi yakın geçmişte gerçekleşmiş ve özellikle ikinci Dünya Savaşı’ndan sonra planlamada büyük bir önem kazanmıştır. Türkiye ve İslam ülkelerinde ise yaklaşık olarak yirmi yıldan bu yana mimar ve planlılar geleneksel çevrenin korunmasıyla içtenlikle ilgilenmektedirler [1].

Koruma fikri ve bununla birlikte eski eser hukuku batıda doğmuştur. Avrupa ülkelerinde, özellikle anıtsal nitelik taşıyan tarihi eserlerin korunması için ilk tedbirler 18.yy sonlarında başlamış, 19. yy’a gelinceye dek tarihi yapılar estetik, işlevsel ve simgesel değerleriyle korunmuştur. 19. yy’da tüm dünya büyük bir değişime sahne olmuş, Sanayi Devrimi başlamış ve bunun sonucunda endüstrileşmenin etkisiyle tarihi bölgelerde oluşan köhneleşmeyi önlemenin yolu olarak tarihi dokunun ortadan kaldırılması uygun bulunmuştur [2].

20. yüzyıla gelene dek tarihi ve anıtsal yapıların korunması yönünde çalışmalar, başta İtalya ve Fransa olmak üzere Avrupa da devam etti, 19. yüzyılın sonlarına doğru çıkarılan ve ülkemizde o dönemde başlayan koruma çabalarında etkisi büyük olan yasalar, uygulama ve yaptırım açısından ayrı bir önem taşır. İtalya ve Fransa’nın resmi yollarla oluşturmaya çalıştığı koruma ortamına karşın İngiltere’de özel kişiler ve kuruluşların çabaları ile kurulan dernekler tarihi yapılar ile ilgili bilincin yerleşmesine uğraşır.

1904 yılında Madrid’de toplanan 6. Uluslararası Mimarlar Kongresi’nde Mimari anıtların korunması ve onarımı için kararlar alınmıştır. Bu kararlar sonucu, anıtlar geçmiş uygarlıklara ait "ölü anıtlar" ile ilk yapım amaçlarına uygun olarak hizmetlerine devam eden "yaşayan anıtlar" olarak gruplandırılmıştır. Ölü anıtlar yok olmaları engellenecek şekilde sağlamlaştırılarak korunacak, yaşayan anıtlar ise mimari bütünlüğü ve stili bozulmayacak şekilde onarılacaktır [3].

1931 yılında Atina konferansında ve aynı yıl İtalya’da çıkartılan Carte Del Restaura’da koruma ile ilgili benzerlik gösteren kararlar alınmıştır. Buna göre;

- Anıtlar onarılırken mimari bir bütünlük içinde ele alınmalı, anıtın çevresinin görünümünün korunması, bozulmasına neden olacak düzenlemelerden kaçınılması gerekir.
- Yıpranan anıtların korunmasında farklı disiplinlerin (fizik, kimya) ve diğer bilim dallarının da görüşleri alınacak, bir işbirliğine gidilecektir.
- Sağlamaştırmada ise eski yöntemlerin yeterli olmadığı durumlarda yeni tekniklerden faydalanacaktır. Ancak bu müdahaleler son derece sade ve az olmalıdır.

1957 Paris kongresinde, 1972 “Dünya Mirası Antlaşması” ile sonuçlanan büyük anıtların korunması ve kültür mirasının bütün insanlığa ait olduğu ilkesidir. Devamında 1964 yılında Venedik Tüzüğü çıkartılmıştır. anayasası niteliğini taşıyan Venedik Tüzüğü, özellikle 1.maddesiyle “korunması gerekli anıt” kavramını, anıt ve çevresinden çok daha geniş bir boyuta taşımıştır. "Tarihi anıt kavramı sadece bir mimari eseri içine almaz, bunun yanında belli bir uygarlığın, önemli bir gelişmenin, tarihi bir olayın tanıklığını yapan kentsel ya da kırsal bir yerleşmeyi de kapsar. Bu kavram yalnız büyük sanat eserlerini değil, ayrıca zamanın geçmesiyle kültürel anlam kazanmış daha basit eserleri de içine alır" demektedir. Bu tüzüğün ardından 1965 yılında kurulan “Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi “(ICOMOS) da, koruma konusunda alınan kararların takipçisi olan en önemli uluslar arası örgüttür. Kuruluşunda 15 üyenin yer aldığı ICOMOS , bugün içinde Türkiye’ nin de bulunduğu (1974’den bu yana) uluslararası görüş alış – verişlerinin yapıldığı bir ortam hazırlamaktadır. 1973 yılında alınan kararla, 1975 mimari miras yılı kutlamaları ve Amsterdam kongresi, Venedik tüzüğünün yerine geçmek üzere hazırlanmış bir çalışmadır. Burada Venedik tüzüğünden farklı olarak tek yapı yerine tarihi çevre ele alınmakta, ekonomik koşulların ve toplumsal yapının bütünlüğü gündeme getirilmiştir. ICOMOS’un uluslararası girişimlerinin yanında Unesco da, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü olarak konuyla ilgili önemli çabalarda bulunmaktadır [4].

2.1.1. Türkiye’de koruma süreci

Çağdaş ve evrensel kuralların birçoğunda olduğu gibi, Türkiye’de tarihsel mimarinin “kültür mirası” kavramıyla korunmasına yönelik hukuksal düzenlemeler ve uygulamalar ancak Cumhuriyetle birlikte gerçekleşmeye başladı. Büyük Millet Meclisi'nin kuruluşu ile ilk Bakanlar Kurulu'nun oluşumuna kadar geçen sürede eski eserlerle ilgili bir çalışmaya rastlanmaz.

Hükümet, daha önce 1917 yılında oluşturulan "Asar-ı Atika Encümen-i Daimisi" tüzüğünü 1924 yılında "İstanbul'da Müteşekkil Muhafaza-i Asar-ı Atika Encümeninin Teşkilat ve Vazifelerine Dair Talimatname" olarak değiştirerek I.İstanbul Eski Eserler Encümeni'ni onaylar. Cumhuriyetin ilk yıllarında daha çok anıtsal eski eserlerin korunmasına yönelik koruma çabaları görülür. Artık eski eser kavramına yalnızca antik eserler değil, Selçuklu ve Osmanlı eserleri de dahildir [3].

1940'lı yıllarda kurulan II. İstanbul Eski Eserler Encümeni'nin, kuruluşunun bir yasaya dayanmaması nedeniyle ortaya çıkan güçlükler zaman içinde yasal bir kuruluşun doğmasına neden olmuş, 1951 yılında 5805 sayılı yasa ile Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nu doğurmuştur. Bu kurulun bünyesinde arkeolog, sanat tarihçisi, tarihçi, mimar ve Müzeler Genel Müdürü ile Vakıflar Genel Müdürü yer almıştır. Bu kurulun bünyesinde henüz şehirciler yoktur. 5805 sayılı Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu'nun (GEEAYK) oluşturulmasına dair yasanın çıktığı döneme kadar sadece eski eser tespiti yapılıyordu. Bu tarihten sonra tespit ve tescil işlemleri artmıştır.

1970 yılında GEEAYK, ilk olarak 5505 sayılı kararı ile onarım yapılacak yapıları 3 gruba, 1978 yılında 10200 sayılı kararla 3 esas, 12 alt gruba ayırmıştır. Türkiye’de müdahale biçimlerine gruplandırılan eski eserler, koruma süreci sonunda özellikle II. grup uygulamalarda özgün niteliklerini kaybederek onarılmışlardır. Özel durumlar dışında yıkılmaması gerekli eski serler, II. grup uygulamalarda yıkılarak, yeniden inşa edilirken, planların değişmesi ve süslemelerin yok olması ile karşılaşmıştır. Ayrıca mimari oranlarda ve kullanılan malzemelerin boyutlarında önemli miktarda

bozukluklar gözlenmiştir. Bu dönemde korunması gerekli yapıların yıkılarak yeniden inşa edilebilirliği kanısı toplumda ve mesleki çevrelerde yer edinmiştir [4].

Görülen olumsuz sonuçlardan ötürü 28.2.1995 tarihinde Yüksek Kurul 378 sayılı ilke kararını almıştır. Kararda, her yapının kendine özgü bir sorunu olduğu belirtilmiş, yapılacak müdahalenin niteliğinin önemi vurgulanmıştır [3].

Konuya ulusal düzeyde bakıldığında ise, başarılı koruma çalışmaları gerçekleştiren ülkelerin koruma yasalarıyla içerik açısından fazla farklı olmayan 1983 tarihli “Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yasası, başından beri tartışılan bazı maddelerine rağmen, iyi işletildiğinde ya da yorumlandığında, yeterince kapsamlıdır. Ayrıca gereğinde, Y. Kurulu’nun ilke kararlarıyla da desteklenmektedir. Bu yasayla aynı tarihte korumanın örgütsel yapısı da, daha önce Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu’nun tek merkezli sistem olarak yarattığı aksaklıkların ışığı altında yeniden düzenlenmiş ve Anadolu’ya yayılan koruma kurulları oluşturulmuştur. Dolayısıyla ilk bakışta, yasal ve örgütsel açıdan sorun çözülmüş gibi görünmektedir. Ancak gerek İstanbul’da, gerekse de yoğun tarihsel birikim içeren Anadolu yerleşmelerindeki koruma uygulamalarında oldukça karamsar bir durum sergilenmektedir.

Kültür Bakanlığı’nın bütçesi, genel bütçenin %1 i iken, giderek daha da düşmüş ve %0.2’ye varmıştır. Bu durumda, böylesine yoğun kültürel potansiyele sahip bir ülkede "koruma" konusunda yapıcı adımlar atılabilmesi zordur. Oysa söz konusu olan potansiyel, 4000’in üstünde kentsel ve 3000’in üstünde arkeolojik sittir. Avrupa ülkelerinde ise, gerek genel bütçeden bu alana ayrılan payın yüksekliği, gerekse de eski eser sahiplerine taşınmazlarının korunması için sağlanan ekonomik olanaklar (vergi muafiyetleri, kira indirimi ve dengelemeleri, uzun vadeli/düşük faizli kredi ve/veya karşılıksız yardım uygulamaları vb.), yerel yöneticiler ve kullanıcıların konuya duyarlılıkları ve bilinç düzeyiyle bütünleştğinde çok farklı sonuçlar elde edilmektedir [4].

Türkiye’de kültür varlıklarının korunmasına yönelik kapsamlı bir mevzuat bulunmasına rağmen, ülkemizdeki kültür varlıklarının korunması konusunda mevcut

yasal-kurumsal çerçeveden, uygulama-denetleme süreçlerine kadar uzanan, farklı ölçek ve kapsamlarda pek çok sorunun olduğu, bu sorunların çeşitlenerek arttığı ve aynı hızla çözümler üretilmediği söylenebilir [2].

Günümüzde, kültür varlıklarının onarımı ve korunması konusuyla çeşitli kamu ve kamu dışı kuruluş ilgilenmektedir. Her kuruluş, konunun kendileriyle ilgili bölümünü 2863 ve 3386 sayılı kanun hükümleri çerçevesinde yürütmektedir. Kültür Bakanlığı, Vakıflar Genel Müdürlüğü, Karayolları Genel Müdürlüğü, Milli Parklar Dairesi ve Milli Saraylar Dairesi bu kamu kuruluşları yanında Belediyeler, çeşitli vakıflar ve dernekler ile özel mülk sahipleri de bu konuda çalışmalar yapmaktadır. T.C. Anayasasının 63. maddesi 'Devlet tarih, kültür ve tabiat varlıklarının ve değerlerinin korunmasını sağlar, bu amaçla destekleyici ve teşvik edici tedbirler getirmiştir [5].

2.2. Korumanın Gerekliliği

Türkiye bir yanda hızlı kentleşme, kıyılaşma ve metropolitenleşme; öte yandan da giderek hızlanan ekonomik büyüme ve dünyaya açılma süreçleri yaşamaktadır. Bu süreçler içinde ekonomik büyümeyi hızlandırmak ve oluşan gelişme rantlarından pay almak (paylaşım) çabaları; doğal ve tarihi değerleri koruma bağlamındaki bilinçsizlik, bilgisizlik, isteksizlik, beceriksizlik ve kaynaksızlık gibi olumsuzluklarla birleşince; doğal ve tarihi değerler ya "umursamazlığa" yaklaşan biçimlerde, yani fazla, hızlı, dikkatsiz ve denetimsiz olarak, kullanılmak istenmekte; ya da yağmalanmakta, yani imar amacıyla tahrip edilip ortadan kaldırılmaktadır. Müdahale edilmezse, ülkenin zengin doğal ve tarihi mirasının hızla yok olacağı açıktır. Doğal ve Tarihi Kültür varlıkları, Süreklilik, Tarihsel, Anı, Mitolojik, Artistik, Teknik, Özgünlük, Enderlik, Teklik, Geleneksel, Eğitim, ve Belge gibi sayısız değere sahiptir. Bu değerlerin yitirilmemesi için korunmaları gerekir. Doğal ve tarihi değerlerin yeniden üretimleri söz konusu olamayacağına göre bunları koruma bir gereklilik; koruma amaçlı müdahaleler ise birer toplumsal sorumluluktur [6].

2.2.1. Kavram ve tanım kargaşası

Koruma konusunda halen kullanılan temel kavram ve tanımlar değişik biçimlerde çakışmakta ve örtüşmektedir. Bu kavram ve tanımların bir kısmının "operasyonel" nitelikte olmaması, bir başka kesiminin ise değişik diller ve yasal/kurumsal çerçevelerden aktarılmış yani, tercüme edilmiş olması, geri kalanlarının ise çeşitli kurum ve kuruluş arasındaki yetki çekişmesinden kaynaklanması, bu tanım ve kavram kargaşasını yoğunlaştırmakta, ortak dil eksikliği yaşanmaktadır. Koruma ile ilgilenen akademik, teknik, bürokratik ve siyasal çevrelerin hem içlerinde hem de aralarında çeşitli kopukluk, iletişimsizlik ve geçimsizlik söz konusudur. Bu çevreler korumanın temel kavram, tanım, sorun, yönelim ve çözümleri bağlamında değil çalışma ve tartışma, sunuş platformları bile oluşturmakta zorlanmaktadır. Bu nedenle koruma konularında kargaşaya varan bir çok seslilik, çok dillilik hüküm sürmektedir. Akademik, teknik, bürokratik ve siyasal çevrelerin kendi içlerinde ve aralarında korumanın temel kavram ve tanımları bağlamında ortak platformlar oluşturmaları gerekir [6].

2.2.2. Koruma stratejileri

Doğal ve tarihi miras bağlamında "koruma" iki ana yaklaşımı kapsar: a) doğal ve tarihi mirası öne alarak, her tür kalıcı, yani geri dönüşü olmayan fiziki müdahaleyi ve giderek kullanımı kısıtlamak, b) doğal ve tarihi mirasın kullanımını öne alarak, gereğinde geri dönüşü olmayan fiziki müdahaleleri ve kullanım biçimlerini yönlendirmek. Türkiye gibi hızlı toplumsal dönüşüm süreçleri yaşayan doğal ve tarihi miras açısından zengin ülkelerde hangi yaklaşımın ön planda olması gerektiği tartışılabilir. Koruma yollarının kendi başlarına doğruluk veya yanlışlıklarından çok, eldeki problemin çözümü bağlamında uygunluklarının tartışılması gerekir. Bu bağlamda altı temel strateji gündeme gelmektedir:

1. saklamak anlamında korumak (depoculuk-bekçilik);
2. sergilemek üzere korumak (müzecilik);
3. değiştirmeden (onararak) kullanmak (onarımcılık);
4. değiştirerek (sağlıklaştırarak, ekleyerek) kullanmak (yapıcılık);

5. yenileyerek (yeniden yaparak) kullanmak (yıkıp-yapmacılık),
6. belgelemek ötesinde yok oluş sürecine müdahale etmemek (seyircilik) [6].

2.2.3. Koruma ilkeleri

Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu, 660 sayılı İlke Kararı'nda koruma uygulamalarında uyulması gerekli ilkeleri şöyle belirlemiştir:

- * Yapının günümüze ulaşmış sosyo-kültürel ve tarihi kimliğini oluşturan mekânsal, biçimsel ve yapısal özellikleri ve çevre içindeki özgün konumu korunacaktır.
- * Yapıların yıkılmadan korunmaları esastır. Yıkılma tehlikesi gösteren yapıların yıkılma kararları ancak koruma kurulunca alınabilir.
- * Yapılara çeşitli dönemlerde eklenmiş ancak, tarihsel ve sosyo-kültürel değer taşıyan ekler korunur.
- * Yeni işlev verilecek kültür varlığı niteliğindeki yapılara ek yapılması isteniyorsa, bu yapının niteliğini ve kültür varlığı ile nasıl bütünleştiğini anlatan bir avan proje hazırlanarak koruma kurulu görüşüne sunulacaktır.
- * Restorasyon projesine temel olacak restitüsyon çalışması, yapının daha iyi tanınması için hazırlanacaktır [7].

"Koruma İlkeleri" başlığı taşıyan bu bölümün yapı ölçeğindeki bir koruma olgusunu tüm boyutlarıyla irdeleyen bir içeriğe sahip olmadığı söylenebilir. Bu konuda örneğin 25-31 Mayıs 1964 tarihlerinde Venedik'te toplanan "Tarihi Anıtların Mimar ve Teknik Elemanları II. Uluslararası Kongresi"nde toplanan ve koruma kamuoyunda "Venedik Tüzüğü" olarak bilinen belge çok daha kapsamlı ve yönlendirici ilkeleri içermektedir. 1951 yılında 5805 sayılı Yasayla kurulan Gayrimenkul Eski Eserler ve Anıtlar Yüksek Kurulu (GEEAYK) tarafından benimsenen ve bir ilke kararıyla tüm koruma uygulamaları için geçerli kılınan bu belge ne yazık ki, 1983 yılında 2863 sayılı Yasayla oluşturulan Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu'ndan aynı ilgiyi görememiştir. Ülkemizde sürdürülen koruma eğitiminde ana kaynak olarak benimsenen bu belgenin belli bölümleri, yukarıda sıralanan ilke kararlarına katkıda bulunması amacıyla EK-1 de verilmiştir [7].

2.3. Çağdaş Restorasyon Kuramı

Sanatsal değeri olan bir yapının, bir kültür ve tarih belgesi olarak bütün özgün nitelikleriyle ömrünün uzatılmasını sağlayan teknik ve mimari müdahalelerin tümü restorasyon etkinliğini oluşturur. Ne var ki bu alandaki çalışmalara egemen olan kuramlar Batı kökenli olduğu ve restorasyon teknolojiden öte boyutlar içerdiği için, uygulama içeriği her zaman açıklanamayan ikilemler içerir. Kaldı ki Batı ülkelerinde de, olgunun doğasından kaynaklanan uygulama zorlukları vardır. Sadece Batı kökenli koruma ilkeleri bir bütün olarak ele alındığı zaman, onların geliştiği kültür ortamı ve tarihi koşulları göz önüne almadan dünyanın her yerinde geçerli gerçekleri ifade ettiklerini savunmak zordur. Çağdaş restorasyonun kullanılan teknikler bağlamında bilimsel olan bir yanı olduğu kadar, insan yapısı çevreye olan duyarlılık açısından da evrensel boyutları vardır.

Bugün çalışmalara egemen olan bilimsel tavır, geçen yüzyılda üslupsal bütünlemenin özelliğine tepki olarak daha bilimsel ve nesnel olduğu düşünülen Tarihi Bütünleme akımını yaratmış, fakat bu görüşün de oldukça öznel çözümlere götürdüğü görülünce bilimsel restorasyon düşüncesi ortaya çıkmıştır. Bugün restorasyonda kullanılan yapı teknolojisi bilimsel ölçütlere dayanır. Fakat bunun ötesinde mimari tasarım ne kadar bilimsel ise restorasyon da o kadar bilimseldir. Restorasyon hem bilim, hem de sanattır [5].

2.3.1. Restorasyon teknikleri

Restorasyon uygulamalarına geçmeden önce yapılan araştırmalar ve belgeleme çalışmaları (anıtın tarihi, estetik ve teknik yönden incelenmesi, rölyefinin hazırlanması ve bozulmalarının saptanması) binanın ayrıntılı olarak tanınmasını sağlar. Ön araştırmalar sonunda elde edilen bilgiler hasar nedenlerini ortadan kaldıracak veya etkilerini azaltacak koruma tekniklerinin seçilerek uygulanmasına temel oluşturur. Onarımlarda geleneksel tekniklerin yanı sıra, çağdaş teknolojiden de yararlanılmaktadır.

Günümüzde anıtların korunmasındaki temel yaklaşım sürekli bakımlarının sağlanmasıdır. Birçok ülkede tarihi yapılar yıllık ve beş yıllık programlar çerçevesinde incelenir ve saptanan hasarlara göre gerekli bakım ve onarımları yapılır; böylece yüksek maliyetli müdahalelere gerek kalmadan korunmaları sağlanır. Birdenbire ortaya çıkan yangın, deprem, toprak kayması gibi felaketler ise büyük ölçekli müdahaleler yapılmasını gerektirebilir. Anıtların onarımları için genel olarak;

1. Sağlamlaştırma,
2. Bütünleme,
3. Yenileme,
4. Yeniden yapma,
5. Temizleme,
6. Taşıma,

tekniklerinden yararlanılır. Çoğu kez bir anıtın restorasyonu için yukarıda sıralanan tekniklerden birkaçı bir arada uygulanır. Örneğin yeniden kullanılması kararlaştırılan bir Osmanlı kervansarayının gelişigüzel eklerden arındırılması, tehlikeli durumda olan taşıyıcılarının sağlamlaştırılması, bir bölümü yıkılmış olan tonozlarının yeniden yapılması ve içinin çağdaş kullanıma uygun olarak donanımı gerekli olabilir. Depremde kubbesi çatlayan , son cemaat yeri ve minaresi yıkılan bir caminin, hem strüktürel açıdan sağlamlaştırılması, hem de yıkılan son cemaat yeri ve minare gibi öğelerinin yeniden yapımı ile tekrar mimari bütünlüğüne kavuşturulması söz konusu olabilir. Bilimsel restorasyonda olabildiğince az müdahaleyle, anıtın tarihi belge ve estetik değerinin korunması amaçlanır. Onarım sırasında yapılan müdahalelerin derecesi, sağlamlaştırmadan yeniden yapıma doğru artar. Koruma açısından en uygunu, sağlamlaştırmayla yetinmektir [8].

Ancak anıttaki hasar derecesi arttıkça, müdahalenin kapsamı genişler; tarihi yapıya ekler getiren, dokusunu değiştiren tekniklerin {örneğin: bütünleme, yenileme) uygulanması zorunlu olabilir.

2.4. Konu ile İlgili Genel Yaklaşımlar

Gelişmiş toplumlar, geçmişin kültür ve sanatsal birikiminin somut bir simgesi olan tarihi yapıların korunmasına, yönelik çalışmalara özellikle 19. yüzyıl sonlarından bu yana taşıyıcı sistemlerinin onarım ve tamirlerine önem vermeye başlamışlardır.

Mevcut yapıların incelenmesi ve iyileştirilmesi ihtiyacı ; ülkemizin diğer bazı alanlarda da olduğu gibi, son yıllarda yaşadığı kötü yapılaşma sürecinin ve ihmalkarlığının, insanın can güvenliğini, sosyal ve ekonomik hayatını ve de tarihi çevresini ciddi ölçülerde tehdit eder hale gelmiş olmasından kaynaklanmaktadır. Yapılaşmada doğal afetler göz ardı edilerek yapılan uygulamalar, her yıl önemli kayıplara neden olduğu gibi mevcut yapı stoklarımızın da zarar görmesine hatta kültür varlıklarımızın da harap olmasına neden olmaktadır [9].

Kökenleri ve gelişim hızları ne olursa olsun, tüm afet olayları ile ilgili faaliyetler, aşağıdaki dört ana aşamaya ayrılmaktadır.

- 1 – Zarar azaltma
- 2 – Hazırlıklı olma
- 3 – Olaya müdahale
- 4 – İyileştirme [10].

Zarar azaltma çalışmaları, afetler öncesi yapılması gereken ve risk yönetimi olarak da isimlendirilebilen faaliyetlerdir ve sistemin esasını oluşturur. Bu aşamalarda yapılması gereken idari, teknik, yasal tüm faaliyetler etkin bir şekilde uygulanmadığı takdirde, olaya müdahale ve iyileştirme faaliyetlerinin başarı şansı olmayacak ve toplum her boyuttaki afetlerde büyük kayıp ve zararlara uğrayacaktır.

Araştırmaya da konu olan yapıların güçlendirilmesi faaliyetlerinin tümü yukarıda bahsedilen “zarar azaltma” çalışmalarının bir parçasıdır. Bu, tüm süreçte atılacak ilk ciddi adımdır.

Doğal afetlerin, başında deprem tehlikesi ve bunun yeterince ciddiye alınmaması gelmektedir. Sonuçta, ülkemiz bugün, orta büyüklükteki depremlerin bile büyük

etkiler yol açtığı bir haldedir. Yaşanmakta olan sürecin iyiye doğru döndürülebilmesi acilen gereklidir.

Bunun için; her şeyden önce, mevcut yapı stokumuza her gün eklenmekte olan yeni yapıların, artık tabiatın ve çağın gereklerine uygun oluşturulmalarını sağlamak, sonra, mevcut yapı stokumuzu muhtemel tehlikeleri dikkate alarak incelemek, yetersiz özellikteki yapıları belirlemek, bunları bir tehlike sıralamasına koymak ve bunları iyileştirebilmek gerekir [9].

Mevcut yapı stokunun içinde, bina türü yapı stokunun sayısal çokluğu, deprem tehlikesine karşı hassas durumda olmaları, can kayıplarının en temel kaynağı olmaları nedeniyle öncelikli olarak bina türü yapıların ele alınıp incelenmesi gerekmektedir. Bununla beraber, bina türü yapı stokunun dışında kalan, devlet kurum tesisler, sağlık yapıları, okullar, yollar, köprüler gibi bina türü yapılara nispetle daha yüksek maliyetli yapılarla, paha biçilemeyecek kültür varlıklarımız olan tarihi yapılar da hiçbir şekilde göz ardı edilemez.

Değerlendirilmesi yapılacak yapı stokunun büyüklüğü karşısında, bu büyük problemle baş edebilmesi için, pratik ve geçerli bir takım yaklaşımlar geliştirmek ve bunları kullanarak durum belirlemesi yapmak gerekmektedir. Bu amaçla, aynı tehlikeyi yaşayan diğer gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin yaptığı gibi, kademeli değerlendirme yöntemleri kullanmak akılcı bir yaklaşım olarak gözükmektedir. Nitekim, ülkemizin dört üniversitesinden (İTÜ, BU, ODTÜ, YTÜ) oluşturulan geniş bir bilim heyetinin çalışmaları ile ortaya konulan İDMP (2003) raporunda; sonuçta, kademeli değerlendirme yaklaşımlarının kullanılmasının tek akılcı yaklaşım olacağına karar verilmiştir [10].

Dünyada ve bugüne kadar kısıtlı da olsa ülkemizde kademeli değerlendirme uygulamalarında, esas olarak üç kademe söz konusudur:

Birinci kademe değerlendirmede; binalar hakkında, uzman bir gözün dıştan görerek toplayabileceği bazı özellikleri toplanıp değerlendirilerek, yapıların tehlike sıralamasının yapılması, böylece önceliklerin belirlenmesi öngörülmektedir.

İkinci kademe değerlendirmede; belirlenen öncelikler dahilinde, bina içlerine girerek, kritik katları için çıkarılacak mimarî ve yapısal rölöveler dahil, toplanan yapısal bilgilerden hareketle yapılar tek tek incelenmektedir. Bu kademede amaç; yıkılma ihtimali olan yapıları belirlemektir. Böylece, üçüncü kademe değerlendirmeye kalacak bina sayısının, teknik iş gücü ve ekonomik bakımdan baş edilir sayılara indirilmesi umut edilmektedir.

Üçüncü kademe değerlendirme, ikinci kademe değerlendirmede yıkılma ihtimali yüksek olarak belirlenen binalardan, kentsel rehabilitasyon dışında kalanlar hakkında kesin karar oluşturmak için yapılacak bir çalışmadır; ayrıca, önemli yapılar (okul, önemli kamu hizmet binaları, sanat binaları, vb) ayrıntılı değerlendirmeye tabi tutulmalıdır. Ayrıntılı incelemede; yapı lokasyonunun sismik verilerine, yapı temel zeminin sismik ve geoteknik özelliklerine, yapı geometrisini tam olarak yansıtan taşıyıcı sistem resimlerine, rölöve planlarına, mevcut yapı malzemelerinin özelliklerine ve yapıda dağılımına, varsa yapıda mevcut yapısal ve yapısal olmayan hasar miktarına ve dağılımına dair ayrıntılı verilere ihtiyaç duyulur [10].

2.4.1. Değerlendirme yaklaşımları

Mevcut yapı stoklarının, özellikle bina türü yapıların incelenmesi ve değerlendirilmesi ihtiyacı, yalnız ülkemize özel bir durum değildir. Başta Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi ağır deprem etkilerine maruz ülkeler olmak üzere, dünyada pek çok ülke bu ihtiyacı duymuş ve bu doğrultuda düzenlemeler ve uygulamalar yapmışlardır. 1980’li yılların sonlarından itibaren, başta adı geçen ülkelerde olmak üzere, bu amaca yönelik dokümanlar oluşturulmuştur. ATC’nin FEMA’nın ve Japonların bu konuda geliştirdiği değerlendirme yöntemleri vardır. Ancak, bunların doğrudan alınıp kullanılabilecek dokümanlar olmadığı, inceleme yapılacak alanın sismik ve yapısal verilere bağlı bulundukları anlaşılmıştır. Bu yüzden bunların ülke koşullarına adaptasyonu ve yeni yöntemlerin tanımlanması ve geliştirilmesi gerekir. Bu noktada ülke özelinde karşılaşılan bazı sorunlar belirmektedir.

- Mevcut imar mevzuatının teknik açıdan yetersizliği
- Mevcut yapı dokümanları üzerindeki kuşku
- Ülke / Bölge / Şehir bazında tanımı yapılmış değerlendirme dokümanlarının bulunmaması

Yapılara girilerek bilgi toplamanın pratik ve yasal güçlükleri [10].

2.4.2. Deprem tehlikesi ve değerlendirilmesi

Yeni yapılaşmada olduğu kadar, mevcut yapıların değerlendirilip güçlendirilmesinde deprem tehlikesinin yeterince dikkate alınmaması, her yıl önemli ölçüde kayıplara neden olmaktadır [10].

2.4.3. Mikro – sismik bölgeleme çalışmaları

Ülke düzeyinde deprem hasarını en aza indirmek amacıyla, deprem özelliklerinin, yerel jeolojik yapı ve zaman koşullarının, farklı ölçeklerde incelenerek tanımlanması; buna göre ülke, bölge ve kent planlamasına yönelik haritaların üretilmesi gerekmektedir. Bu çalışmalar, bir bölgede meydana gelebilecek deprem sırasında oluşacak yapısal hasarları önceden tahmin edebilmek ve mevcut yapı stokunun değerlendirilebilmesi için gereklidir. Değerlendirme ve güçlendirme yaklaşımlarında deprem tehlikesinin ayrıca tanımlanmasının gerektiği, FEMA 310’da olduğu gibi, İDMP’nda da genel kabul görmüş bir düşüncedir [10].

Bu noktada, mevcut yapı stokunun değerlendirilip güçlendirilmesinde iki temel kriterden yararlanmamız gereği ortaya çıkıyor.

- Dikkate alınması gereken deprem tehlikesi girdileri.
- Yapıda beklenmesi gereken performans (davranış) düzeyleri.

2.4.4. Yapıların sınıflandırılması

Yapıların; yukarıda tartışılan pek çok nedenle, depreme dayanıklılık ve risk bağlamında kaynak oluşturma bakımından, bina türü yapılar ve bina dışı yapılar olarak başlıca iki ana grupta mütalaa edilmeleri uygun olabilir. Bununla beraber,

envanter ve değerlendirme ihtiyaı, büyük oranda, bina türü yapılar içindir. Bu nedenle, Türkiye genelinde, envanter ve değerlendirme bakış açısıyla; amacına, yapı tiplerine ve türlerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılması amaca daha uygun görülmüştür.

- a) 1-7 katlı betonarme binalar
- b) 1-5 katlı yığma binalar
- c) 8 ve daha fazla katlı yüksek binalar (konut blokları ve iş merkezleri)
- d) Okullar, hastaneler ve itfaiye binaları (nemli yapılar)
- e) Diğer kamu binaları
- f) Basit sanayi yapıları (organize sanayi, 1-2 katlı betonarme, prefabrike,elik)
- g) Sanayi tesisleri (fabrikalar)
- h) Stratejik yapılar
- i) Tehlikeli atık barındıran yapılar (depolama tesisleri, vb.)
- j) Köprüler ve viyadükler
- k) Ahşap yapılar
- l) Altyapı şebekeleri
- m) Kültür varlıkları

Burada bina türü olmayan yapıların aynı değerlendirme sistemine dahil edilmesi doğru olmayacaktır. Bu bağlamda, burada önerilen kademeli inceleme yönteminin doğrudan üçüncü kademesi, yani ayrıntılı değerlendirme uygulanabilir [10].

3. KÜLTÜR VARLIKLARI (TARİHİ YAPILAR)

Bu konuda ele alınacak ilk belge, 2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yasası'dır. Bu yasaya göre kültür varlığı, "Tarih öncesi ve tarihi devirlere ait, bilim, kültür, din ve güzel sanatlarla ilgili bulunan veya tarih öncesi ya da tarihi devirlerde sosyal yaşama konu olmuş bilimsel ve kültürel açıdan özgün değer taşıyan yer üstünde, yer altında veya sualtındaki bütün taşınır ve taşınmaz varlıklardır" biçiminde tanımlanmıştır. Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Yüksek Kurulu, korunması gerekli tekil yapıları iki ana grupta ele almıştır. Buna göre ilk grupta "kendi başlarına bir tarihi ve estetik değer taşıyan" yapılar, ikinci grupta ise "kentlerin tarihi kimliğini oluşturan kentsel sitlerin öğeleri" olarak tanımlanan yapılar yer almaktadır [7].

Tarihi yapı tanımına giren binalar yapı malzemesi, yaşı, yapısal sistemi, fonksiyon ve içinde bulundukları durumları açısından çok geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Örneğin İstanbul'daki tarihi yapıların 1500-1600 yıl ila 50-60 yıl arasında değişen yaşlarda oldukları söylenebilir. Geçmişte çok sık kullanılan yapı malzemeleri daha çok yüksek teknoloji gerektirmeyen doğal malzemeler olmuştur. Bu nedenle, tarihi eser tanımına giren yapıların strüktürel malzemesi çoğunlukla taş, tuğla ve kerpiç olan yığma yapı tekniği ile inşa edilmiş binalar; ahşap, demir ve çok az da olsa çelik binalardır. Cami, medrese, türbe, saray, kilise, han, hamam, konut gibi çok değişik fonksiyonlara sahip bu yapı grubunun yapısal sistemleri de birbirinden farklıdır. Bir kısmı üzerlerinde geçmiş depremlerin izlerini taşımakta, çoğu da bakımsız ve restorasyona muhtaç durumda bulunmaktadır [11].

Tarihi yapıların strüktürel onarımı ve korunması söz konusu olduğunda, elbette her türlü doğal ve insanlardan kaynaklanan yapay tehditler göz önüne alınmalıdır. Yapının strüktürel sistemine zarar verebilecek çevresel etkiler yapının geometrik formu ve boyutlarına, yapı malzemesine göre farklılık göstermektedir. Örneğin ahşap yapılar için yangın ve şiddetli rüzgarlar en büyük tehlikeyi oluştururken, taş ve tuğla yapılarda malzemedeki bozulmalar ve depremler en büyük yıkılma veya hasar görme riskini oluşturmaktadırlar. Taş ve tuğla yapıların depremden kaynaklanan hasarlara karşı daha yatkın olmasının en önemli nedeni, bu tür yapıların boyut ve biçimlerinden dolayı kütlelerinin daha ağır olmasıdır [12].

Yurdumuzun her tarafında, özellikle İstanbul'da, büyük tarihi ve kültürel değere sahip çok sayıda yapı bulunmaktadır. Bu yapıların birer birer özenle ele alınıp hem kendi içlerinde, hem de çevresel etkiler gözetilerek depreme karşı güvenli duruma getirilmeleri gereklidir. Bunların güçlendirilmesi, özel teknikler geliştirilmesini gerektirebilir [13].

Bugünkü durumuyla birçok tarihi yapı, taşıyıcı elemanlarında yapının genel strüktürel sürekliliğini tehdit edecek boyutta önemli çatlaklar sergilemekte, kısmen veya tamamen yıkılmış durumdadır. Yapılan ilkel ve yanlış onarım girişimleri, bu hasarların nedenleri belirlenmeden yapıldığı için olumlu sonuç vermemektedir. Hasar görmüş tarihi bir yapının strüktürel onarımı gerçekleştirilmeden önce, yapının orjinal hali ve hasarlı mevcut halinin yük aktarma mekanizması iyi bir şekilde analiz edilmelidir [12].

Tarihi yapıların ve anıtların mevcut ve/veya olabilecek yüklere, etkilere karşı korunmasına, güçlendirilmesine mühendislik açısından yapılan katkılar yapısal davranışın belirlenmesi aşamasından itibaren önem kazanır.

Tarihi Yapılar ve kültür varlıkları çok daha farklı kriterlerle incelenmeli ve değerlendirilmeli. Bu incelemelerde;

- Yapısal sistemi iyileştirme veya restore etme anlamında yapılacak her türlü müdahale, yapının inşa edildiği andan günümüze kadar geçmişini dikkate almalıdır; bu anlamda güvenilir bir arşiv çalışması yapılarak işe başlanması uygun olur. Önemli tarihi yapıların kendi yapıları içinde özel arşiv ve kitaplıklarının bulunması, yapılacak çalışmaların akılcı ve verimli olmasına hizmet eder.
- Mevcut yapının tam ve değişik açılardan rölövelerinin çıkartılması bir başka önemli husustur; mimarî, yapısal, yapı malzemeleri, deformasyonlar, hasarlar ve benzeri açılardan yapılacak tespitlerin rölöve plan, kesit ve cephelere uygun çizim teknikleri ve ölçekler ile işlenmesi gerekir. Bu amaçla modern teknolojilerden, örneğin fotogrametrik rölöve tekniklerinden yararlanılmaması düşünülemez.

- Tüm önemli tarihi yapılar ve yakın çevresi için yapı ve çevresindeki deformasyonların gözlenmesi ve yapı hayatı boyunca izlenmesi (monitoring), zamanı geldiğinde yapılacak müdahalelerdeki isabetli olma şansını artırır; ayrıca, bu izleme, olumsuz gelişmeleri zamanında fark ederek, yapı daha fazla tahrip olmadan önlem alma imkânı sağlar. Önemli tabiat olaylarından yapının ne şekilde etkilendiğini doğru teşhis etmeye büyük katkısı olur. Sürekli olması gereken bu gibi programların uygulanabilmesi için, bu bağlamdaki teknik ve teknolojilerin hızla gelişmekte olması dikkate alınarak, ilgili idarelerin (Vakıflar) özel kadrolar oluşturması gerekebilir.
- Özel Sismik ve geoteknik tespit ve değerlendirmeler yapılmadan, tarihî bir yapıya müdahale edilmesi, çok hatalı müdahale biçimlerinin doğmasına neden olur. Tarihî yapıların incelenmesinde dikkate alınacak sismik girdilerin özenle belirlenmesi gerekir. Bu anlamda, önemli yapıların, zaman içinde daha isabetli değerlendirmeler yapabilmeye imkân verecek yer hareketi kaydedicilerle donatılmaları yararlı olur. Sismik davranışa etkisi olabilecek her türlü zemin hareketinin izlenmesi, bunun için uzun süreli ve periyodik ölçüm sistemlerinin oluşturulması ve izlenmesi gerekebilir. Bu tür çalışmaların hassasiyeti, ayrıca derin jeofizik tespitlerle de desteklenmelidir. Keza, İstanbul'daki birçok önemli tarihî yapıda olduğu gibi, yapı ve yakın çevresinin hidrojeolojik yapısının ve bu yapıdaki önemli ve periyodik değişimlerin, yapı ve yapı temellerinin davranışına etkisi olabilir. Bu tür çalışmaların da keza, uzun süreli gözlem sistemleri oluşturarak zamana yayılması gerekir.
- Tarihî yapıların zamana dayanıklı malzemelerin kendi özellikleriyle muhafazası ve müdahalelerde, orijinal malzeme yapı ve bileşimlerinin korunabilmesi de önemlidir. Keza, yapısal sistem elemanları malzemelerinin fizik ve mekanik özellikleri doğru belirlenmeden yapılacak analitik model incelemelerinin fazla bir anlamı olmaz. Öte yandan, malzeme incelemelerinde belirleyici olan yöntemlerin çoğu, mevcut elemanlardan numune (karot) alınmasını gerektirir; numune alınırken, önemsiz mertebelerde de olsa tahribat yapılır. Tahribatlı inceleme ihtiyacını azaltmak bakımından modern teknik ve teknolojilerden yararlanmak, örneğin jeoradar gözlemleri kullanmak uygun olabilir [10].

Bütün bunlar göz önüne alındığında, çok karmaşık geometrik biçime sahip olan tarihi yapıların yük aktarma mekanizmalarını doğru bir şekilde anlayabilmek için strüktürel analiz yöntemleri önem kazanmaktadır. Özellikle büyük boyutlara sahip yapıların analizi için çeşitli bilgisayar programları değişik yük ve çevresel etkiler altında strüktürel analizi yapılacak yapının matematiksel modelini gerçeğe çok yakın bir şekilde hazırlayabilir. Bu analizler sonucunda yapının yük aktarma mekanizması doğru bir şekilde belirlenebilir. Böylece mimarlar ve mühendisler strüktürel sistemin onarımı ve sağlamlaştırılması için tutarlı, yeterince hatalardan arındırılmış, kısaca uygun müdahale biçimlerine karar verebilirler [12].

3.1. Disiplinler Arası Çalışmanın Önemi

Koruma disiplinler arası bir eylemdir. Karmaşık yapısı, fiziksel boyutunun yanı sıra, giderek önem taşıyan kültürel, ekonomik ve sosyal boyutu, birçok meslek grubunun bu konuda görev almasını zorunlu kılmaktadır. Tarihi yapıların strüktürel onarımı ve sağlamlaştırılması, restorasyon, sanat tarihi, mimarlık ve mühendislik gibi farklı disiplinler arası bir işbirliği sonucunda mümkündür. Bu nedenle, değişik disiplinlere bağlı uzmanların, strüktürel koruma ve onarım konusunda ortak bir dile ve bilgiye sahip olması gereklidir. Ancak, her meslek grubu, koruma kuram ve yaklaşımları konusunda belli bir bilgi birikim ve deneyime sahip olmak durumundadır. Bu husus, yeterli iletişimin sağlanması, olabildiğince aynı dilin konuşulması için önkoşul olmalıdır [7].

Yapının sağlamlaştırılması veya bütünlenmesi sırasında özgün malzemelerin ve geleneksel tekniklerin yanı sıra çağdaş teknik ve malzemelerin kullanılması da söz konusudur. (Venedik Tüzüğü bu konuda açıklamalar içermektedir.) Malzeme araştırmaları, yeni malzeme seçimi, malzeme sağlamlaştırması konuları ayrıntılı laboratuvar çalışması gerektirir. Geleneksel ve çağdaş malzemeler konusunda araştırmalar üniversitelerin ilgili bölümlerinde sürdürülmektedir. Strüktürel müdahalelerin uygulanmasında, ilgili uzmanların şantiyede bulunmaları, ya da verecekleri bilgiler doğrultusunda hareket edilmesi önemlidir [5].

4. TARİHİ YAPILARIN STRÜKTÜREL ÖZELLİKLERİ ve DEPREMLERİN YAPILAR ÜZERİNDE ETKİLERİ

4.1. Tarihi Yapılarda Strüktür

Geleneksel yapılarda, taşıyıcı sistemi (strüktürü) oluşturan elemanlar, aynı zamanda mekanı sınırlayıcı elemanlardır. Sınırlandırma, düşey taşıyıcı elemanlar, yatay veya eğrisel örtü elemanları ile sağlanır. Düşey taşıyıcı elemanlar, sürekli (duvarlar) ve tekil (sütun ve ayaklar) olmak üzere ikiye ayrılır. Yatay taşıyıcılar, döşemelerdir. Eğrisel örtü elemanlar, kemer, tonoz ve kubbe başlıkları altında toplanır. Temeller ise, üst yapıdan gelen yükleri zemine aktarır [14].

4.1.1. Temeller

Tarihi yapılarda temeller yapının en önemli kısmıdır. Geleneksel yapı temelleri genelde iki şekilde yapılmıştır.

Yüzeysel Temeller (sık temeller): Genellikle sağlam zeminlerde yapılmış olan bu temel türleri, ayırık ve sürekli olabilmektedir. Ayırık temeller, ayak ve kolon altındaki bölümlerde kullanılmış, duvarların altında ise sürekli temeller tercih edilmiştir.

Derin Temeller: Dolgu, yumuşak veya sulu zeminlerde, zemine çakılan kazıkların oluşturduğu bir temel sistemidir. Bazı örneklerde kazıklar ahşap bir ızgara ile birbirine bağlanmıştır [14].

4.1.2. Düşey taşıyıcılar

Düşey taşıyıcılar; iki gruptan oluşurlar. Bunlar, sürekli ve tekil taşıyıcılardır. Bu elemanlar, üst örtüden gelen yükleri temellere aktarırlar.

Sürekli Taşıyıcı Elemanlar (Duvarlar): Yüklerin temellere aktarılmasında aracı görevinde bulunan duvarların, öncelikle yeterli dayanıklılığa sahip olması gerekmektedir. Duvarın kesitini belirleyen faktörler, mekan örtüsünden gelen eğik ve yanal deprem yükleridir. Bu nedenle, geleneksel yapılarda duvar genişliği arttırılmıştır.

Sütun ve Ayaklar: Mekan örtü yüklerinin tekil noktalardan iletilmesi halinde, düşey taşıyıcılar ayak ve sütunlardan oluşur. Bu elemanlar, biçimlerine göre ayak veya sütun (kolon) olarak adlandırılmaktadır. Sütun (kolonlar), genellikle tek parçalıdır. Ayak ise, en kesiti daha büyük olan ve duvar gibi örülerek yapılan bir düşey taşıyıcıdır.

4.1.3. Yatay taşıyıcılar - döşemeler

Yapılarda katları birbirinden ayıran ve üzerinde yürünen kısımdır. Taş yapılarda döşeme oluşturma amacı ile genellikle tonozlar kullanılmıştır. Tuğla veya taştan yapılmış olan tonozların üzeri dolgu malzemesi ile doldurulup üstüne de kaplama getirilerek oluşturulmuştur.

Taş yapılarda kullanılmış olan diğer bir döşeme türü ise, ahşap kirişli döşemelerdir. Bunlar belirli aralıklarla enine ve boyuna atılmış olan ahşap kirişlerden oluşmaktadırlar. Bu kirişlerin üzeri yine ahşap ile kaplanmaktadır [14].

4.1.4. Mekan örtü elemanları

Örtü sisteminin belirlenmesinde en önemli etken, desteksiz olarak en büyük açıklığı geçebilmek olmuştur. Bu amaçla, her devirde değişik taşıyıcı sistemler denenmiştir. Örtü elemanı olarak kemer, tonoz ve kubbe kullanılmıştır.

Kemer: İki sütun veya iki ayak arasındaki bir açıklığın üstünü örtmek için, uçları bu sütun veya ayaklara oturmak üzere yay şeklinde yapılan; ahşap, maden ya da kagir yapı elemanıdır. Mesnetlerinde gergi çekme çubukları olabildiği gibi gergi elemansızda yapılabilmektedir. Gergi çubuksuz yapılanların mutlaka güçlü duvarlara oturtulmuş olmaları şarttır veya ayak kısımlarında ağırlık kuleleri gerekmektedir. Tarihi yapılarda hep uygulanan dış yüzeyi taş kaplamalı tuğla duvar kemerler, deprem bölgelerinde mutlaka takviye edilmelidir [14].

Tonoz: Bir kemerin kendi düzleminde, dik doğrultuda ötelenmesi sonucu meydana gelen bir mekan örtü sistemidir. Yapısı ve yapımı aynen kemerler gibidir. Geleneksel yapılarda tonozlar, genellikle dikdörtgen planlı mekanların örtülmesinde

kullanılmıştır. Tonozların mesnet noktalarında ise yük aktarma elemanı olarak sürekli taşıyıcılar (duvarlar) kullanılmıştır.

Kubbe: Bir kemerin yayının, tepe noktasından inen dik eksenin çevresinde dönmesi ile meydana gelir. Kubbeler mesnetlerinde, sürekli taşıyıcı elemana gerek duyar. Bu nedenle, dairesel bir mesnede oturması gerekir. Dairesel mesneden dış çemberi boyunca çekme kuvveti mevcuttur. Kubbenin basıklığı kubbe yüksekliğinin kubbe çapına oranıdır. Basıklık arttıkça yatay yük vektörü düzlenmekte, yük değeri artmaktadır. Kubbenin bu yapısal özelliğini bilip, oluşturduğu kuvvetleri iyi mesnetlendirmek gerekmektedir. Kubbe yapıların en ağır kütleleridir. Oturdukları yapı sisteminin her iki yönde simetrik oluşması gerekmektedir. Sistemin tam simetrik olmadığı kubbeli yapılarda, büyük burulmalar oluşur [14].

4.2. Yapılara Etki Eden Yükler

Yapıların taşıyıcı sistemini oluşturan strüktürel elemanların asıl görevi, üzerine etki eden yükü zemine aktarmaktır. Bu yükleri doğal ve kullanım yükleri olarak ikiye ayırabiliriz. Deprem yükü tarihi yapıları zorlayan doğal yükler arasında en ciddi olanıdır [12].

4.2.1. Deprem ve deprem enerjisinin yapıya iletilmesi

Depremler, geçmişten günümüze kadar, yapıları yıkan, insanların canına ve malına zarar veren doğal felaketlerin başında gelir. Bu sebeple risk altında bulunan ülkelerde son yıllarda depreme karşı dayanıklı yapı tasarımında önemli yeniliklere imza atıldı. Yeni bir yapıyı depreme dayanıklı bir biçimde tasarlamak için yürürlükteki şartnamelere uygun tasarlamak ve yapıların depreme karşı davranışını iyi anlamak yeterlidir. Ancak, var olan bir yapıyı depreme karşı korumak çok daha zordur. Öncelikle yapının depreme karşı davranışını çok iyi anlamak ve tanımak gerekmektedir. Bunun içinde depremin ne olduğunu ve depremin yapılara ne şekilde etki ettiğini anlamak şarttır [12].

Depremin zemin yüzeyindeki herhangi bir noktada meydana getirdiği titreşim hareketi, genliğine, ivmesine, hızına bağlı olarak, bu nokta yakınındaki bir yapıya

aynen yansır. Bu yansıyan hareket sonucu yapıya iletilen enerji miktarı (E) yapının dinamik özelliği ve yapının biçimine bağlıdır.

Yapıların depreme karşı güvenliğini sağlamada enerji dağılımını gösterir formülünden yararlanılmaktadır. Bu formül;

$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$ olarak; verildiğine göre, burada:

E : Depremden yapıya iletilen enerji miktarı

E₁ : Yapının sahip olduğu kinetik enerji miktarı

E₂ : Yapının sahip olduğu potansiyel enerji miktarı

E₃ : Yapıda iç sönümleme ile yutulan enerji miktarı

E₄ : Yapıda plastik deformasyonlarla yutulan enerji miktarı, olarak gösterilmiştir.

Çok katlı yapıların çoğunda şiddetli bir deprem sırasında yapıya yansıyan enerjinin bir kısmı elastik enerjiye dönüşebilir, geri kalan ise diğer enerji formlarına özellikle termik enerjiye dönüşmek zorunda kalır ve yapı bu esnada enerji harcar. Eğer bu arta kalan enerjinin yutulması yanlış iç sönümleme ile gerçekleşirse, yapı ya hiç deformasyona uğramaz veya bir miktar kalıcı deformasyona uğrar fakat hasar oluşmaz. Yine bu arta kalan, elastik olarak depolanamayan enerji miktarı iç sönümleme ile tamamen harcanamaz ise, bundan geriye kalan enerji miktarı da yapı tarafından kendini hasara uğratmada, plastik deformasyon oluşturarak yatay rijitliğini azaltmada harcanır.

Rijit yapıların elastik deformasyon yapma kabiliyetleri çok az, iç sönümleme oranları da çok düşüktür. Bu sebeple rijit yapıya iletilen enerjinin tümü kinetik enerjiye dönüşür ve yapıyı hasara uğratır [15].

Bir yapının tasarımında yada güçlendirilmesinde elastik davranışı göz önünde bulundurarak, olası bir deprem sonrası yapıda kalıcı bir hasar oluşmasını önlemek mümkündür. Ancak, bu tür bir tasarım için gerekli olan dayanım çok yüksek olacağı

için bu çözüm ekonomik açıdan uygun değildir. Bunun yerine yapının elastik ötesi davranış göstermesine, yani bir miktar hasar görmesine izin verilir. Ancak azaltılmış deprem kuvvetleri ile tasarım yapılırken, yapının maruz kalacağı hasar her zaman kontrol altında tutulmalıdır. Bu da deprem yer hareketi özelliklerinin yapısal hasar üzerindeki etkilerinin çok iyi bilinmesini gerektirir [16].

4.3. Sismik Hasar Değerlendirilmesi

Yer hareketleri sırasında elastik ötesi davranış gösteren sistemlerin yapısal hasara uğraması beklenmektedir. Fakat gerçek yapılardaki hasar mekanizmalarının karmaşıklığı, yapısal hasarın net olarak tanımlanmasını zorlaştırmaktadır. Hasara etki eden belli başlı parametreler, dayanım, rijitlik, deformasyon kapasitesi ve bunların yapısal sistem içindeki dağılımıdır. Bu parametreler sismik hasara karşı belli bir kapasiteyi simgelerler. Buna karşın, yer hareketlerinin yapısal sistemden talep ettiği davranış maksimum deplasman, süneklik, dayanım ve rijitlik azalımı parametreleri ile ifade edilebilir. Sismik hasar da bir bakıma yapısal anlamda bu arz ve talep parametrelerinin birbiriyle karşılaştırılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Ancak sismik hasarın tayini teorik olarak görüldüğü kadar kolay olmamaktadır [16].

4.4. Strüktürel Analiz

Bilindiği üzere, Tarihi yapıların ve anıtların mevcut ve/veya olabilecek yüklere, etkilere karşı korunmasına, sağlamlaştırmasına mühendislik açısından yapılan katkılar yapısal davranışın belirlenmesi aşamasından itibaren önem kazanır.

Sismik olarak aktif olan bölgelerde ki tarihi yapılarda kullanılacak onarım ve güçlendirme tekniklerinin belirlenmesinde, beklenen depremlerin ve bölgesel zemin şartları ile deprem yükü altındaki zeminin dinamik davranışları, yapı sistemlerinin özellikleri ve mukavemetleri, yapı elemanlarının deformasyon karakteristikleri (süneklik) ve bu yapılardaki malzemeler, beklenen yer hareketleri altında yapısal sistemin cevabının doğru olarak bilinmesi önemlidir.

Strüktürel analizin yapıların davranışını anlamak bakımından çok önemli olduğu tartışılmaz bir gerçektir. İlk olarak, söz konusu yapının hangi durum ve koşullar için

strüktürel analizinin yapılacağı belirlenmelidir. Örneğin, bir yapının düşey yük ve deprem yükleri için yapılacak olan analizi tamamıyla ayrı yaklaşımları içerir. Düşey yük analizi için, yapının taşıyıcı sistemini belirleyen ana çerçeveler kendi düzlemleri içerisinde ayrı ayrı çözülebilirler. Ancak, deprem hesabı için yapının tamamını üç boyutlu olarak göz önüne almak gerekmektedir.

Strüktürel analizin ilk aşaması, analizi yapılacak olan yapı elemanlarının matematiksel modelinin hazırlanmasıdır. “Matematiksel model ya da analitik model”, yapı elemanlarının geometrik özellikleri ve malzeme özelliklerinin matematiksel terimler ile tanımlanmasıdır. Analitik modellemenin amacı, yapının tamamının, belli bir bölümünün ya da strüktürel elemanlarının çeşitli yükler veya fiziksel etkiler altında gerçek davranışının gözlenmesini sağlamaktır. Matematiksel model hazırlandıktan sonra, model üzerine, şartnamelere uygun olarak hesaplanan yükler uygulanır ve yapının verdiği tepkiler saptanır [12].

4.5. Tarihi Yığma Yapıların Dinamik Özellikleri

Tarihi yapılar, genellikle ağır ve rijit yapılardır. Deprem etkilerine karşı rijit cisim davranışı gösterirler. Yatay zemin hareketleri sonucu her bir nokta yaklaşık aynı deplasmanı yapar. Titreşim periyotları çok küçük olup $T=0,15 - 0,45$ sn. arasında değişir. Ağır olmaları sonucu deprem kuvvetleri de çok büyük olur. Bu nedenle deprem riski bu tür yapılarda çok büyüktür [15].

Yapıların dinamik özellikleri periyotları, mod şekilleri ve sönüm oranlarıdır. Yığma yapılar çok rijit yapılar olduğu için doğal titreşim periyotları genellikle çok küçüktür.(0.05-0.20 saniye civarında). Bir yapının periyodu kat yüksekliği, eni, boyu ve dolu duvar oranı ile ilgilidir. Yüksek yapıların periyodu uzun olur. Eni ve boyu büyük yapıların ise periyotları kısa olur. Deprem esnasında yapıda hasar meydana gelir ve çatlama olursa periyodu uzar. Yapı rijitliği arttıkça periyodu kısalmaktadır. Mesela betonarme çerçeve yapıların periyodu yığma yapıların periyodundan uzundur. Betonarme perde yapıların ise periyodu kısadır. Betonarme yapılarda periyot ile kat adedi arasında yaklaşık şöyle bir ilişkinin olduğu kabul edilir [17].

$$T=(0.1-0.07)N$$

N kat adedidir. Mesela 20 katlı betonarme bir yapının periyodu 1.6-2.0 saniye civarında olur. Betonarme yapıların periyotları çok sayıda ölçüm ile saptanabilmesine karşın yığma yapılar için sınırlı sayıda ölçüm yapılabilmektedir. Bu ölçümlere dayanarak yukarıdakine benzer şekilde şöyle bir formül verilebilir.

$$T=(0.035) N$$

Ancak sınırlı sayıda deney için bulunan bu değerlerde çok dikkatli olunmalı, bu yapı periyotlarının 0.05-0.20 saniye arasında değişebileceği kabulü genellemenin ötesine geçmemelidir. Bu değerlerde yığma yapıların rijit yapılar olduğunu göstermektedir.

Sağlam zeminlerde kısa periyotlu yapılara büyük ivmelerin geldiği, yumuşak zeminlerde ise uzun periyotlu yapılara büyük ivmelerin geldiği görülmektedir. Yığma yapılar kısa periyotlu yapılar olduğundan depremde büyük ivmelerin gelmesini önlemek için yumuşak zeminlere yapılması daha uygun olacaktır. Gerçektende birçok depremde sağlam zemin üzerindeki yığma yapıların daha çok hasar gördüğü gözlenmiştir.

Yığma yapılar rijit olmalarının yanında gevrek niteliktedirler. Kırılma ve çatlama olduktan sonra yığma yapılar taşıma güçlerini hızla yitirirken, Betonarme binalarda çatlama ve kırılmadan sonra taşıma gücü kaybı yavaş bir biçimde azalır, aniden oluşmaz. Yapı çatladıktan sonra bir süre eski yük taşıma gücünü korur [17].

Yapıların sönüm oranı yapının dıştan gelen dinamik etkiyi giderek harcaması olarak nitelenebilir. Sönüm oranı periyot ve yapı elemanlarındaki gerilme düzeyi gibi faktörlere bağlıdır. Genellikle kısa periyotlu yapıların sönüm oranı küçüktür (%2-5 gibi). Depremde hasar gören bir yapı çatladığında çatlak yüzeyler arasındaki sürtünmeden dolayı yapının sönüm oranı artar ve yüksek bir düzeye ulaşır (%5-10 gibi). Yığma yapılar hem kısa periyotlu hem de düşük sönümlü olmalarından dolayı depremde yüksek yatay kuvvetlere maruz kalırlar ve hasar gördükleri vakit hem periyotlarında hem de sönüm oranlarında artış olur, bu yüzden yapıya gelen deprem kuvvetlerinin azalması söz konusu olur ancak bu önemli mertebeye ulaşmaz [17].

4.5.1. Tarihi yapıların titreşim frekansı

Tarihi yapı sisteminin tanımlanması, deprem davranışı ve performansının belirlenmesine yönelik araştırmalar ilk adım olarak yapının doğal titreşim frekansının bulunması ile başlar. Bu titreşim frekansı, çevrel titreşim deneyleri yada üç boyutlu sonlu elemanlar analizi ile yapılabilir.

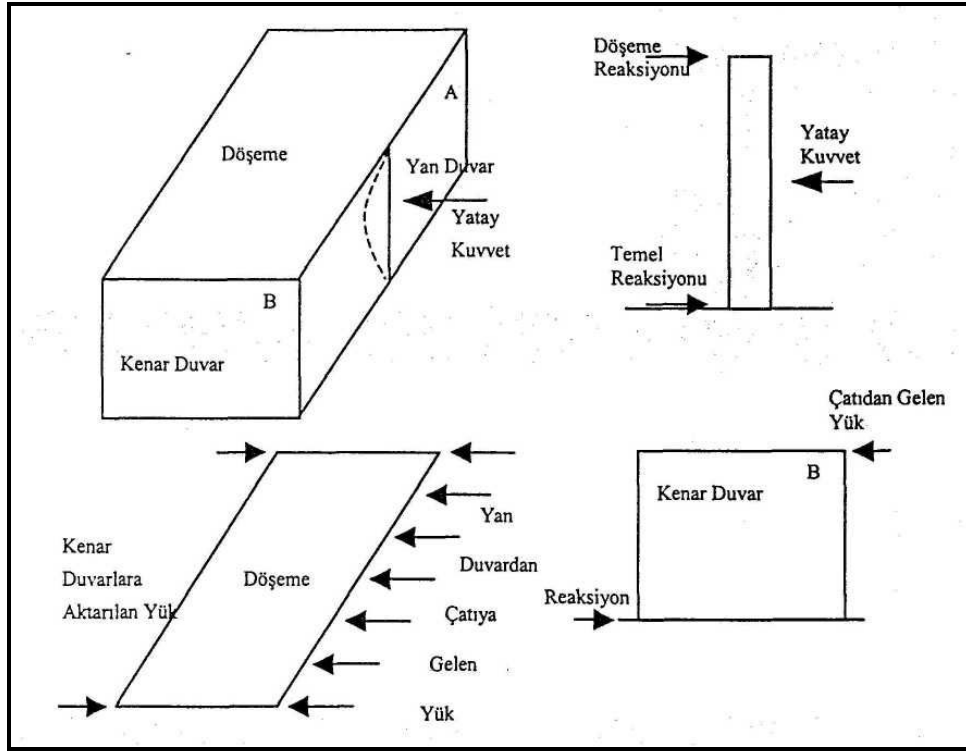
Çevrel Titreşim Deneyleri: Yapının çeşitli bölgelerine (kemerlerin tepe noktaları, ayaklarla mesnetlendiği noktalar gibi) yerleştirilen hassas sismometreler ile alınan çevrel titreşim kayıtlarından yararlanılarak, yapıların temel dinamik karakteristiklerinden birini oluşturan doğal titreşim frekansı bulunabilir

Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Frekansların Hesaplanması: Tarihi yapıların doğal titreşim frekanslarının analitik olarak hesaplanabilmesi için, yapı taşıyıcı sistemi tümü il üç boyutlu sonlu elemanlar kullanılarak doğal titreşim frekansları sayısal olarak elde edilebilir [18].

4.6. Depremlerin Tarihi Yapılar Üzerindeki Etkileri ve Deprem Hasarları

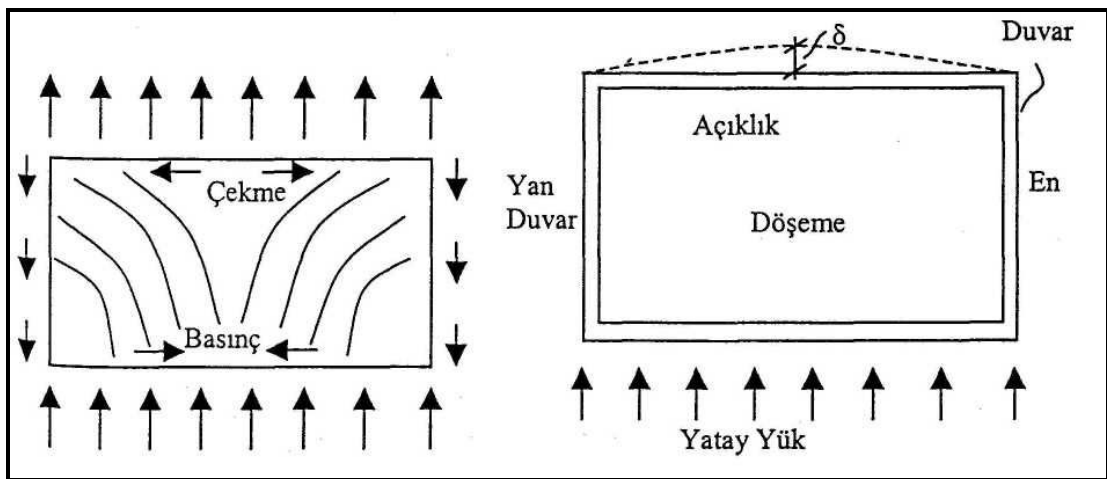
Kagir yapıların düşey yüklere ve yatay deprem yüklerine dayanımı; duvar geometrisine, kullanılan malzeme dayanımına, yığma blokların birleştirilme şekline bağlıdır. Deprem sırasında yığma kagir yapılarda karşılaşılan başlıca hasarlar: duvarların düzlemi içinde kesme çatlaklarının oluşması, düzlemi dışında devrilmesi, duvarların köşelerden ayrılması ve döşemelerin duvarlardan ayrılıp yıkılmasıdır. [19]

Depremde yığma yapılara gelen yatay kuvvetler düşey elemanlar tarafından alınır. Yığma yapılar depreme karşı tepkilerini deprem kuvvetinin olduğu yöndeki paralel duvarlar sayesinde karşılarlar. Şöyle ki deprem kuvvetine dik yöndeki duvarlar temelden ve üst döşemeden mesnetli bir kiriş gibi davranarak kendisine gelen kuvvetin bir kısmını temele bir kısmını ise döşemeye aktarır. (Şekil 4.1) Üst döşeme ise bu duvarlardan gelen kuvvetleri ve kendi kuvvetini yandaki duvarlara yani depreme paralel yöndeki duvarlara aktarır. Döşeme yan duvarlara mesnetli kiriş gibi davranır.



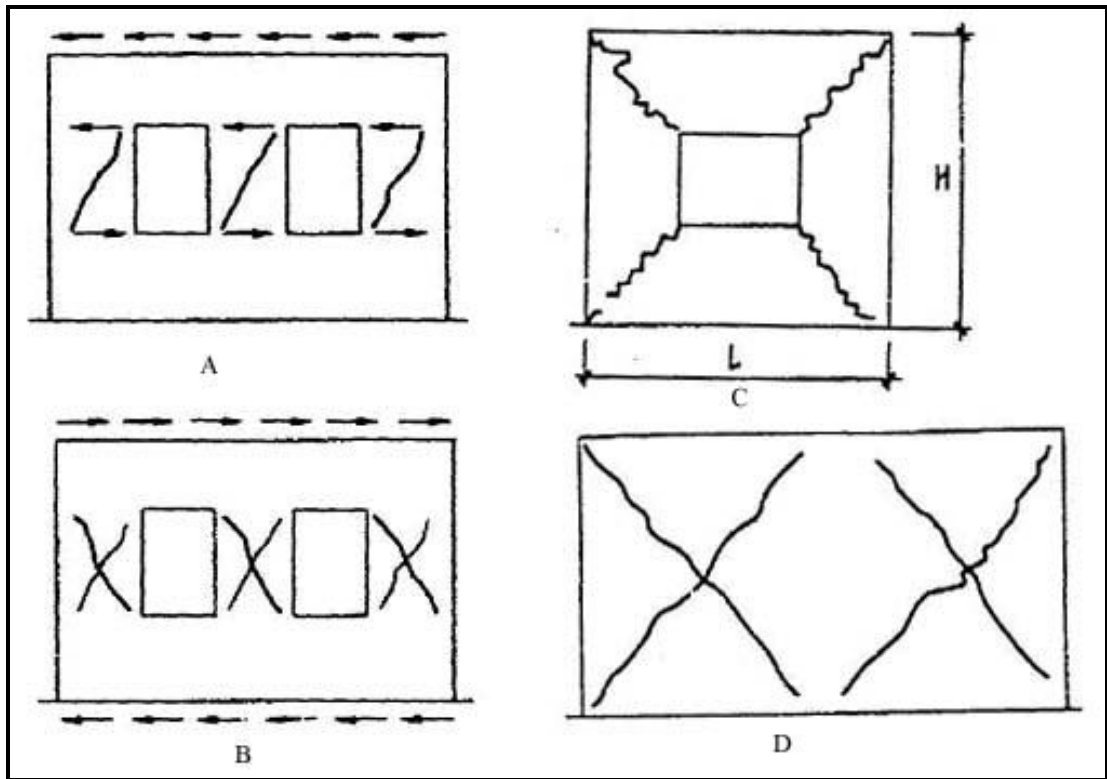
Şekil 4.1. Yığma yapılarda yatay kuvvetlerin dağılımı [17].

Burada sözü edilen biçimde bir kuvvet aktarılması işleminin gerçekleşebilmesi için çatı ya da kat döşemesinin belli bir rijitliğinin olması yani kendisinin deformasyon yapmaması gerekir. (Şekil 4.2)



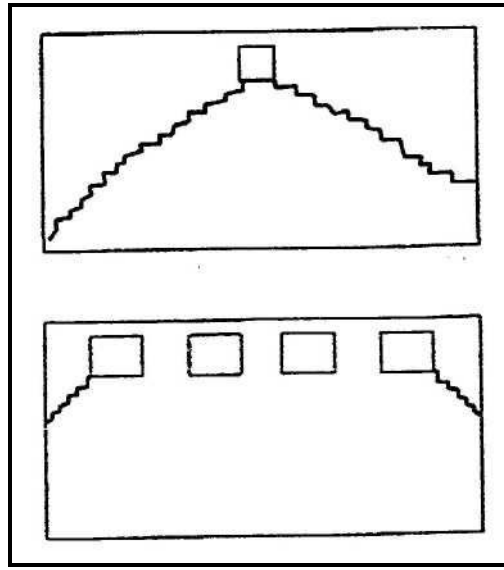
Şekil 4.2. Döşemde oluşan gerilme dağılımı, yatay yük altında döşeme ve duvarda deformasyon [17].

Bu durumda yatay kuvvetler duvarlara rijitlikleri ile orantılı olarak dağılabilirler. Ancak bu işi değişik döşemeler değişik güçlükte başarırlar. Bu işi en iyi başaran betonarme döşemedir. Yığma yapılardan beklenen kutu davranışının sağlanmasında döşeme rijitliği önemlidir. Duvar yüksekliği fazla olduğunda da bu davranış sağlanamayabilir. Depreme paralel yöndeki bu duvarlar ise döşemeden gelen kuvvetler ile temel reaksiyonu etkisi altında kesme kuvvetlerine maruz kalmaktadır. Bu yüzden Kagir yapılarda deprem yükünün zemine aktarılması esnasında duvarda kesme gerilmeleri oluşur. Duvarın kesme dayanımı aşılsa, dolu duvarda 45 derecelik eğik çekme çatlakları oluşur. (Şekil 4.3 A-B-C-D) Büyük düşey basınç gerilmeleri varsa bu açı 45 dereceden daha büyük olur. Deprem iki yönlü hareket olduğundan diğer yönde de eğik çekme çatlakları oluşur. Eğik çekme çatlakları bir kere duvarı zayıflattıktan sonra duvar daha önce bir problem olmadan taşıyabildiği düşey yükleri de taşıyamamaktadır. Böylece eğik çekme çatlaklarından sonra düşey basınç çatlakları da oluşmaktadır [20].



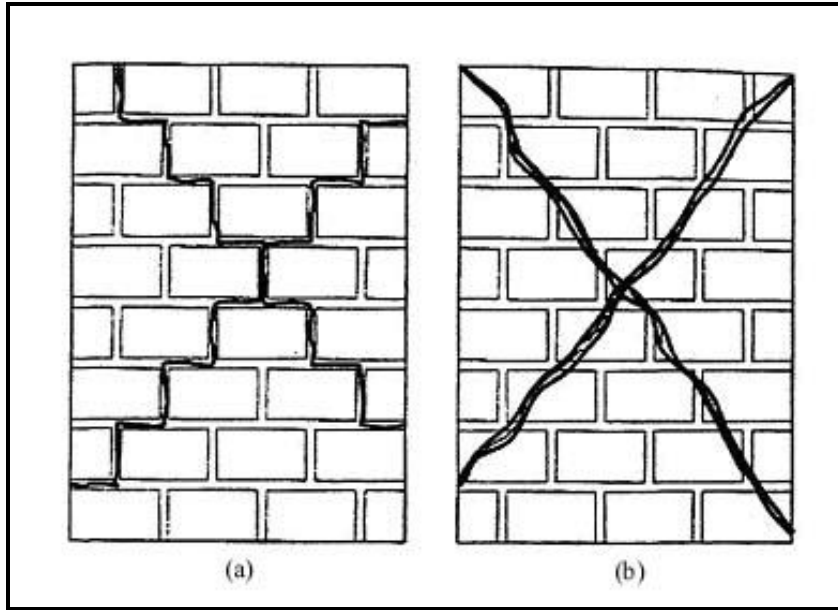
Şekil 4.3. Yığma yapı duvarda çatlak oluşumu (A-B-C-D)

Yapı titreşimine neden olan kuvvetler çatlakları oluşturdukça yapıdaki dinamik karakteristikler değişir; doğal frekans azalır ve yer değiştirmeler artar. Yanal hareket devam ettikçe düşey yük ve sürtünme etkisiyle çatlaklar birbirini kesip duvar yüzeyinde bağımsız duvar blokları oluşturur ve çatlaklar doğrultusundaki hareket artar. Titreşim periyodu uzayan kagir yapının rijitliği azalır. Duvardaki boşlukların dağılımı da çekme çatlaklarının farklılaşmasına sebep olur (Şekil 4.4) [20].



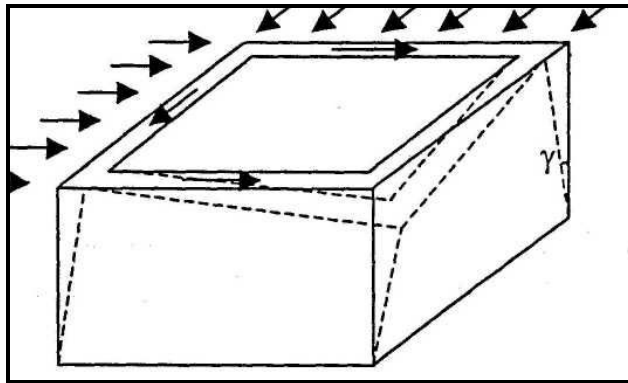
Şekil 4.4. Çeşitli faktörlerin duvar çatlaklarına etkisi

Kagir yapıların davranışında duvarı oluşturan blokların basınç dayanımı da önemlidir, çünkü blokların çekme dayanımı çok küçüktür. Bu nedenle duvarın düzlemi doğrultusunda ve düzlemine dik etkiyen dış yükler elemanın çekme kapasitesini aştığında çatlaklar ortaya çıkar. Harç dayanımı tuğla dayanımından düşük ise eğik çekme çatlakları derzlerden geçer. Harç dayanımı tuğla dayanımından daha yüksek ise çatlak tuğlayı da keser (Şekil 4.5) [21].



Şekil 4.5. Yığma duvarların kırılma biçimleri (a-b)

Yığma yapılarda meydana gelen bir diğer hasar biçimi de yapı köşelerinde meydana gelen hasarlardır. Bilindiği gibi deprem yapıya her iki asal ekseninde etki etmektedir.

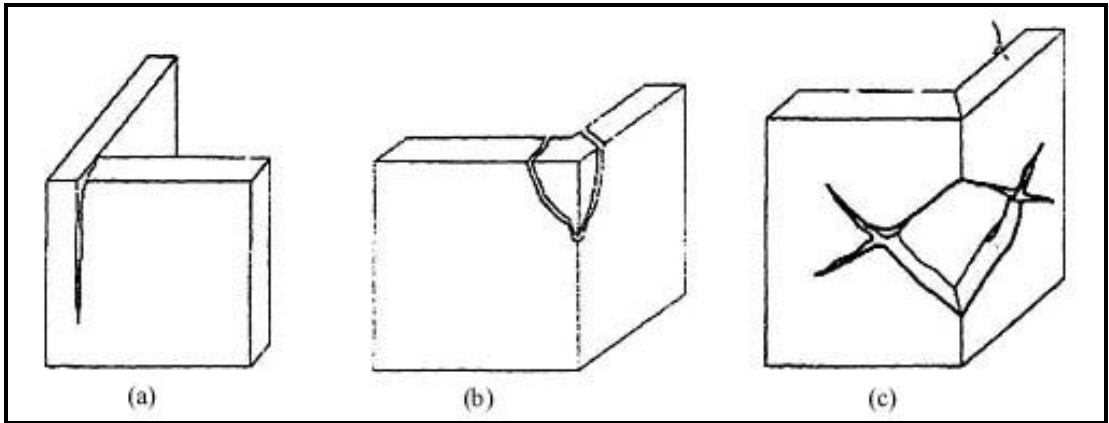


Şekil 4.6. Yapı köşelerinin durumu

İki yönlü kuvvet oluşmasından ötürü yapı köşelerinde duvarlar birbirlerini düzlemleri dışına itmeye çalışırlar. Bu iki yönlü yükleme altında yığma yapı köşesinin durumu Şekil 4.6' da verildiği gibidir. [20]. Köşe hasarları,

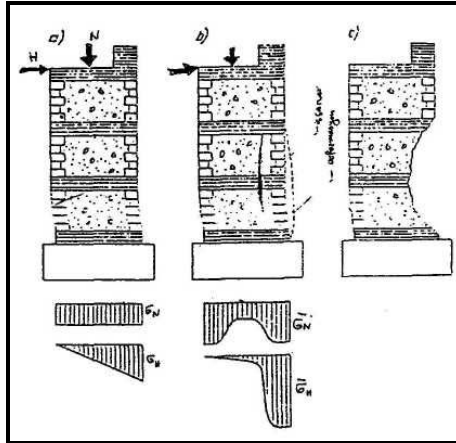
- Duvarların köşede yeterli bir örgü düzeni ile bağlanmamış olması
- Yüksek ve uzun duvarların yetersiz rijitlikte bir çat sistemiyle bağlanmış olması

- Kesişen duvarlara depremde gelen büyük zorlamalar nedeniyle oluşabilir. Şekil 4.7' de verilen köşe hasar örnekleri henüz çatlakların ilk oluşmaya başladığı aşamaları göstermektedir. Daha sonraki aşamalarda çatlaklar genişlemekte ve bütün duvara yayılmaktadır. Çatlakların genişlemesi ile duvar dağılmakta ve düşey yükleri taşıyamaz duruma geldikten sonra ezilen duvar yıkılmakta ve bununla birlikte yapının döşemesi üst üste yığılarak göçmektedir [20].



Şekil 4.7. Yığma yapı köşe hasar biçimleri a) Birbirine yeterli bir örgü ile bağlanmamış yağma duvar köşelerinde deprem hasarı b) Yüksek ve uzun duvarların yetersiz rijitlikte bir çatı sistemi ile bağlanmış olması sonucu oluşan hasar biçimi c) Kesişen duvarlara depremde gelen zorlamaların büyüklüğü nedeni ile oluşan hasar biçimi.

Taş - kagir olarak inşa edilmiş tonoz ve kasnaklı kubbelerden oluşan ağır rijit yapılarda deprem yükleri genellikle "düşey perde" gibi çalışan ve kesme kuvvetleri etkisinde kalan duvarlar tarafından alınır. Duvarlar "ters kemerlerden" oluşan rijit bir temele ankastre olarak bağlı konsol kirişler gibi çalışır. Duvarlar düşey örtü yükleri ve yanal deprem yükleri etkisine karşı Şekil 4.8'de gösterildiği gibi

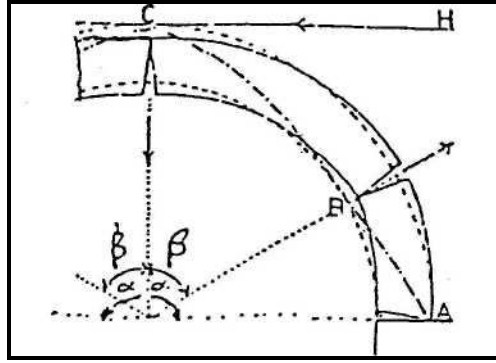


Şekil 4.8. Beden duvarların davranışı

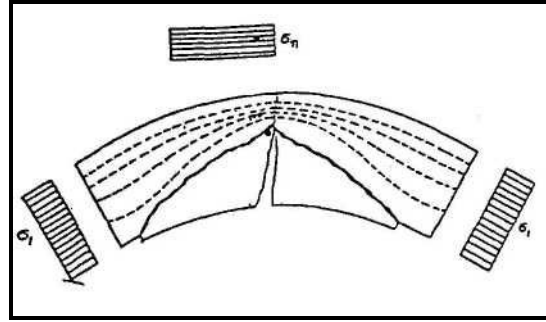
davranış gösterir. Deprem kuvvetlerinin artması sonucu "içte oluşan" çatlak sonucu bir duvar bölümünün duvardan kopması ile duvar kesiti küçülür ve duvar taşıyıcılığını yitirir [22].

Deprem kuvvetleri ile duvar kesiti içinde çekme ve basınç gerilimleri oluşur. Duvar harcının çekmeye karşı mukavemetinin çok düşük olması durumunda büyük hasar oluşabilir.

Duvarların tonozlarla yüklü olması durumunda da, tonozlardan gelen itki kuvvetleri ile deprem kuvvetleri ile oluşan yanal yükler büyür. Duvar daha da kritik duruma girer. Tonozların mesnet duvarları, tonoz yüklerini temel kesiti içine yönlendirir. Tonoz duvardan oluşan sistemin deprem etkisinde kalması durumunda duvar boyutlarının belli güvenliği sağlayamaması durumunda Şekil 4.9–4.10'da gösterildiği gibi tonozda plastik mafsallar olur ve tonozda çatlaklar oluşur. Plastik mafsalın olduğu tonozun anahtar noktasında çatlak giderek büyür ve gerilme yığılmaları sonucu tonozda arızalar gittikçe artar ve sistem göçer [22].



Şekil 4.9. Yarım daire tonozda plastik mafsalların oluşması



Şekil 4.10. Tonoz anahtar noktasındaki mafsallaşmadan sonra oluşan gerilmeler [22]

5. TARİHİ YAPILARDA YAPISAL DAVRANIŞLARIN TESPİTİ

Tarihi yapıların onarımı ve/veya güçlendirilmesi en çok geçmişteki deprem durumlarına ve gelecekte meydana gelmesi sıkça öngörülen yer hareketlerine, yapısal deformasyon ve çatlaklarına ve onlar kadar da yapıda kullanılan malzemelere ve yapım metotlarına bağlıdır. Güçlendirme işleminden önce, mevcut sistemin tespiti ve varsa oluşan hasarların ve zamana bağlı bozulmanın belirlenmesi gerekir.

Tarihi yapıların olası hasar nedenlerinin bilinmesi ve güçlendirilmesi için yapılacak müdahaleden önce; yapının geçmişinin, varsa çatlak ve deformasyonlarının, taşıyıcı elemanların röleve ve yük taşıma mekanizmasının, malzeme karakteristiklerinin ve mukavemetlerinin, yük dağılımlarının, temel, zemin ve geoteknik özelliklerinin, yapım tekniklerinin bağlayıcı elemanlarının strüktürel açıdan aksaklıkları, yapı malzemesindeki sorunlar gibi faktörlerin belirlenmesi gerekir.

Bu durumun belirlenmesi, hasar nedenlerinin teşhis edilip araştırılması ve analizlerin yapılması için, uzmanlar arası bir çalışma olmalıdır. Örneğin, taşıyıcı sistem ile ilgili farklı oturma, dönme, ezilme, kayma çatlama, malzemedeki bozulmalar ve yanlış onarımların neden olduğu hasarların teşhis ve çözümü için, zemin ve strüktür mühendisleri, yapı fiziği uzmanları, kimya mühendisleri gibi disiplinlerden yardım alınmalıdır.

Yapıda meydana gelen strüktürel sorunların olduğunun en büyük göstergeleri kagir duvarlarda oluşmuş çatlaklardır. Çatlakların boyutları, hareket edip edemedikleri bize yapıda hareketlerin devam edip etmediğine dair ip uçları vermektedir. Kagir duvarlarda oluşmuş bu çatlaklar üzerinde çeşitli yöntemler ile yapılacak araştırmalar sonunda gerekli bilgilerin edinilmesi mümkün olmaktadır [23].

Bu belirlemeler yerinde ve/veya laboratuvar ortamında yapılacak deney ve ölçümlerle desteklenmelidir. Tespit aşamasından sonra, yapısal analiz aşamasına geçilerek özellikle karmaşık ve büyük boyutlu yapılarda ciddi bir modelleme yoluna gidilerek, yapı bütün elemanlarıyla üç boyutlu olarak modellenmeli, statik, dinamik, mesnet hareketi, ısı durumları ve hatta lineer olmayan analizleri yapılmalıdır [1].

Tüm bu analizlerin ışığında yapı bileşenlerinin mevcut durumu, bunların yapı dayanımına katkısı ve yapının tümü üzerindeki davranışa etkileri artık ortaya konulabilir.

Tanımlanan bu veriler, tarihi yapıların depreme karşı tepkilerinin nasıl olduğunun belirlenmesinde önemlidir. Bununla birlikte bu tip yapıların sismik analizlerinde modern yapı ve binalarda kullanılan deprem katsayılarının kullanılması mümkün değildir. Dolayısıyla bu tür yapılarda, modern yapılarda olduğu gibi yaklaşık yöntemler yerine ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır [1].

Bu yapı sistemlerinin analizi 2 aşamada yapılmalıdır.

- Birinci aşama, yapı elemanları ve yapının oturduğu zeminle ilgili gözlem ve deneyleri kapsamaktadır. Yapının her ayrıntısı ile ilgili gözlem ve deneylerde, yapı temeli, zemin yapısı, yapısal hareket, yapı malzemesinin mukavemet değerleri ile yoğunluğu ve rutubet tespiti gibi değerler bu aşamada hesaplanmalıdır.
- İkinci aşama ise statik ve dinamik yükler ile ısı, mesnet hareketi ve çevresel etkiler altındaki yapısal davranışı ve yük dağılımlarının hesaplanmasıdır, Bu hesaplama, taşıyıcı sistemlerin yük taşıma ve dağılımlarının belirlenmesi ile yapısal davranışın tespiti ki, bunlar günümüzün bilgisayara dayalı sayısal hesap metotları yardımıyla mümkün olabilmektedir [1].

5.1. Zemin ile İlgili Sorunların Araştırılması ve Teşhisi

Bu çalışmalar zemin ve strüktür mühendisleri denetiminde yapılmalıdır. Zaman içerisinde çeşitli sebeplerle yapı temellerinde bozulmalar oluşabilir. Yapı temelindeki bu sorunların nedenleri genellikle; Yeraltı su seviyesinin değişmesi, Ahşap kazık temellerinin çürümesi, Yapıya ek yüklerin gelmesi veya mevcut taşıyıcı elemanlarda yapılan değişiklikler, Taşıyıcı öğelerde oluşan çatlaklar, Yapı çevresinde veya altında yapılan kazı çalışmaları, Deprem etkisi, Yeraltı ve kara trafiğinin yarattığı titreşimler gibi faktörlerin etkisi sonucunda oluşmaktadır. Temellerde hasar nedenlerinin tespiti iki şekilde yapılmaktadır:

- 1) Yerinde yapılacak araştırmalar - foraj ve sondajlar,
- 2) Laboratuvar araştırmaları - örnekler üzerinde yapılan araştırmalar [14].

5.1.1. Yerinde yapılan araştırmalar

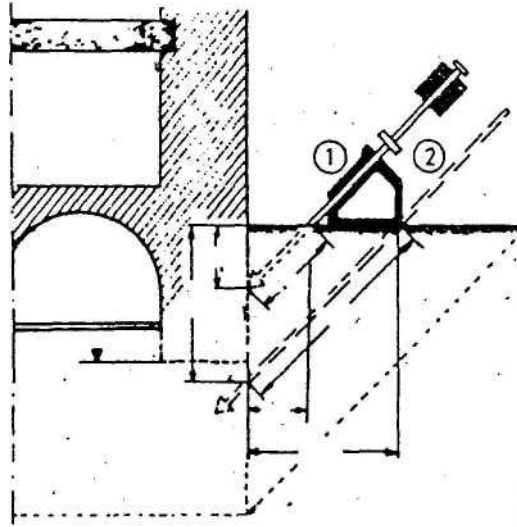
Zeminin durumunu incelemek için sondaj ve foraj yöntemleri kullanılmaktadır. Bu bilgiler ışığında yapıda oluşmuş hasar (çatlak) nedenleri ve oluşabilecek hasar türleri tespit edilir.

Zemin Katmanlarının Saptanması: Zemin katmanları foraj ve sondaj çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda saptanmaktadır. Bu numuneler üzerinde laboratuvar ortamında yapılan araştırmalarla zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri saptanmaktadır.

Zemin Direncinin Saptanması: Zemin direncinin saptanmasında üç yöntem kullanılmaktadır. Bunlar, penetrasyon deneyi, özel sondaj ve statik sondaj yöntemleridir.

Temel Derinliklerinin Belirlenmesi: Temel derinliklerinin belirlenmesinde, Eğik sondaj ve kontrol kuyuları açılması yöntemleri kullanılır.

Eğik Sondaj ile Temel Derinliğin Belirlenmesi: Eğik sondaj geleneksel yapılarda mevcut temel derinliğini belirlemek amacıyla kullanılır. Sondaj aleti 45° eğilimli olarak yapıya belirli uzaklıkta yerleştirilir ve matematiksel formüller aracılığı ile temel derinliği hesaplanır (Şekil 5.1) [14].



Şekil 5.1. Eğik sondaj yöntemi [14]

Kontrol Kuyuları Açılarak Temel Derinliğinin Belirlenmesi: Yapı kenarlarında açılan kontrol kuyuları ile yüzeysel temellerin biçimi ve derinliği hakkında bilgi edinilebilir. Aynı zamanda, ahşap kazıklı temellerin başlık kotu ve yeraltı suyunun başladığı kot belirlenebilir [14].

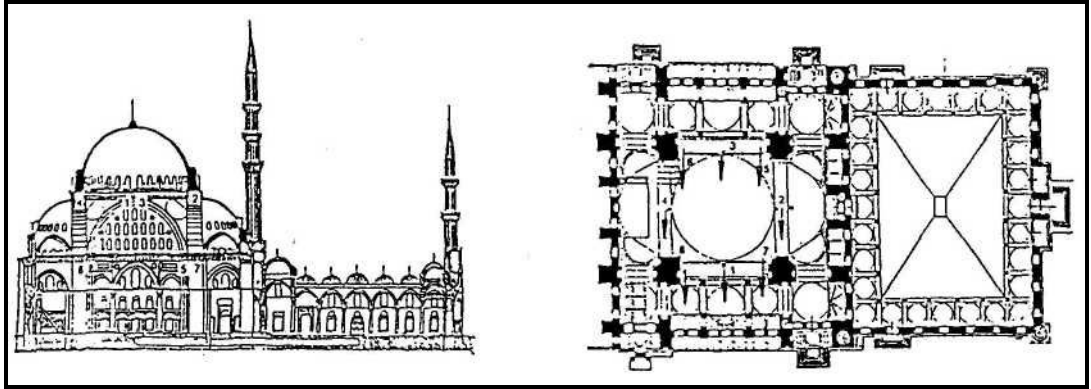
5.1.2. Laboratuarlarda yapılan araştırmalar

Laboratuar çalışmaları alınan numuneler üzerinde zemin mekaniği uzmanları tarafından yapılmaktadır. Numuneler üzerinde yapılan bu çalışmalar sonucunda; Zemin türleri, Zeminlerin doluluğu ve boşluğu, Zemindeki su miktarı, Zeminlerin kayma direnci, zemin sıkışması, zemin içindeki dengeler gibi zemin özellikleri hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır.

5.2. Üst Yapı İle İlgili Sorunların Araştırılması ve Teşhisi

Tarihi yapının taşıyıcı sistem sağlamlığının belirlenmesi üç şekilde yapılır:

- 1) Yapı üzerinde yapılan mekanik deneyler,
- 2) Yapı ile ilgili yapılan araştırmalar,
- 3) Yapı malzemesinin laboratuar ortamında araştırılması.



Şekil 5.3. Süleymaniye Camii çevresel titreşim deneylerinde sistometrelerin konumlanması [14]

Doğal titreşim sonucunda elde edilen yanal ötelenme ve burulma modlarına ve bunlara karşı gelen doğal titreşim frekansları hesaplanabilmekte, kayıt altına alınabilmektedir.

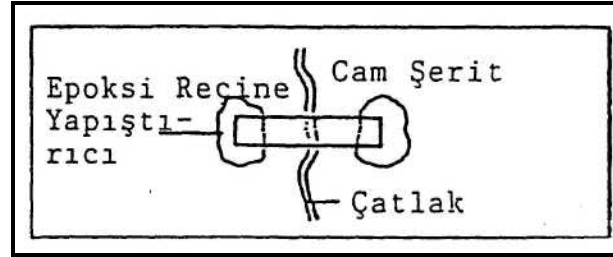
5.2.2. Yapı ile ilgili yapılan araştırmalar

Bu araştırmalar, yapı üzerinde çatlak hareketleri, ısı, nem ve yapının deprem karşısındaki davranışı gibi özellikleri belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Değişik noktalara yerleştirilen ölçüm aletlerinin belirli periyotlarla veya sürekli olarak verileri kayıt etmesi ve analitik yöntemlerle bu verilerin değerlendirilmesi ile sonuca ulaşılmaktadır.

Yapı elemanlarının ve strüktürün mevcut durumlarının tespit edilmesi ne kadar önemliyse, strüktürün zaman içerisinde ki yapısal davranışının gözlenmesi de önemlidir. Yapılar üzerindeki taşıyıcı sisteme ilişkin bozulmaların en önemli belirtisi çatlakların oluşumudur. Çatlakların, zaman içindeki hareketleri özellikle alt yapıya ilişkin ipuçları vermektedir. Çatlakların, hareketli olup olmadıkları veya hareket miktarları değişik yöntemler ile ölçülebilmektedir. Bunlar: [14]

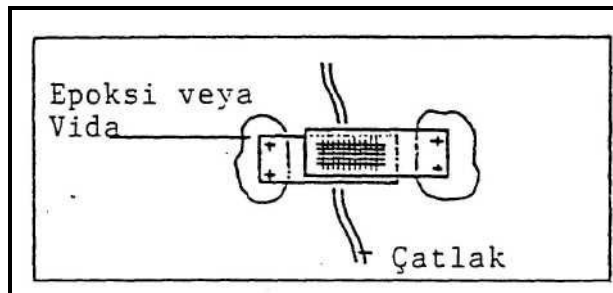
Çatlakların alçı ile sıvanması: Bu yöntemde çatlakların bulunduğu bölümler alçı ile sıvanmaktadır. Çatlak üzerinde bulunan alçının kırılması yapıdaki hareketlerin devam ettiğini göstermektedir.

Cam levhalar kullanılarak (Tell-Tales): Çatlak üzerine yerleştirilen cam levha iki tarafından alçı ile duvara tespit edilir. Zaman içinde cam levhanın kırılması çatlağın hareketliliğini, zemindeki oturmaların devam ettiğini gösterir (Şekil 5.4).



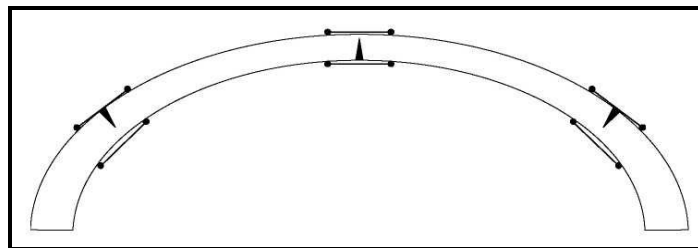
Şekil 5.4. Cam levha (Tell-Tales) yöntemi [23]

Kayan Yüzeyler Arasındaki Skala Yöntemi: Çok düz duvarlarda uygulanması mümkün olan bu yöntemde; iki cam arasına yerleştirilmiş ölçülü bir skala hareketin ölçüsünü ve yönünü tespit etme imkanı vermektedir (Şekil 5.5) [23].



Şekil 5.5. Kayan yüzeyler arasındaki skala yöntemi [23]

Fiber Optik Sensörler: Bu görüntüleme sistemleri, belli noktalara yerleştirilmiş fiber optik sensörlerden oluşan bir ağıdır (Şekil 5.6).

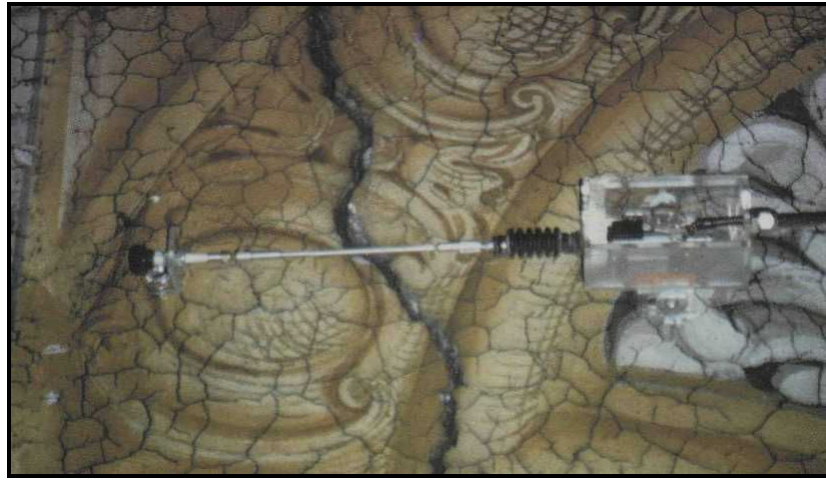


Şekil 5.6. Fiber optik sensörlerin bir kemer yada tonozda yerleştirilmesi

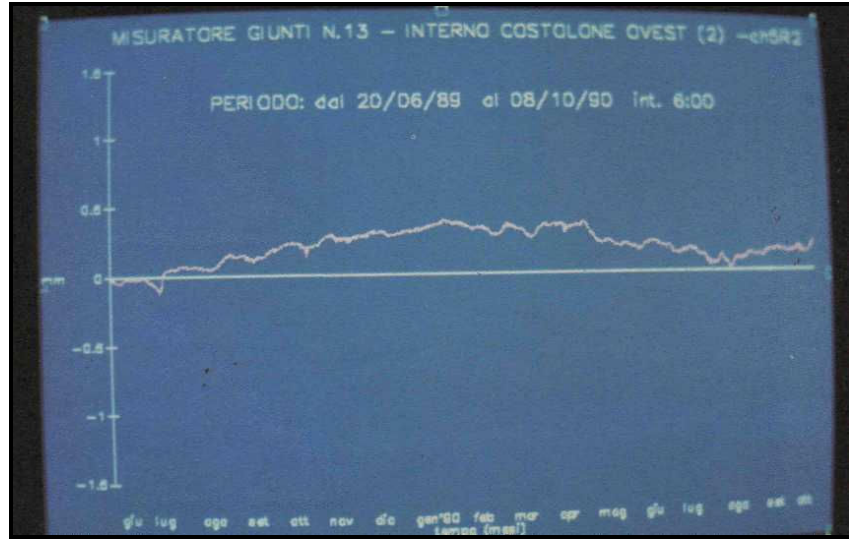
Çatlak monitörü (Monitoring Systems): Isısal genleşmeler, dinamik etkiler gibi nedenlerden kaynaklanan kütleli hareketlerin ve deformasyon değişimlerinin bir sistem vasıtası ile gözlenip kayıt altına alınmasına dayanır. Bu sistem, genel olarak üç farklı aşamada önem arz ediyor.

- 1) Güçlendirme faaliyeti için yapılan ilk tasarımlarda mevcut çatlak ve deformasyonların hala aktif mi, yoksa periyodik olarak mı geliştiğini,
- 2)Güçlendirme çalışmaları sırasında, kısmi müdahalelerin etkilerinin değerlendirilmesi,
- 3)Güçlendirme çalışmaları bittikten sonra sistemin ne kadar verimli olduğunun tespitinde belirleyici olabilir.

Bu cihazlar sürekli yada periyodik olarak, deformasyon, yer değiştirme eğilimi ve mukavemet gibi fiziksel parametreleri ölçerler (Resim 5.1) Zaman içerisinde ki gerçekleşen değişimler ise çeşitli cihazlarla görüntülenir (Resim 5.2) [24].

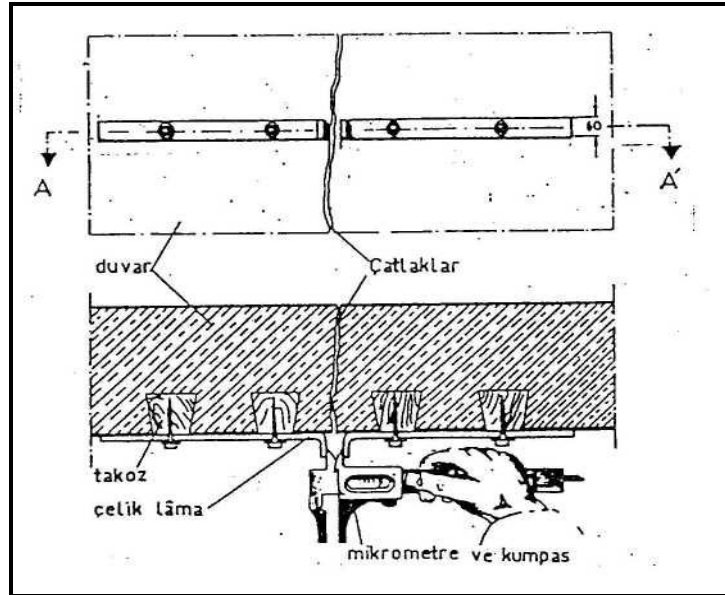


Resim 5.1. Çatlak değişiminin gözlenmesi



Resim 5.2. Zaman içerisinde çatlak değişimlerinin gözlenmesi

Mikrometre ile ölçüm: Çatlağın iki tarafına iki lama tespit edilir ve aralarındaki uzaklığın mikrometre yardımı ile sürekli ölçülmesi sonucu çatlaklardaki hareketler belirlenmektedir. Ölçümler 1/1000 mm. duyarlılıkla yapılmaktadır (Şekil 5.7) [14].



Şekil 5.7. Mikrometre ile ölçüm [14]

Endoskopi Testi (Endoscopies Tests): Duvar düzlemine dik 30-40 mm çapında açılacak deliklere endoskopi cihazları yerleştirilir (Resim 5.3) [24].



Resim 5.3. Endoskopi Testi

Endoskopun delik içine sokulması ile elde edilen görüntüler, monitörlerle izlenebilir. Bu yöntemle alınan veriler çok anlamlı ve kayda değerdir [24]. Bu sayede,

- Duvar kalınlığı boyunca, malzeme ve bünyevi değişiklikler,
- Duvar yüzeyi ile dolgusunun ayrılmış olması yada süreklilik durumu,
- Kullanılan harcın kalınlığı,
- Kullanılan harcın durumu,
- Duvar iç bünyesinde ki çatlakların durumu ve yönleri,
- Daha önce yapılan müdahaleleri görmek mümkündür.

Yük Dağılım Analizi : Bu analiz ile yapının yük dağılımı hakkında bilgi edinmek mümkün olmaktadır. Bu amaçla bilgisayar programı kullanılmaktadır. Bu analizler ile deprem şiddetine göre muhtemel çatlamlar veya hasarlar tahmin edilmektedir.

Taşıyıcı Elemanların Analizi : Genellikle araştırmaların, yapıya zarar vermeyen yöntemler ile yapılmasına dikkat edilmelidir. Duvar içindeki boşluklar ile malzeme özellik ve farklılıklarını belirlemek amacıyla radar, mekanik darbe ile yaratılan ses ve ultrasondan yararlanılmaktadır. Gama ışınları ise, duvar örgüsündeki taş blokları ya da sütun başlıkları gibi mimari bileşenleri birleştirmek için kullanılan metal bağlayıcıların (kenet ve miller) yerlerini ve ne durumda olduklarını belirlemek için

kullanılır.(Ultrason, ses dalgalarının farklı kütleli yapıda katmanlara çarpan ultra ses dalgalarının görüntülü bir hale getirilmesi ile kullanılan bir sistemdir)

Kompresyon Testi (Compression Tests): Bu deneyde, yığma duvarlarda oluşan basınç ve burkulma miktarları ölçülür.

Duvar Harçlarının Performans Testi (Penetration Test on Mortar): Bu deneyde duvar iç bünyesinde ki bağlayıcı harçların direnç seviyeleri ölçülür.

5.2.3. Yapı malzemesinin laboratuvar ortamında araştırılması

Taşıyıcı duvarları tuğla veya taş olan tarihi anıtsal yapıların depreme karşı duyarlılıkları doğrudan doğruya, kullanılan malzemenin ve yapının mukavemet ve şekil değiştirebilme karakteristikleri ile ilgilidir. Bu nedenle sadece deprem riskini düşünmek değil, deneysel olarak malzemenin ve yapısal duvarların taşıma kapasitelerinin de bulunmasına gerek vardır.

Düşünülen deneysel araştırmanın ana amacı gerçek yapıların sınanması veya laboratuvar ortamında bazı yapı elemanlarının denenerek mukavemet ve şekil değiştirebilme özelliklerinin bağdaştırılmasıdır. Bu deneylerle amaçlanan, Malzemenin kimyasal bileşimi, fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek, kullanılmış olan malzemenin niteliğini önerilen yönetmelik değerleri ile karşılaştırarak malzeme hakkında bilgi edinmektir [14].

6. TARİHİ YAPILARDA GÜÇLENDİRİLME İLKELERİ

Deprem zararlarının azaltılmasında, yapıların yeterli düzeyde deprem güvenliği taşımasının önemi açıktır. Depremde yapıların yeterli bir davranış sergileyerek ağır hasar görmediği ve göçmediği durumlarda, depremin neden olacağı zararların en alt düzeyde kalacağı herkes tarafından bilinmektedir. Bunu sağlamak amacıyla fiziki yapı üzerinde yapılan iyileştirme faaliyetlerinin tümü güçlendirme etkinliğini tanımlar [10].

Yurdumuzdaki tarihi yapıların büyük bir kısmı yığma veya ahşap veya bunların karışımı şeklindedir. Ancak ,nispeten yakın dönemlerde yapıların büyük çoğunluğundaki egemen strüktür türü, önceki konularda da anlatıldığı gibi, harçlı taş ve tuğla yapı elemanlarından oluşmuştur. Bu yapılar, sezgisel ve ampirik yaklaşımlarla boyutlandırıldığından, genelde bugünkü mühendislik bilgisine göre gerekenden daha iri kesitli, daha masif elemanlara sahiptir. Genel dayanım yönünden deformasyonların ve kaçınılmaz çatlakların küçük kalıp, yapının davranışını bozmayacak oluşuyla bu bir avantajdır. Ancak, zamanla yorulan malzemeye gelecek çeşitli etkenler çatlamalara hatta deformasyonlara yol açarsa, kitlesel karkasın bünyesindeki statik ve dinamik dağılım mekanizması aniden karmaşıklaşabilir [1]. Bu durumda güçlendirme operasyonuna ihtiyaç duyulur.

Tarihi yapıların taşıyıcı sistem güvenliklerinin belirlenmesinde doğrudan doğruya kullanılabilecek bir yönetmelik mevcut değildir. Yığma ve ahşap yapılar için hazırlanan yönetmeliklerin hepsi yeni yapılar düşünülerek hazırlandığı için, tarihi yapılara uygulanması mümkün değildir. Ayrıca tarihi yapıların güçlendirilmesinde mevcut yeni betonarme, yığma ve ahşap yapılarda olduğu gibi ayrıntılı kurallar verilmesi zor, hatta imkansızdır. Dolayısıyla bu tür yapılarda, modern yapılarda olduğu gibi yaklaşık yöntemler yerine ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır [10].

Yapıda restorasyon çalışmalarına başlamadan önce, yapıdaki bozulmalar dikkatli bir şekilde incelenip saptanmalıdır. Yapıda meydana gelen strüktürel bozulmaların saptanabilmesi için; yapının strüktürel ve teknik analizi yapılmalı, oturduğu zemin,

temel türü kullanılan yapım sistemi, yapım sistemi detayları irdelenmelidir. Kısacası yapı, temelden çatıya kadar çevresel koşullar da dikkate alınarak incelenmelidir [23].

Tarihi yapılarla ilgili yapılan çalışmalarda birbirini tamamlayan iki konu ortaya çıkmaktadır.

- Bu binaların tarihi ve estetik görüntülerinin nasıl ve nereye kadar korunacağı,
- Tarihi binaların yapısal takviyesinin nasıl olacağıdır.

Yukarıda bahsedilen konuların her ikisi de proje çalışmalarında özellikle dikkate alınmalıdır. Konulardan birincisi yapının görüntüsü ile ilgili olduğundan buraya mimarlar, arkeolojistler, sanat tarihçileri, doğa koruyucuları vb. disiplinler girmekte, ikinci konu tamir ve takviye olduğundan buraya mühendislik disiplini girmektedir. Tarihi anıtlar üzerindeki çalışmalar sadece mimari çalışma olmayıp, restorasyon ve koruma çalışmaları yapan diğer bilimleri ve teknikleri yani diğer mesleki disiplinleri de kapsamaktadır. Amaç yöntemin belirlenmesi olsa da esas olan, bu tarihi yapıtların emniyeti ile kültürel ve sembolik değerleri arasındaki dengenin nasıl korunacağıdır [1].

Güçlendirme işleminde taşıyıcılık güvenliğinin sağlanması kadar, yapının tarihi özelliğinin korunması da önemlidir. Tarihi yapıların güçlendirilmesinde yapının özüne dokunulmadan, gerek taşıyıcı sisteminde ve gerekse süslemesinde mümkünse herhangi bir değişiklik yapmadan veya minimum değişiklik yaparak onarılması ve güçlendirilmesi gerekir. Çünkü tarihi yapıların değeri sadece yapı elemanlarının görünüşünde olmayıp, yapının zamanını ve yapım teknolojisini yansıtan bütünlüğünün de yapının değerini yansıttığı unutulmamalıdır [4].

Bu konuda güçlendirme tekniğine girilmeksizin kavramsal düzeyde iki farklı görüş bulunmaktadır. Daha çok Batı Avrupa ülkelerinde yaygın bir anlayışa göre, güçlendirmede olanaklar içinde yapının orijinaline benzer malzemelerin kullanılması, betonarme takviyesi gerekliyse bunlar bir şekilde yapı içinde gizlenmelidir. Atlantik' in öte yakasında taraftar bulan bir görüşe göre de, destekleyici yeni eleman parçaları, orijinal görünüş estetiğini bozup bozmamaları

düşünülmezsizin, açıkça görülür biçimde sergilenmelidir. Çok sonraları gözlem yapan uzmanların, bu sayede desteklemenin yapıldığı çağlardaki malzeme ve teknolojiyi de anlayabileceği ve bunun önemli bir avantajı olacağı varsayılmaktadır [1].

Güçlendirme işleminden önce, mevcut sistemin tespiti ve varsa oluşan hasarların ve zamana bağlı bozulmanın sebeplerinin belirlenmesi gerekir.

6.1. Güçlendirme Etkinliğini Belirleyen Faktörler

Yurdumuzdaki tarihi yapıların başlıcaları camiler, medreseler, kiliseler, havralar, saraylar, okul, hastane, yönetim binaları, su yapıları, bentler, su kemerleri, sarnıçlar, su terazileri, askeri kışlalar, surlar, kuleler olarak sayılabilir. Bu yapıların onarım ve güçlendirilmesi ile ilgili olarak Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulları mevcuttur. Bu konuda aşağıdaki hususları esas alan fakat daha ayrıntılı olacak bir kurallar dizisinin hazırlanması, yurdumuzdaki tarihi eserlerin korunması, onarım ve güçlendirilmesinde bütünlük sağlanması bakımından önemli bir adım olacaktır.

6.1.1. Mevcut durumun tespiti

Tarihi yapının mevcut durumunun tespiti aşamasında aşağıdaki hususlara uyulmalıdır:

- a. Mevcut durumun tespiti geniş katımlı grup tarafından yapılmalıdır. Oluşturulan bu grubun faaliyeti güçlendirme projesinin hazırlanması ve güçlendirme müdahalesi bitirilmesine kadar devam etmelidir.
- b. Mevcut durumda yapıdaki hasar gibi hususlar ve malzeme türü ve kullanılan yapım tekniği belirlenmelidir. Yapıdaki orijinal durum ve daha sonra yapılan eklemeler ayırt edilmelidir.
- c. Kullanılan malzemede zamana bağlı bozulma ve hasar tespit edilmelidir. Malzeme karakteristikleri için gerektiğinde mukavemet deneyleri yapılmalıdır.
- d. Meydana gelen hasarların sebebi ve mevcut durumda düşey ve muhtemel deprem yükleri için taşıyıcı sistem güvenliği tespit edilmelidir.
- e. Mevcut durum için yapılan bu tespitleri içeren bir rapor hazırlanmalıdır [10].

6.1.2. Güçlendirme yönteminin belirlenmesi

Mevcut durumu tespit edilen yapının hangi yöntemler kullanılarak güçlendirileceği bir takım faktörlere bağlıdır. Bu faktörleri dört ana grupta toplayabiliriz:

- Birinci faktör, depremden dolayı beklenen yer hareketidir. Ancak burada depremin büyüklüğü kadar sıklığı ve yer hareketlerinin başlangıç noktasının yapıya mesafesi de önemlidir.
- İkinci etkin faktör ise, yapının dinamik özellikleridir ki (frekansları, mod şekilleri ve sönüm oranları), bunlar dinamik tepki analizi ve matematik modellerin uygun formülasyonu ile hesaplanabilmektedir.
- Üçüncü faktör, yapının deformasyon ve gerilme karakteristikleri, temel yapı elemanları ve düktilitenin nasıl arttırılacağıdır. Bu faktör yapının tepkisine, tamirat metotlarına ve uygulanan kuvvetlendirmeye bağlıdır.
- Dördüncü faktör, yapı-zemin etkileşimidir. Bu faktörün yumuşak zeminler üzerine kurulan tarihi yapılara etkisi oldukça önemlidir [1].

Tarihi binaların restorasyonu ve korunması sırasında kullanılan kuvvetlendirme teknikleri ve metotlarının belirlenmesinde yukarıda bahsedilen faktörler ve alternatif çözümlerin ekonomik etkileri de göz önüne alınmalıdır.

Bu faktörler ışığında belirlenen güçlendirme teknik ve/veya tekniklerinde aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

- a. Onarım ve güçlendirme, hasarın kendisinden çok sebebine yönelik olmalıdır. Hasarlı olan tarihi yapının hasar sebebinin kesin olarak belirlenmesinden sonra güçlendirilmesi gerekir. Ayrıca, hasarsız bir yapının güçlendirme kapsamının seçilmesinde yapının çok uzun zamandan beri durumunu koruduğu göz önüne alınmalıdır. Herhangi bir hasarı olmayan yapıya ağır bir güçlendirme projesi hazırlanması durumunda bunun gerekliliği konusunda sorgulayıcı olmalıdır.
- b. Taşıyıcı sistem güvenliğinin sağlanması, koruma ve restorasyon faaliyeti işleminin bir parçası olarak kabul edilmelidir. Onarım ve güçlendirme ile, tarihi

malzeme veya belirgin bir mimari özelliğin kaldırılmasına veya değiştirilmesine izin verilmemelidir.

c. Onarım ve güçlendirme projesinin hazırlık çalışmasında yapılacak malzeme deneylerinin tahribatsız türden olmasına özen gösterilmelidir.

d. Onarım ve güçlendirme müdahalesinin seçiminde, mevcut sistemde kuvvet iletiminin nasıl olduğu göz önüne alınmalıdır.

e. Alışılabilen veya modern onarım ve güçlendirme tekniklerin seçimine her bina için ayrı ayrı karar verilmelidir. Olası güçlendirme yöntemi seçeneklerinden mevcut yapıya en az müdahale getirecek teknik tercih edilmelidir. Onarım ve güçlendirme malzemesi seçiminde tarihi yapının mevcut malzemesi ile uyum ve zamana karşı dayanıklılık göz önünde bulundurulmalıdır.

f. Onarım ve güçlendirme işlemi eleman seviyesinde ve tüm sistem seviyesinde ayrı ayrı göz önüne alınmalıdır.

g. Mümkün olduğu durumlarda sökülüp değiştirilebilen güçlendirme elemanları tercih edilmelidir. Gelecekte ortaya çıkabilecek yeni onarım ve güçlendirme malzemelerinin ve yöntemlerinin uygulanmasına imkan tanınmalıdır.

h. Yapının düşey ve yatay yükler altındaki davranışının ve elemanlardaki gerilme ve kuvvet akışının belirlenmesi için bir model geliştirilmelidir. Güçlendirme sisteminin yeterliliğinin belirlenmesinde oluşturulacak mekanik modelin yapının özelliklerini yansıtması önemlidir. Ancak bu tür yapılarda gerçek durumu temsil eden bir modelin oluşturulmasının zor olduğu unutulmamalıdır. Oluşturulacak model kapsamlı olması derecesinde ek kabullere ihtiyaç olacaktır. Bunun yanında geliştirilecek çok basit model de gerçek durumu temsilden uzak olabilir. Modelin karmaşıklık derecesine, yapıya bağlı olarak deneyimli mühendis tarafından karar verilmelidir. Hazırlanacak modelle yapılacak yapısal çözümleme güçlendirme durumunda kuvvet akışını ortaya çıkaracak ve bazı kritik kesit ve bölgelerin belirlenmesinde faydalı olacaktır.

i. Onarım ve güçlendirme projesinde yapının tarihi ve kültürel değeri, mevcut durumda kullanılan malzemenin tanımı, yapının ayrıntılı rölöve planı, yapıya zaman içinde yapılan müdahaleler, mevcut yapıda yüklerden ortaya çıkan kuvvet akışı, bunların elemanlar arasında iletilmesi, mevcut durumun belirlenmesi ve hasarların tanımı, varsa çatlaklar, ayrılmalar ve düşeyden dönmelerin belirlenmesi

bulunmalıdır. Ayrıca, yapıdaki geometrik ve kütleli düzensizlikler, yapının düşey yükler ve deprem yükleri altındaki davranışı ve ortaya çıkan olumsuzluklar, yapının düşey ve deprem yüklerini temele ileten esas elemanlar, güçlendirilmiş yapıda yüklerden ortaya çıkan kuvvet akışı, bunların elemanlar arasında iletilmesi ve proje uygulamasına ait tamamlayıcı bilgiler bulunmalıdır [10].

6.1.3. Tarihi yapılarda taşıma gücü

Depremler sonucu yapının taşıyıcı elemanlarının taşıma gücü (mukavemet) azalır. Bu güvenliğin ne mertebede olduğunun saptanması yapının taşıma gücünün belirlenmesi demektir.

Amaç hasarın nedenlerini ortadan kaldıracak önlemlerin saptanması ve hasarın oluşturduğu mukavemet kaybını gidermek veya hasarın bir kez daha olmaması için gerekli olan güçlendirme önlemlerinin belirlenmesidir.

Farklı hasar nedenleri farklı iyileştirme metotlarının uygulanmasını gerektirir. Bunun dışında benimsenen ortak ilkeler de vardır. Bu ortak nedenlere kısaca aşağıda değinilmiştir.

Yapı Ağırlığının Azaltılması: Herhangi bir taşıyıcı elemanda (çatlamanın) olma nedenlerinden biri de aşırı yüklenmiş olmasıdır. Yükün azaltılması ile çatlamanın ilerlemesi önlenir. Ayrıca yapı yükünün azaltılması deprem yüklerinin de azalmasına neden olur.

Yapı Düktilitesinin Arttırılması: Bir yapının düktilitesi (sünekliği), o yapının enerji yutma kapasitesidir. Mafsallaşan birleşim noktaları bu enerjiyi yutarlar.

Yapının Taşıma Gücünün Arttırılması: Bir yapı taşıyıcı sisteminin mukavemeti az ise, yapıda hasarlar oluşabilir. Bir taşıyıcı elemanın mukavemeti yeterli düzeye erişirilirse, o taşıyıcı sistemde bir hasar gözlenmez. Bu nedenle bir elemanın taşıma gücü yetersiz ise, mukavemetinin arttırılması gerekir [22].

Yapının Dinamik Özelliklerinin İyileştirilmesi: Yapının öz titreşim periyodu ile zeminin hakim titreşim periyodunun yakın olması ile oluşan "Rezonans" sonucu bir yapı hasar görmüş ise, yapının dinamik özellikleri değiştirilip, yapı öz titreşim periyodu ile, zemin hakim periyodunun birbirinden uzaklaştırılmasına çalışılır. Bunun için zeminin hakim titreşim periyodunun belirlenmesi başka bir deyişle zeminin dinamik özelliklerinin saptanması gerekir. Yapı periyodunun uzatılması yapının esnek duruma getirilmesiyle, kısaltılması ise yapının rijitleştirilmesi ile sağlanır. Yapı yükünün arttırılması ile periyot uzatılabilir. Ancak deprem yükü artacağından yapının taşıma gücünün de arttırılması gerekir. Yapının rijitliği arttırılırsa periyodu kısalır.

Yapıda Burulma Etkisinin Azaltılması: Deprem sonucu oluşan hasarların bir çoğu, yapının katlarındaki ağırlık ve rijitlik merkezlerinin çakışmaması sonucu oluşan (burulma) etkisi ile meydana gelmektedir [22].

Yapıda tespit çalışmaları tamamlandıktan sonra yapılması gereken, güçlendirme sisteminin ne olacağıdır.

6.2. Güçlendirme Sistemi Önerileri

Yurdumuzdaki tarihi yapıların çoğunluğu yığma ve ahşap yapı türündedir, Bu türlerin bir araya getirildiği veya beraber kullanıldığı tarihi yapıların sayıları da az değildir. Bu yapılar çok geniş bir zaman aralığında yapıldıkları için malzeme ve yapım tekniği açısından farklılıklar gösterebilirler. Bu sebeple mevcut güçlendirme yöntemlerin her yapı için aynen kullanılması düşünülemez. Ayrıca tarihi yapının estetik değeri, orijinalliği ve diğerlerine göre benzersiz özelliklerinin bulunması farklı yaklaşımları gerektirir. Bu sebepten güçlendirme tekniklerinin de farklı türden ortaya çıkması doğaldır. Yukarıdaki sebeplerden dolayı farklı tekniklerden söz edilse de, konuyu aşağıdaki ana başlıklarla genellemek mümkündür [10].

1. Eleman esas alınarak yapılan güçlendirme,
2. Yapının kısmen veya tamamen yenilenmesi,
3. Yapıya müdahale olmaksızın yapılan takviye,

4. Tüm taşıyıcı sisteme yönelik güçlendirme,
5. Yapısal kontrol sistemleri ile güçlendirme.

7. TARİHİ YAPILARDA GÜÇLENDİRME ÖNERİLERİ VE BUNLARIN ÖRNEKLENDİRİLMESİ

Tarihi Yapılarda bazı karakteristik ve çeşitli etkenlerden dolayı güçlendirme için farklı tekniklerin kullanılabileceğinden söz etmiştik. Bu bölümde konu, bir önceki bölümde de belirtilen ana başlıklar dahilinde ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

7.1. Eleman Esas Alınarak Yapılan Güçlendirme

Eleman güçlendirilmesi daha çok oluşan hasara ve farklı eleman türlerine göre uygulanmaktadır. Tek tek elemanların güçlendirilmesi yanı sıra, bu elemanların birleşimlerinin de güçlendirilmesi gerekir. Sağlamaştırma (iyileştirme) projesi, yapılan analiz ve deney sonuçları doğrultusunda hazırlanmalıdır. Taşıyıcı sistemlerin, iyileştirilmesinde değişik yöntemler kullanılabilmektedir. Bunlar; [25].

- a) Taşıyıcı sistemin çelik elemanlar (gergiler) ile desteklenmesi,
- b) Mevcut malzemenin kütlesi içine sağlamaştırıcı madde enjeksiyonu,
- c) Yapı elemanlarında kısmen değişiklikler yaparak, eski taşıyıcılar sıkıştırılarak yenileri ile tamamlanması,
- d) Yapı yükleri içine yerleştirilmiş ikinci bir taşıyıcı sistem tarafından yüklerin alınması gibi yöntemler kullanılabilmektedir [14].

7.1.1. Duvarların onarımı

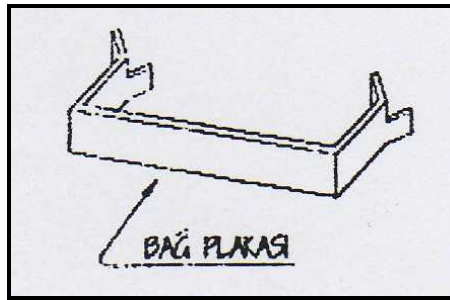
Temeldeki hareketler, zayıf malzeme, çekme kuvveti veya termal hareketler sonucu oluşan hasarlar, duvarlarda çatlak, şişme, düşeyden sapma, malzemede bozulmalar, kısmi yıkılmalar olarak ortaya çıkmaktadır.

Bir yapının sağlamlığında onu oluşturan ana malzemeler kadar, onları bir arada tutan bağlayıcı malzemenin de önemi vardır. Geleneksel yapım tekniğinde "harç" olarak tanımlanan bağlayıcı malzeme, yapılarda duvarın örgüsünde kullanılan duvar harcı ve örgüden sonra taş ve tuğla yüzeylerdeki derzleri örtmek için kullanılan derz harcı olarak görülür. Çoğunlukla kireç kökenli olan harçlara, kullanıldığı yere bağlı

olarak kiremit ve taş kırıkları da katılmakta ve böylece harcın tutucu özelliği arttırılmaktadır [7].

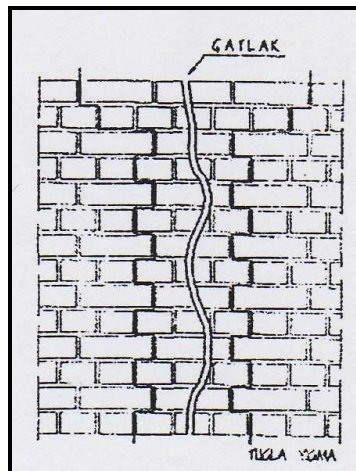
Zayıf duvar örgüsü veya aşırı yük nedeniyle duvarlarda genişleme yani şişme olabilir. Duvarda bir yana doğru şişme varsa var olan duvarın iç ya da dış tarafındaki yıkılmamış yanı kalıp olarak kullanılarak yıkılan yüz yeniden teşkil edilir .

Derin olmayan Çatlakların Onarımı: Taş duvarların iki yüzünde de sürekli olan çatlaklar varsa, çatlağın çevresinde 50-60 cm bölgede sıvalar sökülür, çatlağın iki tarafından da bazı taşlar çıkartılır, buralara özel hazırlanmış bağ plakaları konur, duvarda boşalan bölümler özel bağlayıcı harçlar ile doldurulur (Şekil 7.1).



Şekil 7.1. Taş duvarlarda çatlakların bağ plakası ile onarılması [26].

Eğer çatlak tuğla duvarda ise, her iki taraftan en az bir tuğla boyundaki bölüm sökülür ve taş duvardaki yöntem aynen uygulanır (Şekil 7.2) [26].

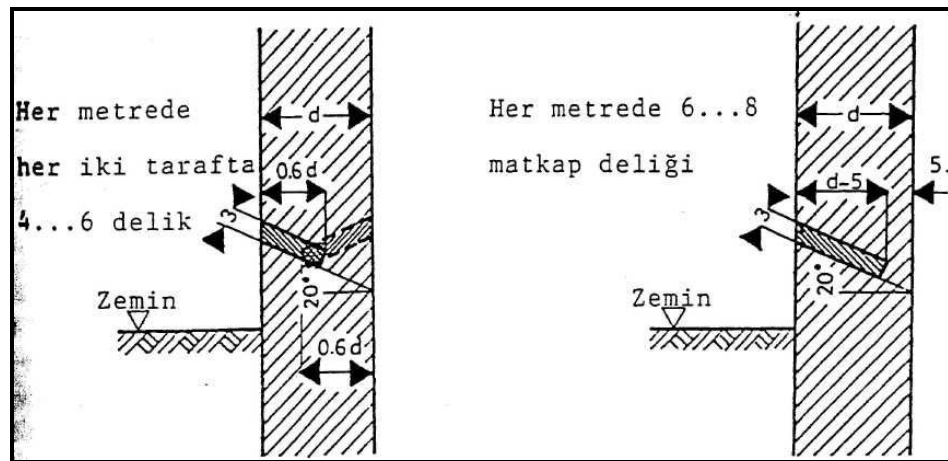


Şekil 7.2. Duvardaki düşey çatlakların dikişi [26].

Kagir Duvarlarda Nemin Giderilmesi: Kagir duvarlara çeşitli etkenler sonucu giren nem ile çözünen tuzlar yüzeye doğru taşınmakta ve kristalize olarak duvar genelinde ve duvarın yapı malzemelerinde bozulmalara, çatlamalara neden olmaktadır. Bu sebeple güçlendirilecek yapılarda nem probleminin de çözülmesi şarttır [23].

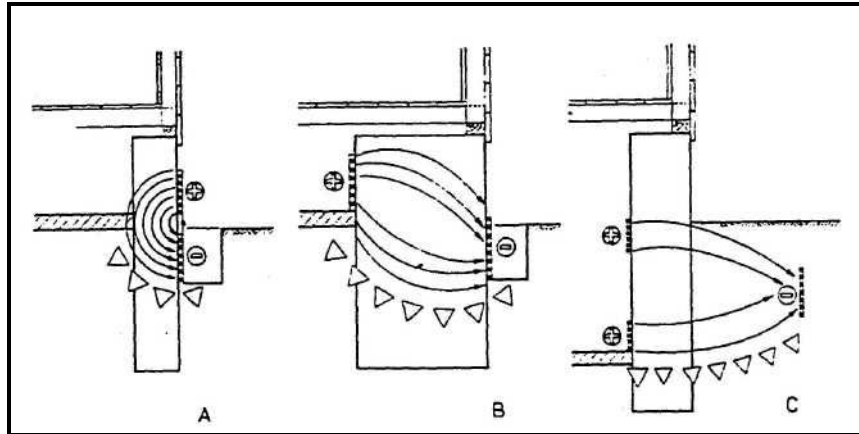
a) Drenaj: Zemin suyunun neden olduğu nemin önlenmesinin en basit yolu duvarda drenaj delikleri açılmasıdır.

b) Duvara Kimyasal Maddelerin Uygulanması: Duvara, en az 20° eğim ile, duvarın bir yada iki yanından delikler açılarak, bu deliklere silikon esaslı kimyasalların sıringalanması olarak tanımlanan bu yöntem Massari Yöntemi olarak da bilinir (Şekil 7.3) [23].



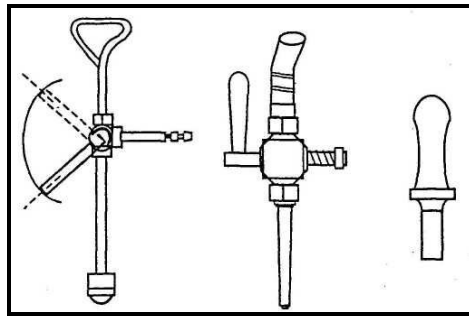
Şekil 7.3 Duvara kimyasal maddelerin uygulanması [23].

c) Elektro-Osmose Sistemi: Kılcallıkla su yerçekimine karşı yönde hareket eder ve doğal bir elektrik akımı oluşur. Bu akım, rutubetli zeminden kuru duvara doğrudur. Su, doğal ya da yapay olarak oluşturulmuş bir elektrik alanında (+) kutuptan (-) kutba doğru hareket eder. Bu olay elektro-osmose olarak adlandırılır. Bu yöntem özellikle kalın duvarlar için uygundur. Duvar yüzeyine ve toprağa yerleştirilen elektrod ağı 6 voltluk doğru akımla çalışan güç kaynağına bağlıdır. Sistem otomatik olarak devrede kalır, duvar kurudukça akım azalır, rutubet artarsa akım kendiliğinden artar (Şekil 7.4) [23].



Şekil 7.4 Elektro-Osmose Yöntemi. A. Her iki elektrod da dış yüzeyde. B. (+) kutup iç, (-) kutup dış yüzeyde. C. (+) kutup iç yüzeyde, (-) kutup toprakta. [23]

Enjeksiyon: Kagir duvarların taşıma gücünü arttırmak, çatlak ve boşlukları doldurmak, gevşek duvar ve harcı güçlendirmek, belli noktalarda duvara yeni ve büyük güçler katmak, donatı çubuğunu ve öngermeli donatı çubuğunu kagir duvar malzemesine bağlamak için kullanılır. Dolgu malzemesi olarak epoksi bazlı suni reçineler, hidrolik kireçler basınçlı pompalar ile uygulanır (Şekil 7.5).



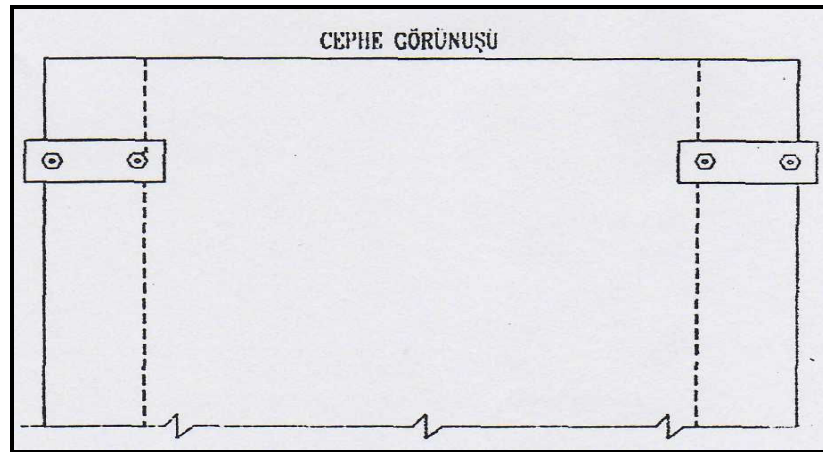
Şekil 7.5. Enjeksiyon aleti uçları

Ancak bir yapının tümüyle güçlendirilmesinde sadece enjeksiyon yöntemiyle mümkün değildir. Çekme kuvveti altında çatlak boyutları ve daha önce doldurulan boşluklar artacaktır. Bu yüzden dayanımda iyi bir artışın sağlanması için çekme donatısı veya başka bir malzeme kullanılmalıdır [23].

Kullanılacak dolgu malzemesi, yapının bünyesel özellikleri de dikkate alınarak laboratuvar analizleri sonucunda belirlenir. Dolgu yapılacak bölge önceden temizlenip ısıtılmalıdır [14].

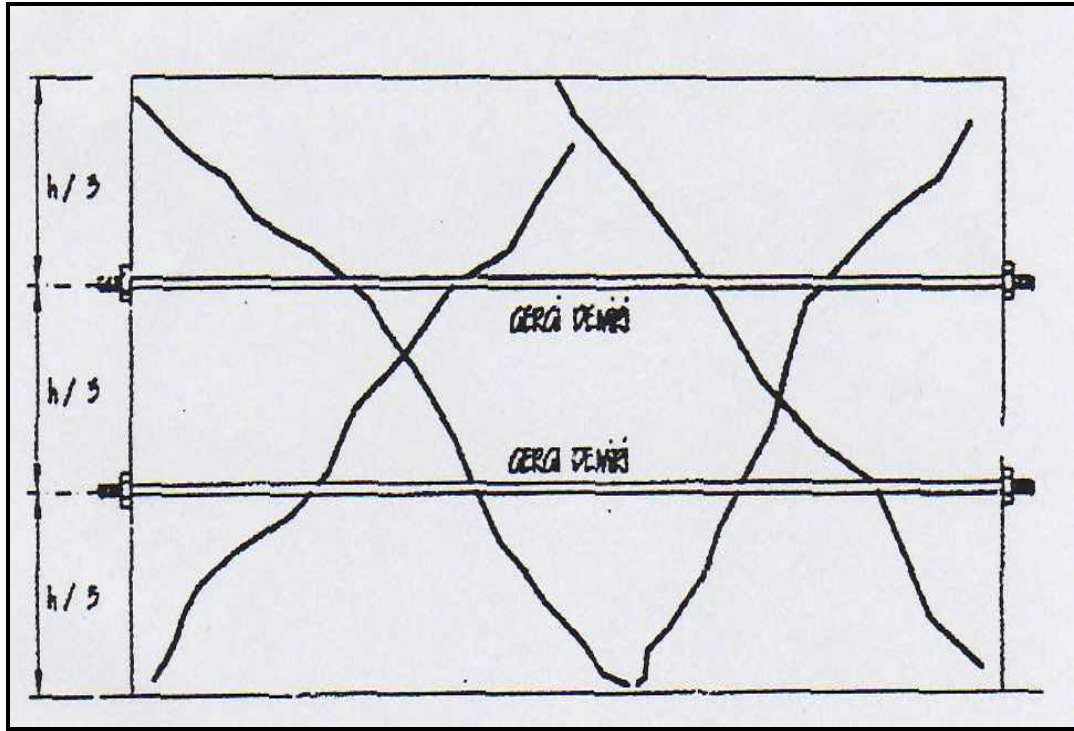
7.1.2 Taşıyıcı kagir duvarların güçlendirilmesi

Çelik Bantlarla Güçlendirme: Duvardaki çatlakların onarımı ve güçlendirilmesinde bir başka yöntem ise yapının duvarlarının donatı ile bağlanmasıdır. (Şekil 7.6) Gergi demirlerinin uçlarındaki bulonlar mümkün olduğu kadar sıkılarak donatıya bir gerilme verilmekte, duvara bir bakıma ön gerilme sağlanmaktadır. Yapılan deneylerde gergi demirlerinin duvarın direncini arttırdığı ve dağılmasını önlediği gözlenmiştir.



Şekil 7.6 Duvarların gergi demirlerle güçlendirilmesi [20].

Deneylerden edinilen bir başka sonuç ise gergi demirlerinin en etkin yerleştirileceği yerin duvar yüksekliğinin 1/3 aralıklarına bölünerek konulmasıdır (Şekil 7.7) [20].

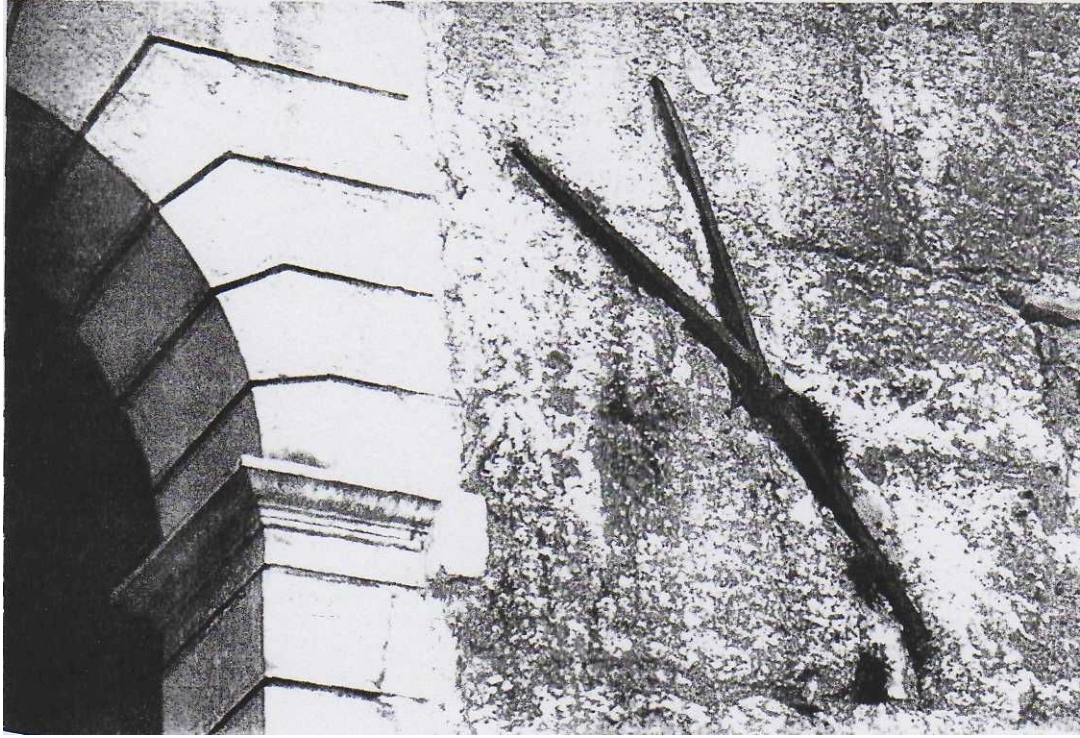


Şekil 7.7 Çatlakların gergi demirlerle dikilmesi [20].

Dikiş ile güçlendirme: dikiş ile çatlak kapatma tekniğinde, demir ve paslanmaz çelik kullanılarak duvarın iki yüzeyi birleştirilerek kapatılır. Düşey çatlakların kapatılmasında dikiş alttan yukarı doğru yapılmalıdır. Kesme taş duvarlarda ise balık ve kırlangıç kuyruğu kesitli paslanmaz çelik metal kenetlerin sağlam moloz dolgulara saplanarak çatlak yüzeyleri iki taraftan tutturulmaktadır. (Resim 7.1) Metal kenet yuvalarının epoksi reçineleri ile doldurulması ile daha kapsamlı bir dikme işlemi yapılabilmektedir (Resim 7.2) [14].

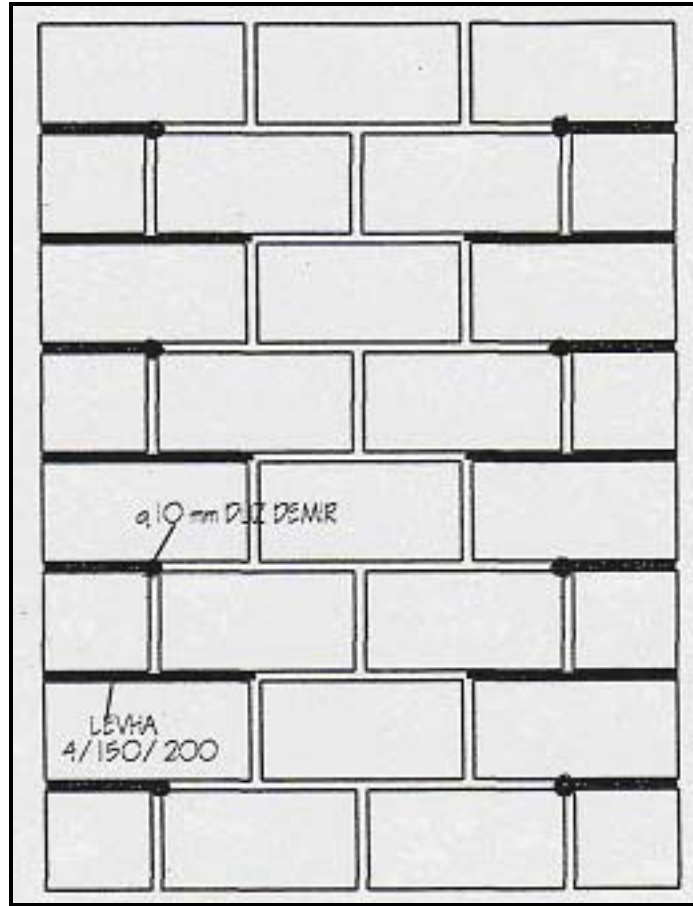


Resim 7.1. Gergiler ile sağlamlaştırma - Insburck Kulesi rneği [14].



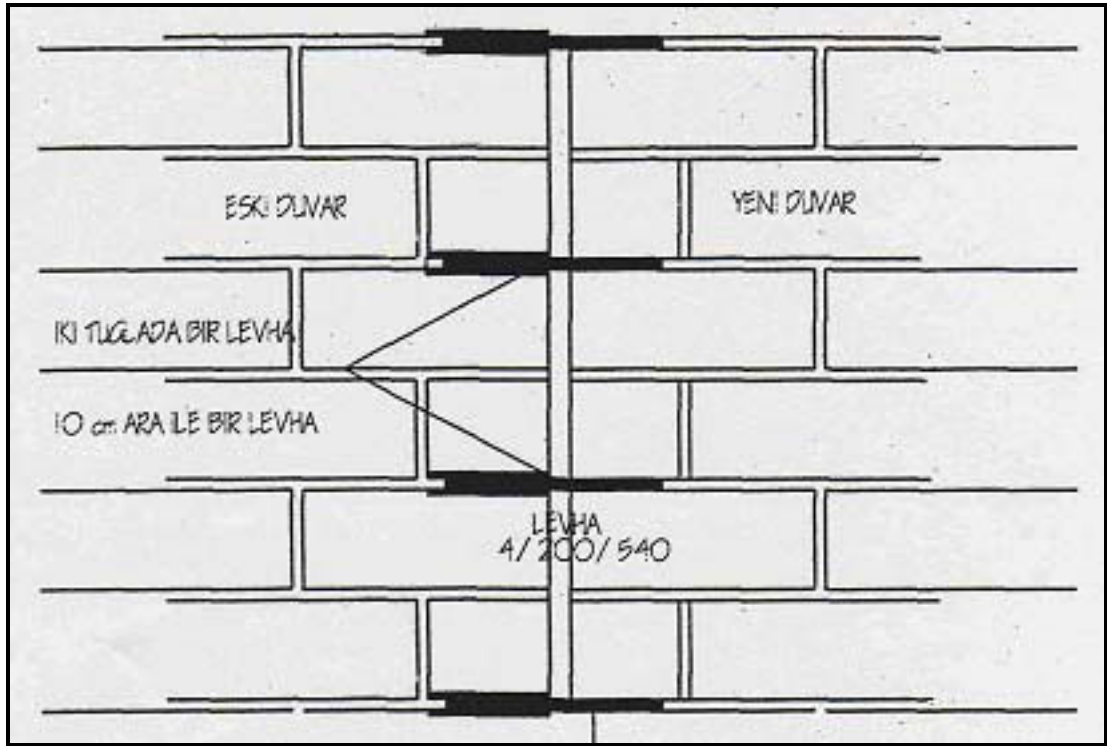
Resim 7.2. Gergiler ile sağlamlaştırma - Insburck Şehir müzesinde taş duvar sağlamlaştırma örneği [14]

Yığma Yapıları Levhalarla Güçlendirme: Tuğla yığma yapılarda kullanılan bir yöntemdir Çatlak boyunca duvar sıvası temizlenir, duvar her iki tarafından tuğlaya kadar sıyrılır ve çatlaka denk gelen tuğla aralan iki sırada bir harç bölgesinden derinliğine 10 cm kadar temizlenir. 4/150/200 mm boyutundaki levha temizlenen bölgeye yerleştirilir daha sonra komprasör yardımıyla 5 cm daha çakılır. Levhayla tuğla arası katkılı çimento şerbetiyle doldurulur. Artık çatlakın olduğu bölge kireçsiz çimento harcıyla sıvanır (Şekil 7.8) [20].



Şekil 7.8 Tuğla duvarda levhalarla çatlak onarımı [20].

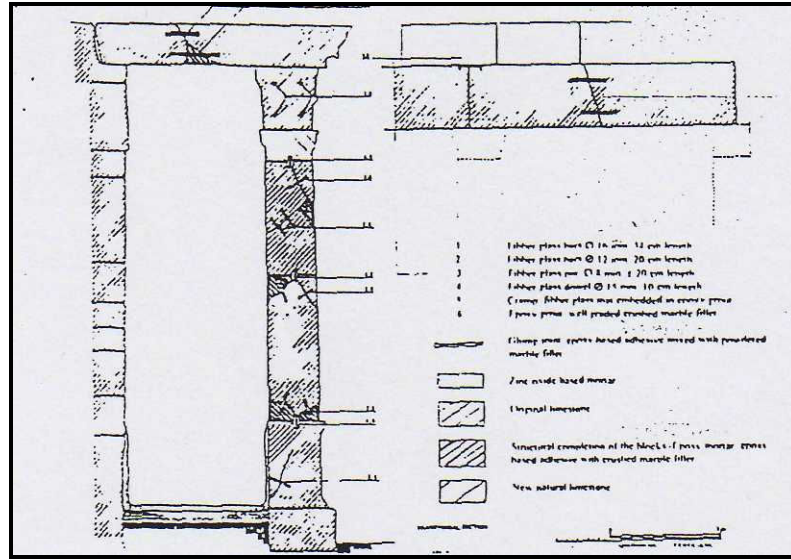
Eski Duvara Yeni Duvar İlave Edilmesi: Yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesi sırasında çoğu zaman iptal edilmiş veya kısmen iptal edilmiş taşıyıcı duvarlar olduğu görülmektedir. Bu duvarlara ek yapılması sırasında eski duvarla kaynaşmayı sağlamak gerekir aksi halde iki duvar arasında soğuk derz oluşur ve iki ayrı duvar gibi çalışırlar. Bu nedenle yapılacak duvar ilavelerinde levhalar kullanılır. Bu levhalar duvarın ek yapılacak kesitine bir tuğla arayla aradaki harçlar boşaltılarak 10 cm çakılır ve tuğlayla levhanın arası katkılı çimento harcıyla doldurularak bırakılır. Levhanın dışarda kalan 10cm lik bölümü ise yeni duvar örülürken tuğla aralarındaki derzlere denk getirilerek örülür (Şekil 7.9) [20].



Şekil 7.9. Eski davar ek davar yapılması [20].

7.1.3. Serbest kolon ve minarelerin onarımı

Kolon ve sütunlardaki hasarlar, genellikle çatlak olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çatlakların dinamik (hareketli) veya statik (durağın) olup olmadıkları araştırılmalıdır. Çatlak, eğer statik ise dolgu malzemesi ile kapatılabilir. Statik çatlakların kapatılmasında basınç ile epoksi reçinesi veya epoksi harcı enjeksiyon yöntemi kullanılmaktadır. Bu enjeksiyon işlemi daha önceden temizlenmiş yüzeylere uygulanmaktadır.



Şekil 7.10. Dikiş yöntemi ile çatlak kapatma [23]

Ayrık parçaları birleştirmek için ise dikiş yöntemi kullanılmaktadır. Dikiş elemanı olarak paslanmaz çelik veya yeterli finans kaynağı var ise titanyum kullanılabilir. Dikiş, çatlakın iki tarafından metal kenetler ile tutturularak birleştirilmesi işlemidir. Kapatılacak çatlakın boyutuna göre metal kenetler çatlakın doğrultusuna dik olarak bir veya birden fazla olarak yerleştirilmektedir. (Şekil 7.10)

Kolon ve minarelere düşey öngerilme uygulanarak yatay kuvvetlerden meydana gelecek ve devrilmeye sebep olacak çekme gerilmeleri yok edilebilir. Kolon altlarında yerel gerilme yığılmalarını ve ezilmeleri önlemek için çember (bilezikler) uygulaması yaygın olarak yapılır. Bu çember çelik olabildiği gibi, karbon lif takviyeli malzemeden de seçilebilir. Dairesel enkesitli elemanlar farklı yüksekliklerde enine çemberler ile sıkıştırılır. Bu çemberlerin düşeydeki hareketini önlemek ve rijit bir sistem oluşturmak amacıyla bunlar düşeyde metal çubuklar ile birbirine bağlanmaktadır (Resim 7.3) [14].



Resim 7.3. Çemberler ile kolonların desteklenmesi [8].

7.1.4. Örtü elemanlarının onarımı

Kemer ve Tonozların Onarımı: Kemerler ve tonozlar basınç gerilmesi altında bulunurlar. Kemer ve tonozlarda en sık rastlanan hasarlar çatlaklar, yapı malzemesindeki bozulmalar ve merkezden sapmalar şeklinde olmaktadır.

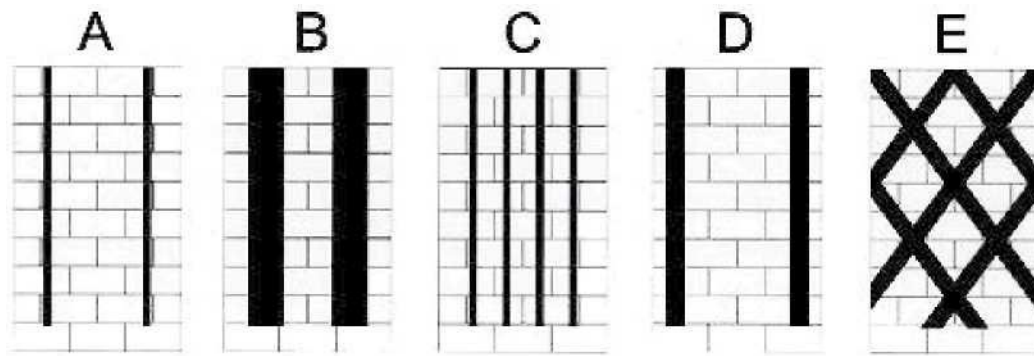
Çatlakların onarımında, epoksi dolgu malzemesi kullanılmaktadır. Eğer yapısal elemanlarda (malzemed) bozulmalar var ise, kemer ve tonozlar askıya alınarak, eski malzemeler çıkartılır ve yeni malzeme ile tamamlanır. Bu işlem çok dikkatli yapılmalıdır. Çünkü, kemer ve tonozlarda yükler yapı elemanı bileşenleri tarafından birbirine iletilerek mesnetlere verilir. Üzerine gelen yüklerin artması veya yanal yüklerin etkisi ile kemer ve tonozların mesnet noktalarında açılmalar meydana gelebilmektedir. Mesnetlerindeki ayrılmanın önlenmesi bunun için gergi konulması yaygın bir onarım ve güçlendirme yöntemidir. Kubbelerde de mesnette çember kirişi konulması, buna öngerilme verilmesi, kubbenin toplanmasını sağlar [14].

Kubbelerin Onarımı: Kubbenin üst bölgesi basınca, alt bölgesi ise çekmeye çalışır. Sınır çizgisinde ise basınç ve çekme kuvvetleri yoktur. Bu nedenle, sınır düzleminde genellikle kubbeler mesnetlendirilmiştir. Taşın basınca çalışan bir malzeme olmasından dolayı, sınır çizgisinin altında kalan bölümde (çekme bölgesi) çatlamlar oluşabilmektedir.

Saç teli inceliğinde ki çatlaklar bırakılabilir. Fakat, daha büyük çatlaklar dolgu malzemesi ile doldurulmalıdır. Eğer hasar biçimi merkezden sapma olarak ortaya çıkmış ise kubbeler çelik bir çember sistemi ile desteklenmelidir [14].

7.1.5. Karbon esaslı lif takviyeli polimerlerle (frp) güçlendirme

Yığma yapıların güçlendirilmesinde esas olan, yapıda oluşan ve emniyet sınır değerlerini aşan düşey basınç gerilmelerinin olduğu bölgelerdeki duvar kesitlerinin yine aynı özellikteki malzemeler kullanılarak büyütülmesidir. Bundan sonraki aşama; duvarlarda oluşabilecek çekme gerilmelerinin çekme elemanları ile alınmasıdır. Bu amaçla; yığma yapılarda güçlendirme elemanı olarak karbon, kevlar ve polipropilen elyaf esaslı iplerle örülmüş özel bantlar kullanılır. (Şekil 7.11)

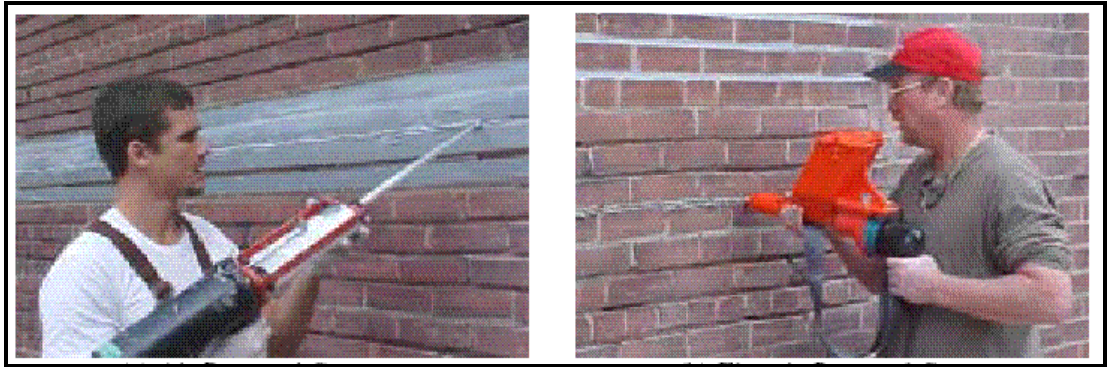


Şekil 7.11. Karbon esaslı lif örgüleri (FRP) [27]

Korozyona karşı çelik gibi hassas ve duyarlı değildir. Nem ve rutubet etkisinde özelliğini kaybetmeden yıllarca yapının bünyesinde görevini icra eder. Örneğin karbon esaslı çekme elemanlarının çeliğin kopma dayanımının minimum 5 katı kadar bir mukavemete sahiptir. Bu özel çekme bantları yığma yapıya diğer metotlarda olduğu gibi dışarıdan bir yapıştırma veya kaplama şeklinde derzler boyunca

uygulanmamaktadır. Derzler yine özel üretilmiş olan bir harçla doldurulmaktadır. Bu şekilde yığma yapının orijinal haldeki durumuna uygun bir malzeme kullanıldığı için herhangi bir uyum problemi yaşanmaz. Duvarların bu bant bölgeleri çekme esaslı elemanlarla liflenmiş, lifli bünye oluşmuş olur. Lifli bu hatıl bölgeleri çekme kuvvetlerini almak için duvarlara en uyumlu yapı elemanlarıdır. [27]

Ayrıca yapının homojenliğinde veya rijitliğinde değişiklikler olmadığından oluşabilecek ek tesirlerin önüne geçilmiş olur.



Resim 7.4. FRP ile kagir duvarda takviye uygulaması

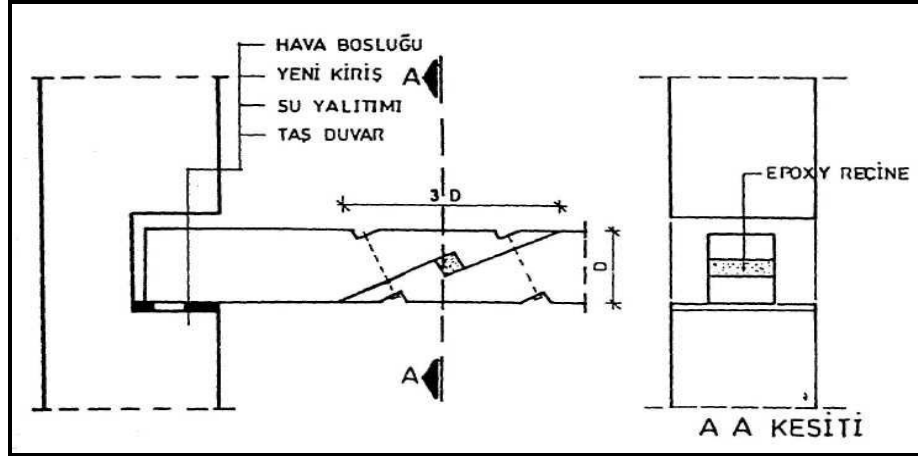
7.1.6. Ahşap yapı elemanlarının güçlendirilmesi

Çeşitli nedenler ile çürümüş, mukavemetini kaybetmiş ve kırılmış ahşap yapı elemanlarının onarımı sırasında, kesilip atılan, bozulmuş parçaların yerine aynı tür ahşap eklemeler kullanılmalıdır. Aksi halde ahşapta çalışmalar sonucu burulma, bükülme, çatlama ve yarılmalara neden olarak özgün öğeleri de tahrip edebilir. Ahşap eklemeler ile yapılacak onarımlardan önce, yapı elemanının basınca, çekmeye yada eğilmeye mi çalıştığı tespit edilip, ahşabın çalışmasına uygun olan ekleme detayı seçilmelidir.

Ahşap Dikmelerin Onarımı: Basınca çalışan yapı öğeleri olan ahşap dikmelerin bozulan kısımları kesildikten sonra yeni ahşabın dikme parçasıyla birleştirilmesinde çeşitli zıvanalı yöntemler kullanılmaktadır.

Ahşap Kirişlerin Onarımı: Kagir duvarın içine gömülmüş ahşap kiriş uçları duvarda oluşan rutubetten çürümektedir. Çürüyen kiriş ucu kesildikten sonra

yeni kiriş parçası ile eski kiriş epoxy reçine ve paslanmaz bulonlarla sabitlenir. Duvarın üstünde kirişin oturduğu noktaya ahşabı rutubetten korumak için su yalıtım malzemesi yerleştirilir (Şekil 7.12) [23].

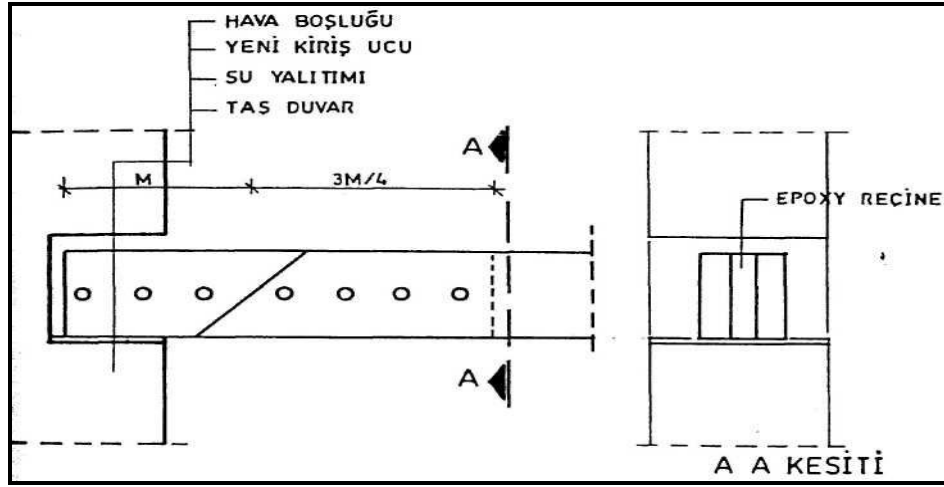


Şekil 7.12. Kiriş ucunun yeni ahşap ile değiştirilmesi [23]

a) Kanada Yöntemi: Bozulmanın yayılma boyutuna göre kirişin içinde oluşturulan boşluğa, 10 mm. kalınlığında çelik levha yerleştirilerek aradaki boşluklar epoxy reçine ile doldurulur. Yöntemin bir diğer uygulama biçiminde ise; kiriş boyunca açılan deliklere çelik yada fibrocim çubuklar yerleştirilerek yine boşluklar epoxy reçine ile doldurulur. Kiriş ucunun güçlendirilmesi ile birlikte kiriş tekrar taşıyıcılık özelliği kazanmış olur.

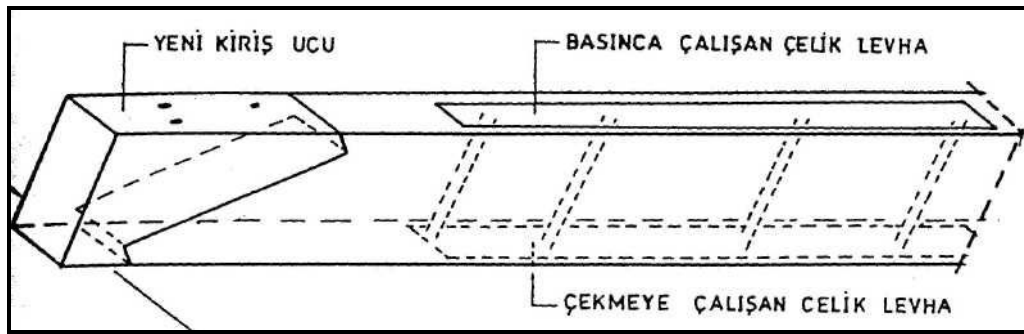
b) ÇelikPutrel ile Kiriş Ucunun Güçlendirilmesi: Çürümüş kiriş ucu kesilip kirişin kimyasal maddelerle sağlamlaştırılmasının ardından, çürümüş ucun yaklaşık iki katı uzunluğunda U putreller kirişin her iki yanına yerleştirilerek paslanmaz bulonlar ile ahşap kirişe birleştirilerek bir bütün olarak hareket etmeye başlarlar.

c) Yaprak Haline Getirilmiş Çelik Pimler ve Yapıştırıcılar İle Güçlendirme: Uygulanması kolay fakat pahalı olan bu yöntemde; çürümüş uç kesilip yenilendikten sonra, tepsitester ile ortadan ikiye ayrılan kirişin parçaları üzerinde açılan deliklere çelik yada fibrocim çubuklar yerleştirilir ve ortadaki boşluğa çubukların etrafını iyice dolduracak şekilde epoxy reçine dökülür (Şekil 7.13) [23].



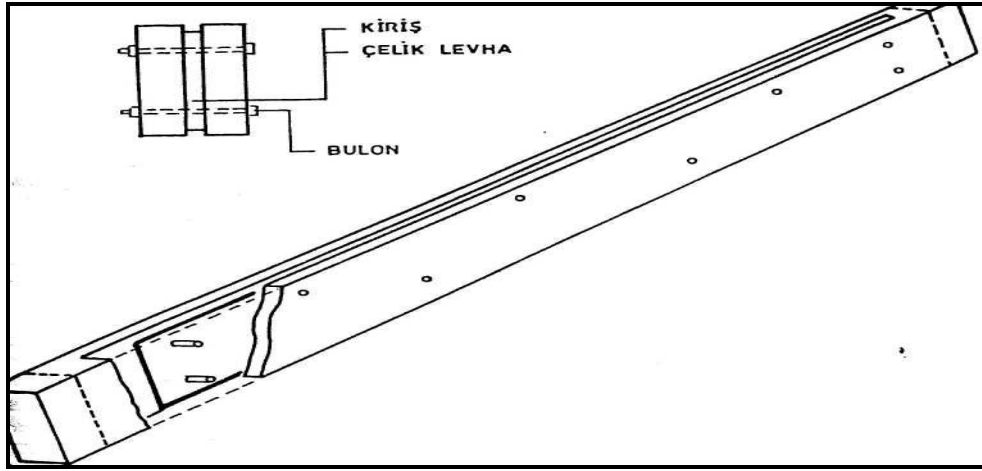
Şekil 7.13. Yaprak haline getirilmiş çelik pimler ve yapıştırıcılar ile güçlendirme [23]

d) Aşırı Derecede Yüklenmiş Kirişlerin Çelik Levhalar ile Takviye: Kirişin uç kısmı kesilip yenilendikten sonra, kirişin ortasındaki kırılma ve eğilmeyi gidermek için kiriş üstünde delikler açılarak kirişin altına yerleştirilen ve çekmeye çalışan paslanmaz çelik levha bu deliklerden geçirilen vida ile sıkıştırılır.(Şekil 7.14)



Şekil 7.14. Aşırı derecede yüklenmiş kirişlerin çelik levhalar ile güçlendirme. [23]

Aşırı derecede yüklenme sonucu ahşap kirişte oluşan gerilmelere karşı kirişin dayanımını arttıracak uygulamalardan biri de kiriş uçlarından belli bir mesafe sonra aradaki parçası alınan kirişin açıklığına uygun boyutlarda paslanmaz çelik lama yerleştirilerek lamanın, paslanmaz çelik bulonlar ile kirişe sabitlenmesidir (Şekil 7.15).



Şekil 7.15. Kirişlerin çelik levhalar ile güçlendirilmesi. [23]

Ahşap kirişin altında korunması gerekli bir tavan kaplaması varsa yukarıda sıralanan yöntemler bu kirişin güçlendirilmesi için uygun değildir. Bu kiriş için çelik halatlar kullanılarak yapılan güçlendirme daha uygun olur.

Ahşap Döşemelerin Onarımı: Ahşap döşemelerin onarım ve güçlendirilmesi düşey yükleri karşılayarak duvarlara iletmeleri ve duvarların bütünlüğünü sağlamaları bakımından önemlidir. Ahşap döşemelerin üzerine mevcut kaplama ile açılacak şekilde yeni bir kaplama çakılması önemli bir yatay ve düşey rijitlik sağlar. Bu işlem çelik elemanlar kullanılarak da yapılabilir. Döşeme kirişlerine yeterli mesnet boyu sağlanmalı ve varsa buralardaki çürüme ve bozulmalar giderilmelidir.

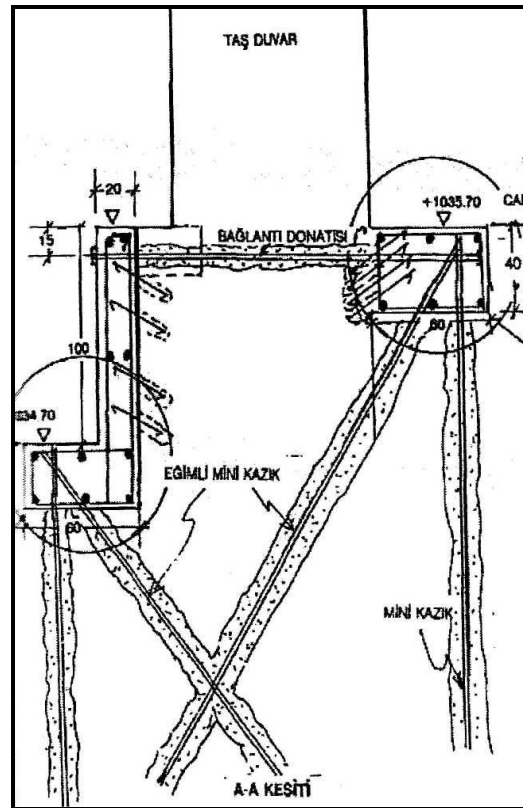
7.1.7. Temellerin güçlendirilmesi

Temelin durumu, dizaynı ve zemin cinsi yapının depreme karşı davranışını etkiler. Bu sebeple güçlendirme projesinde temellerinde göz önünde tutulması gerekir. Mevcut temellerin davranışını iyileştirmek için çeşitli temel takviyeleri kullanılır.

1. Geleneksel temel takviye yöntemleri ile temelin genişletilmesi ve / veya derinleştirilmesi yoluyla temel davranışının iyileştirilmesine çalışılır.
2. Temel altındaki zeminin iyileştirilmesine dayalı yöntemler. Temel zemini, kimyasal enjeksiyonlar veya "jet-grout" kolonları kullanılarak iyileştirilir.

kireç kullanılırken, kimya endüstrisinin gelişimiyle de, iri taneli kumlarda asfalt emülsiyonu enjeksiyonu, dolgun kumlarda karpamit polimer enjeksiyonu, doymuş kumlarda ve lős zeminlerde silikasyonu sağlamak amacıyla cam suyu enjeksiyonu gibi yöntemler kullanılmaya başlandı [28].

Temel Yüklerinin Derin Taşıyıcı Tabakalara Aktarılması: Temel taşıma gücü düşük olan ve/veya yüksek sıkışabilirliğe sahip zemin tabakalarında inşa edilecek yapılarda meydana gelecek oturmaları önlemek için yapılan geleneksel temel takviyesi, temeli derinleştirerek bir ayak oluşturulmasına dönüşür. Derin temeller (mini kazık ve kesonlar) veya taş kolonlar, jet-grout kolonları gibi elemanlar kullanılmaktadır. Bu uygulamaların amacı yapı yüklerini daha derindeki sağlam tabakalara aktarmak ve/veya mevcut temel zeminini iyileştirmektir (şekil 7.17) [28].



Şekil 7.17. Konya Aladdin Camiinde mini kazıklarla temel takviyesi [28]

7.1.8. Taş malzemenin güçlendirilmesi ve eksik taşların tamamlanması

Taş malzeme diğer malzeme türlerine göre her ne kadar daha dayanıklı olsa da bazı etkenler sonucunda özelliklerini yitirebilmektedir. Mevcut taşların sağlamlaştırma malzemesi kullanılarak onarılması mümkün olmadığında yeni malzeme ile değiştirilmesi gerekmektedir. Taşların yenilenmesi ve tamamlanması doğal taşlar ve suni (imitasyon) taşlar kullanılarak iki şekilde yapılabilir. Fakat bu uygulamalarda onarım, ilke ve belirtme teknikleri dikkate alınarak yapılmalıdır. [14]

Sağlamlaştırma yapılmadan önce, taş malzemenin yüzeyi derinlemesine temizlenmeli, gözeneklerdeki tuzlar malzemeden uzaklaştırılmalıdır. Sağlamlaştırıcı maddeler taşta var olan çok küçük yarıkları ve çatlakları doldurabilmektedirler. Eğer

daha büyük çatlaklar varsa bunlar dolgu maddeleri ile doldurularak tamamlanmaktadır. Sağlamlaştırmada önemli olan, sağlamlaştırıcı maddenin taşın içindeki gözeneklerin en derinine kadar inmesidir.

Slikonlar: Silikonlar yarı organik yarı inorganik olduklarından her iki gruptaki sağlamlaştırıcılar arasında uyum sağlamaktadırlar. En önemli özellikleri, uygulandıkları taşın özelliğine göre ortamdan suyu uzaklaştırmalarıdır.

Termoplastik Reçineler: Büyük moleküllü, molekül özellikleri ısı ayarlayıcı reçinelere göre daha düşük olan sağlamlaştırıcılardır. Çoğunlukla geçici sağlamlaştırıcı olarak kullanılırlar.

Slikon Esterler: Pullanma nedeni ile bozulmaya uğramış taş malzemenin silikon ester içinde doyurulmasının iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Fluorosilik Asit ve Fluorosilikatlar: Sağlamlaştırmada en iyi sonuç fluorosilikatlar ile sağlanmıştır. Alüminyum taze alçıyı, magnezyum eski alçıları ve kireç taşını, kurşun ise çevre koşullarının yarattığı kirlenmelere karşı kullanılmaktadır.

Sentetik Monomerler: Bozulmakta olan gözenekli yapıdaki taşlarda iyi sonuç veren sentetik monomerlerden Metil metakrilat çözeltisi yüzeye uygulandıktan sonra uçmasını önlemek için alüminyum folyo ile sarılır. Böylece çözeltinin taşın bünyesine tamamen girmesi sağlanmaktadır.

Sentetik Polimerler: Sentetik polimerler büyük moleküllü bir yapıda olduklarından sulandırılarak kullanılmaktadırlar. 1-2 mm. derinliğe kadar malzemeye işleyerek malzemenin nefes almasını engeller ve nem tutmasına neden olmaktadır.

Epoxy Resinler: Daha çok kireç taşı, kum taşı ve alçının sağlamlaştırılmasında organik solventler içinde çözünmüş epoxy resin sağlamlaştırıcı olarak kullanılmıştır.

Polyesterler: Çeşitli katkı maddeleri ile alçı, kum. inceltirilmiş taş, mermer tozu, kalsit ve talk gibi katkıları ile yapıştırıcı ve dolgu olarak kullanılmaktadırlar

Bu sağlamlaştırıcı maddeler taş malzemeye, fırça ile sürülerek, püskürtülerek, kılcallık yolu ile, damlatarak besleme ile, mum ve reçine ile doldurarak, boşluk doldurma yöntemleri kullanılarak uygulanabilir [29, 30].

7.2. Yapının Kısmen veya Tamamen Yenilenmesi

Yapının parçalara ayrılarak sökülmesi ve yeniden modern bağlayıcı maddelerle inşa edilmesi bazı durumlarda uygun sonuç verebilir. Özellikle ahşap elemanlardan veya taş yığma yapı elemanlarından oluşan bir yapı kısmen ve tamamen kolayca yenilenebilir. Sökme sırasında elemanların zarar görmemesi ve yapılan işlemlerin kayıt altına alınması önemlidir.

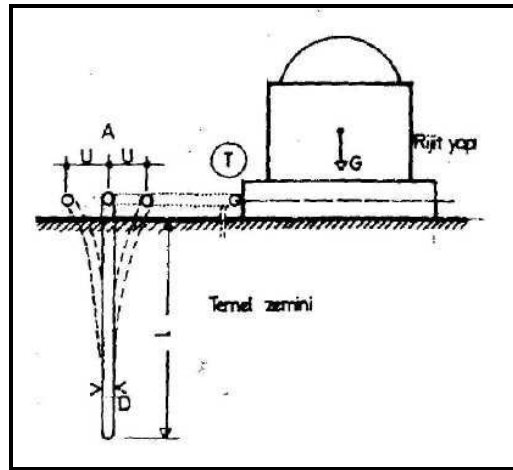
7.3. Yapıya Müdahale Olmaksızın Yapılan Takviye

Depreme karşı yapı taşıyıcı sistemin güçlendirilmesinde, çağdaş malzemelerle, özellikle çelik ile, sağlanabilse de, görsel ve sanatsal açıdan yapının niteliğini düşürebilir. Yapıya müdahale miktarı ne kadar azaltılırsa, yapının estetiği ve orijinal kimliği o ölçüde korunmuş olur. Bu nedenlerle, yapıya gelmesi muhtemel enerjinin büyük kısmını yapı kütlesi dışında tutmak tercih edilebilir.

7.3.1. Deprem enerjisini söndürebilen kazık perde sistem

Rijit tarihi yapıların elastik deformasyon kabiliyetleri çok az olduğu için, yatay deprem kuvvetlerinin büyük kısmını yutabilecek ve bu kuvvetlerin yapı kütlesine etkimesini azaltacak sistemler kullanılabilir.

Bu sistemde, yapının temel ağırlık merkezinden, yaylı bir sistemle, elastik deformasyon yapabilen, temel zemini içine girmiş bir perdenin uç noktasına (A) bağlandığını kabul edelim. (Şekil 7.18)



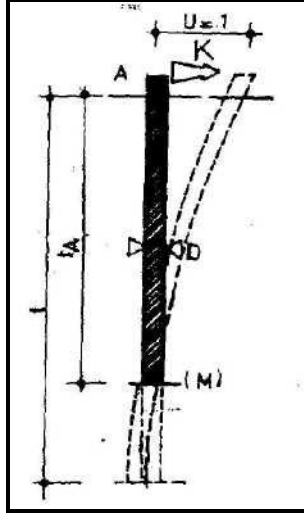
Şekil 7.18. Temel kazık ile yapının şematik birleşimi [15]

Kazık perde yanal yüklere karşı konsol bir kiriş gibi çalışarak, zemin cinsine bağlı olarak elastik bir deformasyon yapar. Deprem etkisi ile yapının titreşime zorlanması durumunda deprem yüklerinin bir kısmı yapı temelinin ağırlık merkezi hizasına bağlanmış, basınca dayanıklı (TA) çubukları ile (A) noktasına iletilir. Bu durumda, kazık perde (u) kadar, denge durumuna göre deplasmana zorlanır. Böylece kazık perdeyi bir yaylı sistem olarak kabul edebiliriz. Bu sistemin (k) yay sayısı sisteme birim deplasman yaptıran (K) kuvveti olarak tanımlanır (Şekil 7.19).

Kazığa 1 tonluk yatay bir kuvvetin etkimesi ile (A) noktasının deplasmanı (δA) ise, (k) değeri

$k = 1 / \delta A$ olarak hesaplanır.

Bu değer kazık boyu (L) , kazı çapı (D) , kazık malzemesi elastik modülü (E) ve zemin parametrelerine bağla, teorik olarak hesaplanabilir ise de, daha gerçek bir değer arazide yapılacak yükleme deneyleri ile bulunabilir.

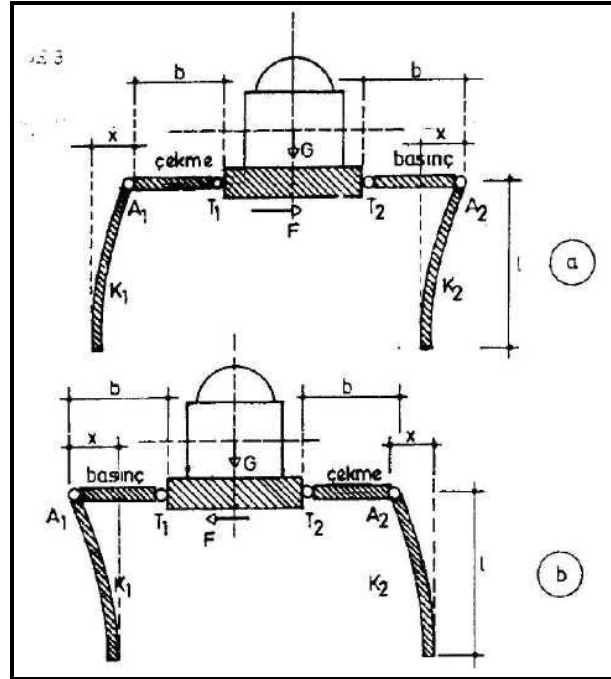


Şekil 7.19. (K) kuvvetinin yaptırdığı deplasman miktarı [15].

(k) yay katsayısını büyütmek sistemin elastik deformasyon kabiliyetini arttıracaktır. Bunun için, sayısını sabit tutmak koşulu ile kesit atalet momentini yani kazık çapı büyütülmeli ve kısa kazık kullanılmalıdır.

Burada önemli olan bir nokta; kazık perdenin deprem titreşimlerinden etkilenmeyecek şekilde (tecrit) izole edilmiş olmasıdır [15].

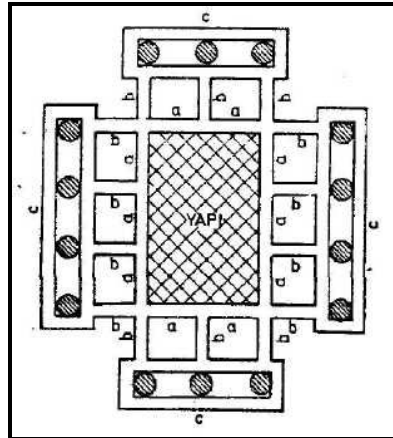
Yapı temelini kazık perde uçlarına bağlayan rijit çubuklar yatay deprem yükünü (F) etkime doğrultusuna göre basınç ve çekmeye çalışırlar. (Şekil 7.20). Bu çubukların betonarme olması durumunda boyut hesapları yapılırken bu husus göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 7.20. Yatay deprem yükünün (F) etkisinde basınç ve çekme miktarları [15]

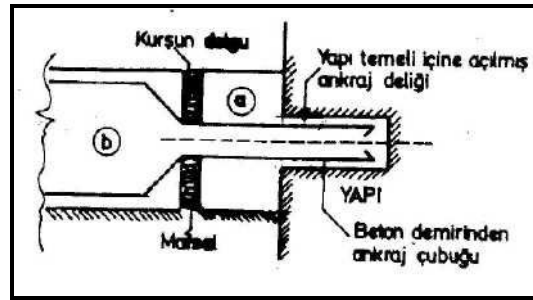
Kazık perde ile yapı temelini yatay düzlemde bağlayan elemanların oluşturduğu sisteme (Kazık-Perde Izgarası adı verilir {Şekil 7.21). Bu ızgarayı oluşturan elemanlar üç türden oluşur:

- Yapıyı çevreleyen (Kasnak Hatılı)
- Yapıyı perdeye bağlayan (Çubuklar)
- Kazıkların uçlarını bağlayan (Bağ Kirişi)



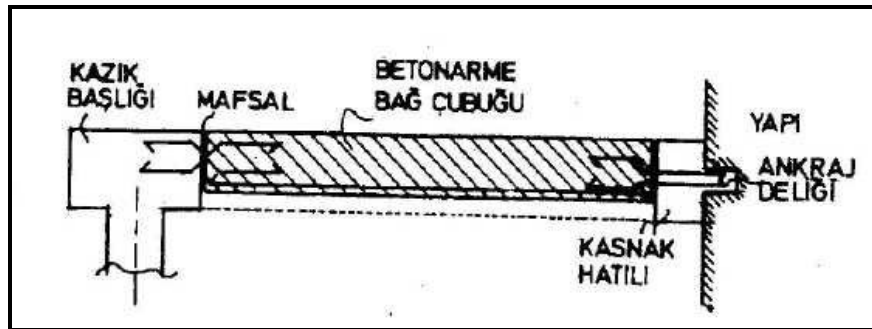
Şekil 7.21. Kazık-Perde ızgara sistemi [15]

Kasnak Hatılı: Yapı temeline bağlanmış bu kirişler yapıyı dört bir taraftan çeviren bir hatıl görünümünde olup, ankraj çubukları ile yapı temeli içinde yer yer açılmış delikler içine sokulmak sureti ile temel kütlesine bağlanmalıdır. Bu hatıllar aynı zamanda yapı temelini deprem titreşimlerine karşı monolitik bir kütle olarak çalışmasını sağlarlar (Şekil 7.22).



Şekil 7.22. Kasnak hatılı [15].

Bağ Çubukları: Kazık-perde ile yapı temelini bağlayan, deprem süresinde deprem yüklerinin bir bölümünü kazık perdeye ileten elemanlardır. Deprem titreşimleri sonucu basınç ve çekmeye çalışırlar. Bu çubuklar, temel kasnağını oluşturan hatıllara ve kazık bağına mafsallı olarak bağlanmalıdır (Şekil 7.23)



Şekil 7.23. Bağ çubuğu [15]

Kazık Bağ Kirişi: Kazık uçlarını birbirine bağlayan bir kiriş olarak tasarlanmalıdır (Şekil 7.24) . Kazıkların müşterek çalışmasını sağlarlar. Böylece kazık perdenin her bir noktasının aynı deplasmanı yapması sağlanmış olur [15].

7.5. Yapısal Kontrol Sistemleri

Tarihi yapıların deprem kuvvetlerine karşı koyabilmeleri genel olarak dayanım seviyelerine, kalıcı şekil değiştirme ve enerji yutma özelliklerine bağlıdır. Bu amaçla, daha öncede bahsedilen, çelik çubuklarla, beton perde veya kolon şeklindeki betonarme elemanlar da kullanılmaktadır. Fakat bu ilave edilen güçlendirme elemanları ile mevcut duvarın birleşim bölgelerinde büyük sorunlar çıkabilmektedir. Mevcut yığma duvarlara göre çok daha rijit olan betonarme elemanlar deprem esnasında çok daha büyük dış kuvvetleri üzerlerine çekmekte, beton kadar rijit olmayan yığma duvarlar, birleşim bölgelerindeki oluşan bu büyük kuvvetlere karşı dayanıksız olduğundan sistem bu bölgelerde dağılmakta ve mukavemetini kaybetmektedir. Bu sebeplerden dolayı yığma binalarda betonarme elemanlarla yapılan güçlendirmeler uygun olmamakta, çelik profil elemanları da dezavantajları sebebi ile tercih edilmemelidir. Ayrıca bu elemanların mevcut yığma duvarların bünyesine dahil ederek uyumlu bir şekilde çalışmalarını sağlamak imkansızdır.

Son yıllarda, ülkemizde de tarihi yapılarla ilgili olduğu kadar bazı önemli çağdaş yapıların elden geçirilmesinde de sistemin güçlendirilmesi amacıyla enerjiyi kendi içinde sönüme uğratarak kontrol etme eğilimi ağırlık kazanmakta ve belli bir alt teknik disiplin olma yolundadır.

Bu kontrolün sağlanması amacıyla kullanılan yöntemlere yapısal kontrol sistemleri (sismik izolasyon) denir.

Sismik İzolasyon Tekniği; deprem sırasında yapıya gelecek yatay ivmeyi sınırlandırma esasına dayanan sismik projelendirme yöntemidir. Esas olarak bu teknik; yatay yüklere, özellikle sismik yüklere yeterli dayanım sağlayan, bunun yanında mesnetler yardımıyla düşey yükleri de aktaran klasik sistemlerden oldukça farklı bir sistemdir. Başka bir deyişle özel cihazlar yardımıyla deprem kuvvetlerini üstlenip, mesnetleri tek başına sismik yüklere karşı koymaktan kurtaran bir sistemdir [16].

Sismik yalıtımın dayandığı felsefe, deprem kuvvetlerine karşı gelmek yerine onları sınırlayarak savuşturmadır. Sismik yalıtım sonucu Yapıya gelen kuvvetler azalır, kat ivmeleri küçülür, göreceli kat deplasmanları oldukça küçülür.

Bir sismik yalıtıcı aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

1. Yapının kuvvet tepkilerini azaltmak için dizgenin titreşim dönemini uzatan esnek bir yapı,
2. Göreceli yer değiştirmeleri denetlemek için söndürücü veya enerji açığa çıkarıcı,
3. Rüzgar, küçük deprem yükleri gibi düşük seviyedeki yüklere karşı yeterli dayanım [16].

Yapısal kontrol sistemleri, genel olarak üç grupta incelenebilir. Bunlar aktif, pasif ve hibrid kontrol sistemleridir [25]. Bunları aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür (Çizelge 7.1).

Çizelge 7.1. Aktif ve pasif kontrol sistemleri [31].

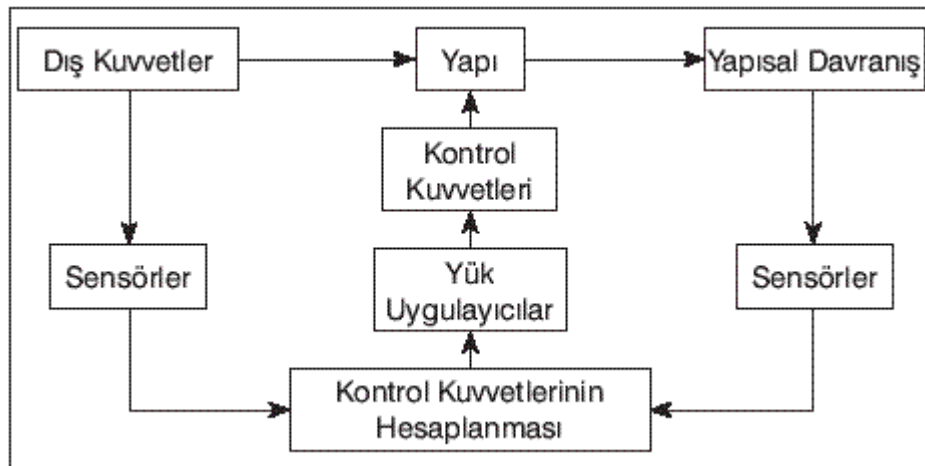
Pasif Kontrol		Aktif Kontrol
Sismik İzolatör	Pasif Enerji Yutucular	
Elastomerik Mesnetler	Metal Sönümleyiciler	Bağ Sistemleri
Kurşun-Kauçuk Mesnetler	Sürtünme Sönümleyicileri	Kütle Sistemleri
Elastomerik Mesnetler ve Enerji Yutucu Cihazlar	Viskoelastik sönümleyiciler	Değişken rijitlik ve kütle sistemleri
	Viskoz Sönümleyiciler	Şok sistemler
Sürtünme sarkacı mesnetleri	Ayarlanmış Kütle Sarkacı Sönümleyiciler	Aerodinamik Sistemler
Yassı Kayıcı Mesnetler ve Yük Veren Cihazlar	Ayarlanmış Sıvı Sönümleyiciler	
Yağlanmış Kayan Mesnetler ve Enerji Yutucu Sistemler		

7.5.1. Aktif kontrol sistemleri

Bir kontrol algoritmasını kullanarak, tam hal (deplasman-hız) geri beslemeli bir kontrol kuvveti yaratırlar. Gelen dinamik yükün ve yapının bu yüke tepkisinin parametrelerini kaydeden algılayıcılar (sensor), bu doneleri merkezi bilgisayar

sistemine yollarlar. Yapay zeka olarak da düşünülebilecek kontrol algoritması, aktif kontrol cihazını yönlendiren hareket mekanizmalarına (actuator) gerekli komutları iletir. Bu sayede yapıda bir karşıt davranış (counteract) etkisi sağlanmış olur. Bu durum titreşimlerin azaltılmasını sağlar. Aktif kontrol sistemlerinin en önemli avantajı, yapı tepkisini gözeten ve yük değişkenini hesaba katan kontrol algoritması vasıtasıyla yapıların doğrusal olmayan davranışlarına ideal uygunluk göstermeleridir. Sistemin devreye girebilmesi için dış enerjiye ihtiyaç vardır. Aktif ayarlı kütle sönümlendiriciler, aktif ayarlı sıvı sönümlendiriciler aktif kontrol sistemleridir.

Yapıya gelen dinamik kuvvetler ölçülerek önceden belirlenen bir algoritmaya göre kontrol bilgisayarında gerekli kontrol kuvvetleri hesaplanabilmekte ve bu kuvvetler yapıya yerleştirilen aktif kuvvet mekanizmaları ile uygulanabilmektedir (Şekil 7.25).



Şekil 7.25. Aktif kontrolün şematik diyagramı [32].

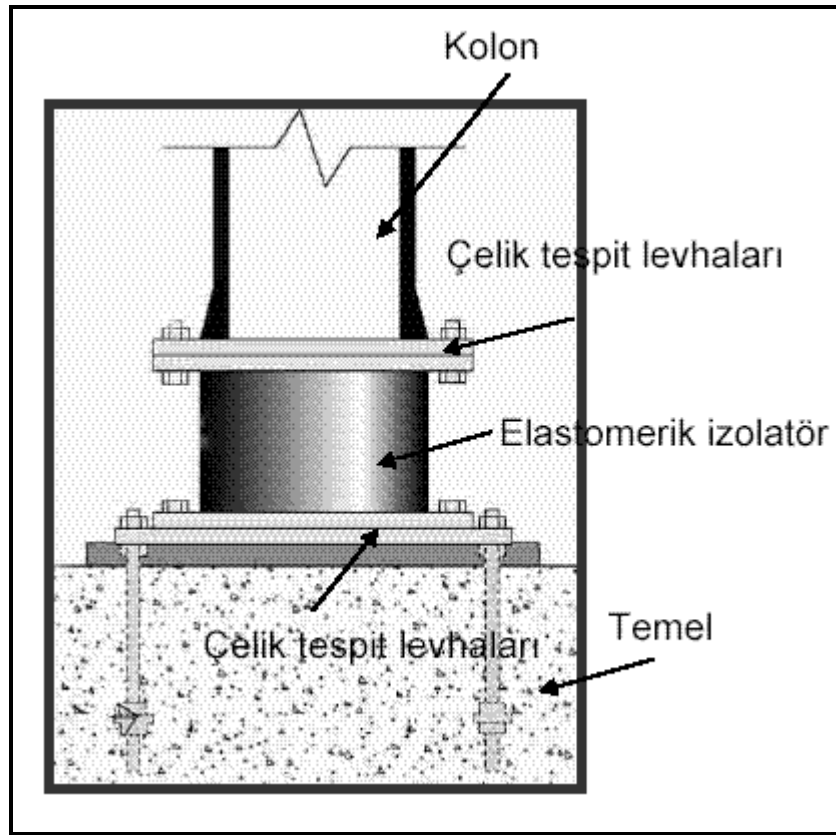
Kontrol kuvvetleri genelde tendonlar ile uygulanmaktadır. Bu tendonlar öngerilmeli ve elektrik ile çalışan hidrolik bir mekanizma ile kontrol edilmektedirler.

7.5.2. Pasif kontrol sistemleri

Pasif kontrol sistemleri ise dış enerjiye ihtiyaç duymazlar. Çünkü bir kontrol algoritmasına sahip değildirler. Bu durum pasif kontrol sistemlerini ekonomik kılmaktadır. Ayrıca bu sistemlerin uzun yıllardır kullanılıyor olmaları önemli bir avantajdır.

Metal Sönümleyiciler: Sismik enerjiyi sönümlemenin yollarından biri metallerin elastik olmayan davranışını kullanmaktır. Bu amaç için tasarlanan sistemlerin çoğunda dikdörtgen, üçgen veya X şeklinde yumuşak çelik levhalar kullanılmış ve gerilmelerin malzeme içerisinde mümkün olduğu kadar düzenli dağılmasına dikkat edilmiştir. Metal sönümleyicilerin bir yapı sisteminde kullanılması için teorik ve deneysel çalışmalara bağlı olarak kazanılan bilgilerin ışığında hazırlanacak yönetmeliklere ihtiyaç olmuştur. Bazı araştırmacılar metalik enerji yutan elemanların tasarımı için yapının hareket denklemine metalik elemanların çevrimsel kuvvet-deplasman ilişkilerini katarak, birtakım dizayn metotları geliştirmişlerdir.

Elastomerik kauçuk mesnetler (Elastomeric Rubber Bearings-RB): Depremden korunmak amacıyla ilk kauçuk mesnet Yugoslavya'nın Skopje şehrinde bir okul binasında kullanılmıştır. Mesnet sistemi olarak doğal kauçuk bloklardan faydalanılmıştır. Kauçuk içerisine çelik plakalar yerleştirilmediğinden düşey yönde istenen rijitlik elde edilememiştir. (Şekil 7.26) Dolayısıyla, kauçuk blokların yanlara doğru şişmesi söz konusu olmuştur. Sistemin düşey yöndeki rijitliği yaklaşık olarak yatay yöndeki rijitliğe eşit olduğundan deprem hareketi esnasında bina ileriye veya geriye doğru sallanıp yukarıya doğru sıçrayabilmektedir. Mesnetler çelik plakalarla takviye edilerek karşılaşılan bu zorlukların üstesinden gelinmiştir. Bu tecrübeler ışığında, modern anlamda taban izolasyonuna sahip yapılar, yapının temeli ve tabanı arasında yerleştirilen, yatay yönde esnek ve düşey yönde ise rijit olan taşıyıcılarla yapılmıştır [33].



Şekil 7.26. Elastomerik kauçuk mesnetler (RB) [31].

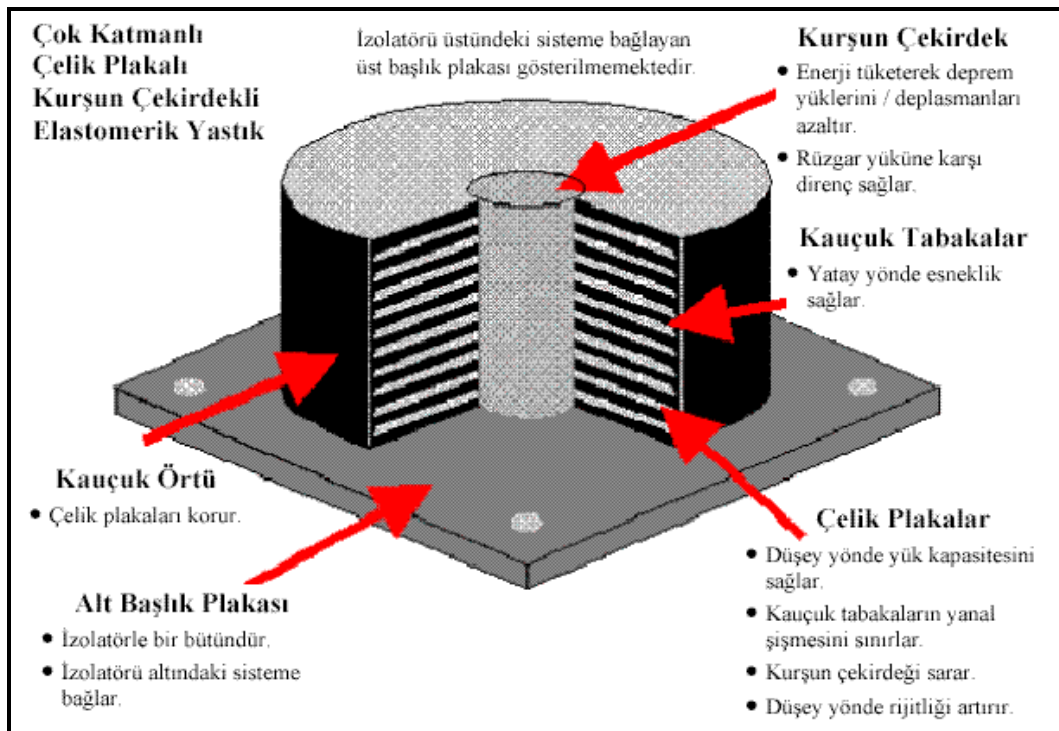
Sismik yalıtımda kullanılan bu mesnetler, elastomerik yataklar, kurşun çekirdekli elastomerik yataklar, kayan yataklar ve makaralı yataklardır. Kauçuk izolatörlerin üç ana görevi vardır:

1. Binayı taşımak,
2. Deprem sonrasında binayı başlangıç pozisyonuna getirmek (binayı merkeze almak),
3. Enerji sönümlemesi (deprem enerjisini sönümlemek) yapmak .

Sismik izolatörler düşey doğrultuda yapının kendi ağırlığını ve hareketli yüklerini, yatay deprem kuvvetleri etkisiyle en gayri müsait durumlarda meydana gelebilecek düşey doğrultuda aşırı basınç ve çekme kuvvetlerini taşıyabilecek sert yay , yatay deprem kuvvetleri altında ise yatay doğrultularda yatay hareket yapabilme özeliği ile bu yükleri söndürerek rahatça taşıyabilecek yumuşak yay görevini üstlenirler. Bu tip mesnetlerin (örneğin: basit, en ekonomik ve sıkça kullanılan HDRB -High

Damping Rubber Bearings) düşey yükleri taşıma, aynı zamanda deprem titreşimlerini azaltma ve deprem enerjisini söndürme görevleri vardır [34].

a)Yüksek Sönümleme Kabiliyetli Kauçuk Mesnet (HDRB) İzolatör: Düşey yükler altında çelik levhaları sayesinde rijit ve yatay yükler altında maksimum 2,0 gibi yüksek bir kayma deformasyon imkanı sağlayan özel kauçuk malzemesi sayesinde elastik davranır. Şekil 7.27’de görülen kurşun çekirdekli elastomerik yataкта, kurşun çekirdek düşey doğrultuda taşıma kapasitesini artırır. Elastomerik malzeme ise enerji yutumunu sağlarken, çelik kamalar kurşun çekirdek için sargı görevini üstlenirler. Alt ve üst yatak başlıkları montaj için gereklidir. Kullanılan yataklar yapıya artan periyotla birlikte esneklik kazandırırken, ivmesel yüklerde azalma sağlar.

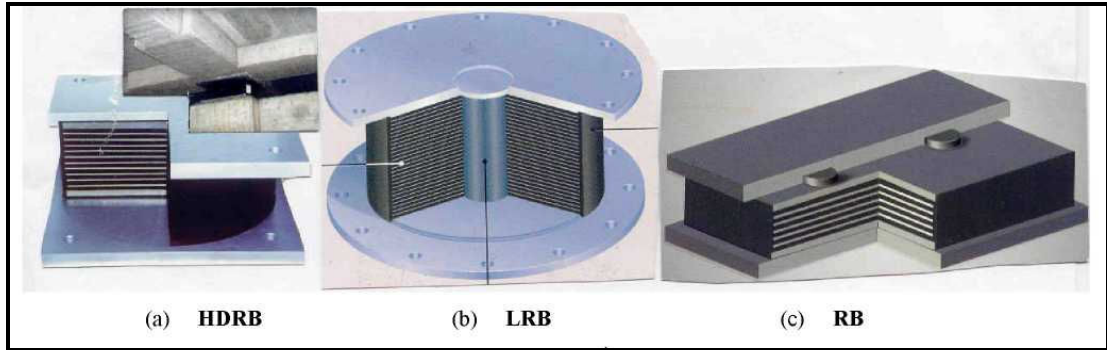


Şekil 7.27. Kurşun çekirdekli kauçuk mesnedin kesit ve bileşimi [35]

Başta bakım gerektirmemeleri, uzun yıllar dayanım özelliklerini korumaları, ekonomik olmaları, kolay montaj imkanı sağlamaları ve yapı ömrü boyunca dış etkilere (ozon, atmosferik etkiler) karşı dayanıklı olmaları beklenmektedir. Diğer deprem izolatörlerinde olduğu gibi, HDRB izolatörleri için de dikkat edilmesi

gereken önemli diğ er bir konu, belli bir s ure boyunca devam edebilecek yangından korunmalarıdır.

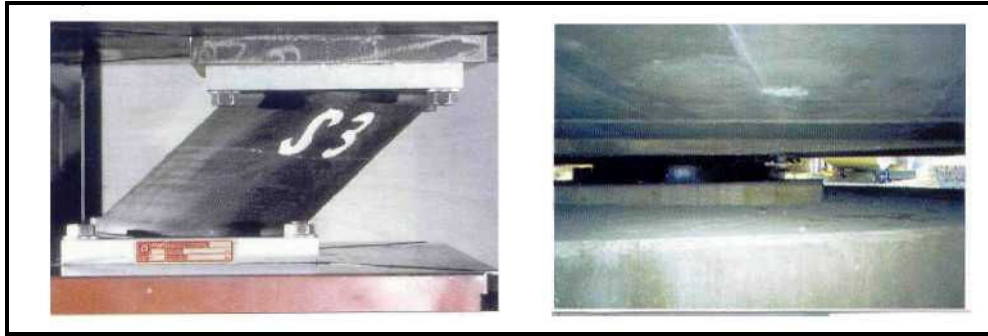
b)Kurşun  ekirdekli Kauçuk Mesnet (LRB) İzolatör: HDRB'ye göre daha sınırlı bir kayma deformasyonuna sahiptir ( ekil 7.28)



Şekil 7.28. Başlıca kullanılan elastomerik kauçuk mesnet deprem izolatörleri (HDRB,LRB) ve standart mesnet (RB) [34].

Standart basit tip kauçuk mesnetlerin (RB) içinde enerji sönümleyici özel bir malzeme (sistem) bulunmayıp, uygulamaların çoğunda enerji s n mleyebilen bazı ekipmanlarla birlikte kullanılmaları gerekir. Buna karşın  elik levhalar ile kuvvetlendirilmi  (kurşun malzemeden yapılmış bir çekirdeğı olan LRB veya yüksek sönümleme kabiliyetli HDRB gibi) elastomerik kauçuk özel mesnetler, şiddetli deprem yükleri esas alınan  oğ  projelerde, hem düşey yükleri taşıyan standart mesnet işlevi görür, hem de yatay yükleri söndürebilen deprem izolatörü olarak yeterli olmaktadır.

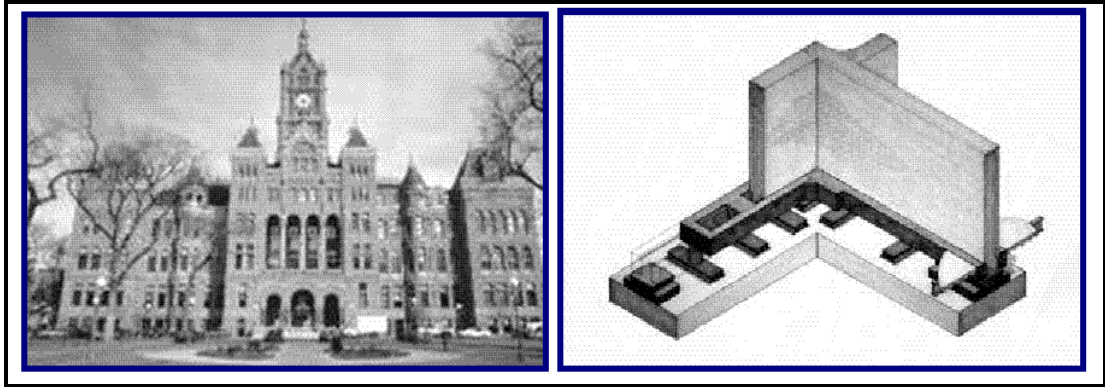
Sıkça kullanılan elastomerik kauçuk mesnetlerde,  rneğ n $V=4500$ kN düşey yük etkisi altında, toplam 130 mm. kalınlıklı 400x800mm. dikdörtgen veya 650mm.  aplı daire kesitler için yatay deplasman 65mm. kadardır. Pratikte genellikle kullanılan HDRB deprem izolat rlerinde, toplam kalınlıklar 200-450mm. için, yatay deplasmanlar 12-40 cm. mertebelerinde düşünülmektedir. Deprem esnasında oldukça düşük bir periyot ile titre irler. Deprem enerjisini söndürerek üst yapının salınımlarını azaltır ve dolayısıyla uygulandığı yapıların depreme karşı dayanım performanslarını yükseltir.  elik levhalar düşey yönde sistemin rijitliğini artırırken, kauçuk tabakalar sisteme gereken yatay esnekliğı sağlar ( ekil 7.29) [34].



Şekil 7.29. HDRB deprem izolatörü; dinamik - tekrarlı yükleme testi sırasında ve bir örnek uygulama [36].

San Francisco'da bulunan yeni Asya Sanat Müzesi'nin sahip olduğu koleksiyonların değeri ve birçok kırılabilir parçadan oluşmasından dolayı, 1989'daki depremde hasar gören binanın depreme karşı güçlendirilmesine özel bir dikkat gösterildi.

Bina yaklaşık 50 cm genişliğinde ve 90 cm uzunluğunda 200 adet kauçuk titreşim izolatörünün üzerine yerleştirildi. Bu sayede binanın herhangi bir sarsıntıda her iki yönde 75 cm'lik hareketine olanak verecek ve 8,1 büyüklüğündeki bir depreme karşı binanın güvenliğini sağlayacak yapı oluşturuldu (Şekil 7.30).



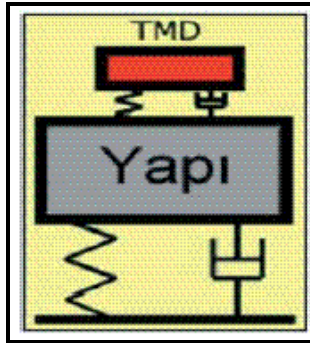
Şekil 7.30. City and county building, salt lake city, utah, kauçuk izolatörler

Viskoz akışkanlı enerji söndürücü (VDD İzolatör): Diğer bir pasif kontrol yöntemi olan doğrudan enerji tüketim sistemlerinin (viskoz damperler, kuru sürtünme damperleri, metalik histerik damperler) yapılara yerleştirilmeleri ile elde edilen enerji tüketimi, yapının taşıyıcı kısımlarına iletilen deprem enerjisi miktarında önemli ölçüde azalma sağlar. Ancak bu şekilde, yapılara etkiyen deprem kuvvetlerinin

deprem izolatörleri yardımıyla yapıda yerleştirildikleri kotlarda söndürülerek etkileri azaltılabilir ve üst yapının yatay hareketleri zarar vermeyecek mertebelerde tutulabilir.

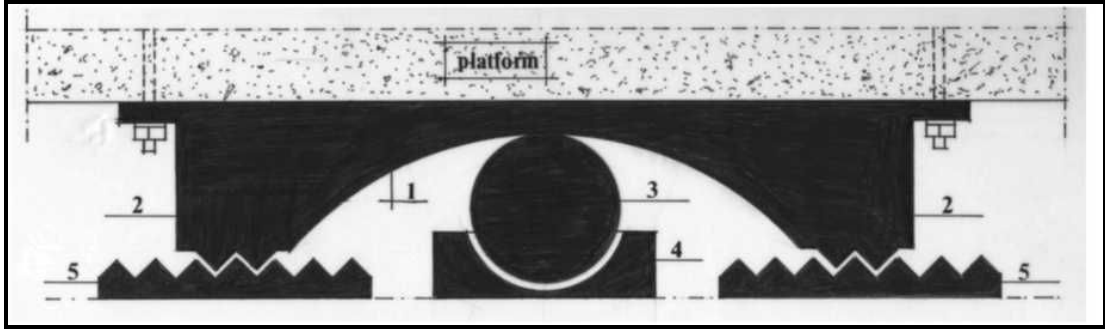
Doğrudan enerji tüketimi sağlayan damperlerin farklılıkları, sönüm mekanizmalarından kaynaklanmaktadır. Elastik, elastoplastik, rijit plastik, elastoviskoplastik gibi farklı sönüm mekanizmalarını kullanan damperler arasında en sık rastlanılan viskoz damperlerdir. İçindeki silikon vb. malzemenin kayma direnci ile deprem enerjisini emerek söndürme işlevini, sıkışabilme özeliği ile yay işlevini yerine getirir. Bu sistemler mevcut yapıların rehabilitasyon çalışmalarında da kullanılabilmektedirler [25].

Ayarlı Kütle Sönümleyicileri (TMD): Esas yapıya birbirine paralel yay ve viskoz sönümleyici yardımıyla bağlanan kütleye ayarlı kütle sönümleyici (TMD) denmektedir. TMD parametre şekilleri uygun şekilde seçilerek yapının istenen titreşim moduna ayarlandığı takdirde o moddaki titreşim enerjisinin bir kısmının TMD ye akışı sağlanarak esas yapının titreşim enerjisi azaltılır (Şekil 7.31).



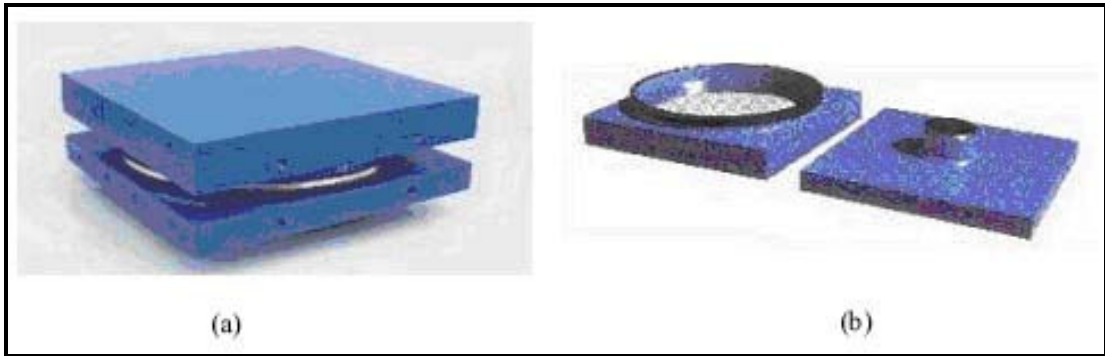
Şekil 7.31. TMD'nin mekanik modeli

Kayma Tipi İzolatörler: Kısmi olarak kayan sistemler sismik izolasyon için amaçlanan en basit ve en eski sistemlerdir. Bu sistemlerin geri getirici kuvvet mekanizmaları ile desteklenmeleri gerekir. Aksi takdirde kalıcı deplasmanlar kabul edilemez seviyelere ulaşabilir (Şekil 7.32).

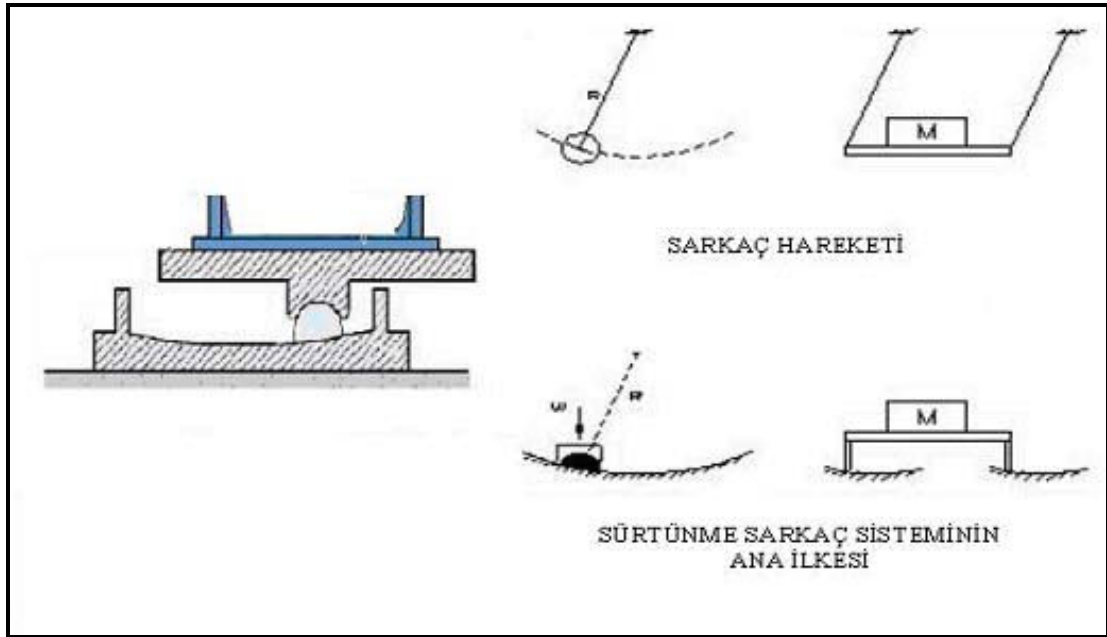


Şekil 7.32. Sürtünmeli İzolasyon Sistemi, çelik dişli mesnet (Bearing Vertical Section) [37]

Geri getirici etkiyi oluşturmada en yaygın yollardan biri küresel kayma yüzeyi kullanılmaktadır. Buna en güzel örnek sürtünmeli sarkaç sistemindeki kayıcı mesnetlerdir. İzolatörün efektif rijitliği ve izolasyon periyodu yüzeyin eğrilik yarıçapına bağlıdır. Kayma yüzeylerinde farklı malzemeler kullanılarak ve yüzey geometrisinin değişimleri ile hem sürtünmeden hem de sarkaç davranışından esinlenerek farklı tasarımlar ortaya çıkarılmıştır (Resim 7.5, Şekil 7.33).

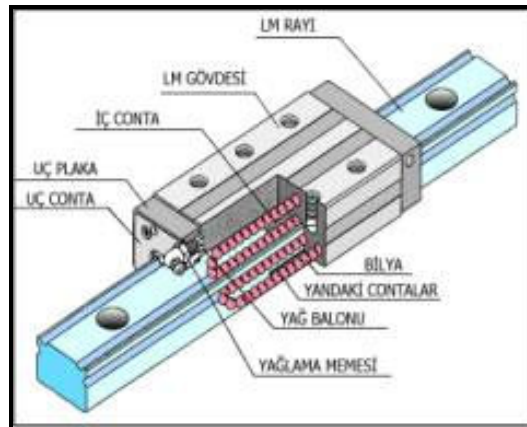


Resim 7.5. Sürtünme sarkaç sistemi.



Şekil 7.33. Sürtünme sarkaç sistemi.

Çapraz Doğrusal Sistem (Cross Linear Bearing, CLB): CLB sistemi alışlagelmiş ince tabakalı kauçuk izolatör kullanımında ortaya çıkan ve izolatörün burkulması yada çekmeden kaynaklanarak kopması gibi mühendislik sorunlarını gidermek için tasarlanmıştır.



Şekil 7.34. CLB Sismik İzolatörünün iç mekanizması [36].

CLB Sismik İzolatörünün iç mekanizması Şekil 7.34 de görülmektedir. İzolatör, kayan çelik bir gövdeden ve üzerinde bilyelerin hareket edebileceği yivler bulunan bir raydan meydana gelmektedir. Gövde ile ray arasında yuvarlanarak hareket eden

elik bilyeler bulunmaktadır. Gövde çok az sürtünme kuvveti ile hareket eder. CLB izolatörü yatay düzlemde birbirine dik doğrultuda çapraz olarak hareket eder. elik bilyelerin çapı, etkili olan bilye sayısı ve ray adedi CLB izolatörünün taşıma kapasitesini belirler.

San Francisco City Hall binasının, n tarafında kurulan CLB Sismik İzolatör düzeneğiyle deprem kuvvetlerine karşı hareketi kontrol altına alınmıştır. (Resim 7.6)



Resim 7.6. San Francisco City Hall binasında CLB sismik izolatörü kullanımı.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde depremde zarar görmüş tarihi yapıların güçlendirilmesi konulu tez çalışması kapsamında varılan sonuçlar değerlendirilerek irdelenmiştir.

- Ülkemiz, tüm insanlığa mal olmuş, antik dönemlerden, orta çağdan, rönesans ve sonrasındaki klasik çağlardan örnekleriyle dolu, tarih boyunca çok sayıda deprem görmüş, birçoğu zarar görmüş yada yıkılmış tarihi yapı bolluğuna sahiptir. İleride benzer şiddette büyük depremlerin olma riski gerçeği, konuyu Türkiye bakış açısından da kritik ve önemli kılmaktadır.
- Tüm insanlığın ortak malı olmuş ve farklı kültürleri simgeleyen bu yapıların sağlıklı olarak yaşayabilmesi ve gelecek kuşaklara aktarılmasını sağlamak çağdaş uygarlık vazifemizdir.
- Depremlerden ders çıkartmak, genel kamuoyu düzeyinde maalesef başarıyla yürüyen bir süreç değildir. Depremi izleyen kısa bir dönem zarfında yoğun bir kamuoyu ilgisi ve duyarlılığı gözlenmekteyse de, belli bir süre sonra bu hassasiyetini yitirmektedir. Bu konunun da ciddiyetine varılarak bu bilinç ve duyarlılığın her alanda gösterilmesi gerekmektedir.
- Tarihi yapıların güçlendirilmesinde amaç, bunların onarılması ve sağlıklılaştırılmasından ziyade bir sanat eseri ve tarihi belge olarak korunmasıdır.
- Ülkemizde Tarihi Yapıların korunması ve Kültür Hazinesi olarak ileriki kuşaklara aktarılması sorununu hala çözülmeyi bekleyen bir durumdur. Zira özellikle güçlendirme gibi çok özel bir uygulamayı tam olarak yönlendirecek herhangi bir yönetmelik yoktur. Esasen böyle bir yönetmeliği hayata sokmak da kolay değildir. Uygulama uygulayıcısının bilgi, beceri deneyim ve duyarlılığına kalmıştır.

8.1. Mevzuata Yönelik Sorun ve Öneriler

- Bugüne kadar Türkiye'de kültür varlıklarının korunmasına yönelik kapsamlı bir mevzuat bulunmasına rağmen, ülkemizdeki kültür varlıklarının korunması konusunda mevcut

yasal -kurumsal çerçeveden, uygulama-denetleme süreçlerine kadar uzanan, farklı ölçek ve kapsamlarda pek çok sorunun olduğu, bu sorunların çeşitlenerek arttığı ve aynı hızla çözümler üretilemediği söylenebilir.

- Çok yasalılık durumu ilgili kurum ve kuruluşlar arasın da bir "görev ve yetki" kargaşası yaratmaktadır. Koruma mevzuatında ki tekrarlar, ve örtüşmelerin ortadan kaldırılması; görev ve yetkilerin netleştirileceği kapsamlı bir mevzuat ayıklama ve düzeltme çalışması yapılması kaçınılmazdır.

- Uluslararası sözleşmelerin kabulüyle dolaylı olarak korumanın yasal çerçevesi içine ithal edilmiş olan kavram, tanım, kural ve gereklilikler yürürlükteki mevzuat içinde çelişki ve belirsizlik yaratmakta, görev ve yetki kargaşasını körüklemektedir. İthal kavram, tanım, kural ve gereklilikler yerlileriyle ilişkilendirilmeli, uluslararası sözleşmeler koruma mevzuatı çerçevesine eklenmek yerine içine sokulmalıdır.

- 2004 yılı Temmuz ayında gündeme getirilen ve 14 Temmuz 2004 günü TBMM'de kabul edilen 5226 sayılı "*Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu*" Kültür varlıklarının korunması konusunda özel kaynaklar yaratmak, uygulamaya yönelik yeni tanım ve örgütlenme biçimleri üretmek, var olan idari karar süreçlerin de işleyişi hızlandırmak gibi olumlu özellikler içeriyor.

- 5226 sayılı Koruma Kanununda tescilli yapılarla ilgili basit onarımlarla ilgili yetki koruma kurullarından belediyelere verilmiştir. Ülkemizde mimar, inşaat mühendisi gibi hiç bir teknik kadronun bulunmadığı yüzlerce belediye düşünüldüğünde, bunun sakıncalı olduğu açıktır.

- 5226 sayılı Koruma Kanununda “il özel idareleri bünyesinde, kültür varlıklarının korunmasına yönelik rölöve, resti-tüsyon, restorasyon projelerini hazırlayacak ve uygulayacak proje büroları ve sertifikalı yapı ustalarını yetiştirecek eğitim birimleri kurulur" ifadesi vardır. Burada kurulacak büroların yanı sıra, koruma alanında ülkemizdeki en önem li sorunun yanlış malzeme kullanımı ve geleneksel yapım tekniklerin unutulması olduğundan hareketle, il özel idareleri bünyesinde yerel / bölgesel ölçekte görev yapacak birimlerin kurulması da gereklidir.

- Türkiye'de özellikle düşük gelir gruplarınca kullanılan ve özel mülkiyette olan tarihi geleneksel konutların korunması önemli sorunlardan biridir. Tarihi konutlar, cumhuriyet tarihi boyunca geliştirilen konut politikaları içinde hiç bir zaman bir değer, potansiyel olarak görülmemiş, bu yapıların onarımı için kaynak yaratılmamıştır. Türkiye'de geliştirilen konut politikaları sadece yeni konut yapımını desteklemiş ve böylece tescilli konut sahipleri adeta cezalandırılmışlardır. Oysa Fransa, Hollanda, İtalya gibi ülkelerde, belli kullanım koşulları altın da, kültür varlığı maliklerine proje ve onarım maliyetlerinin % 40- ıla %80 oranlarında hibe yapılmaktadır. Türkiye'de de bu yasayla yaratılan kaynakların bir kısmının belli koşullar altında hibe olarak kullanımı sağlanmalıdır.

- Koruma / onarım uygulamalarında görev alacak uzmanlar gibi *ahşap, demir, taş*, tuğla, kurşun işleri gibi alanlarda usta ve sanatkarların da niteliklerinin belirlenmesi ve yasada mesleki yeterliliklerle ilgili ayrıntıların düzenlenmesi doğru olacaktır.

- Ülkemiz çok zengin ve çeşitli bir kültür mirasına sahiptir. Bu mirasın bölgesel farklılıkları bulunmaktadır. Bu nedenle arkeolog ve sanat tarihçisi üyelerin, tercihen görev yapacakları bölgenin kültür mirası konusunda uzmanlaşmış olmaları beklenmelidir.

8.2. Korumanın Sosyal, Politik Boyutu ve Öneriler

- Birçok kurum ve kuruluşla çok çeşitli meslek gruplarının belirli bir hedef doğrultusunda, etkin bir işbirliği ve koordinasyon içerisinde çalışmasını gerektiren bu faaliyetler, uzun vadeli ve sürekli çalışmalardır. Bu nedenle de toplumun her kesimini ilgilendirmekte ve bu kesimlerin katkı ve gayretlerini gerektirmektedir.

- Doğal ve tarihi değerleri koruma bilinci ile koruma ahlakı birer kültür sorunudur. Ne yazık ki, koruma kültürü bağlamındaki düzeyimiz oldukça düşüktür. Bilgisizlik, bilinçsizlik; bilinçsizlik bir çarpık koruma ahlakını; çarpık koruma ahlakı ise çelişkili siyasaları güçlendire gelmiştir.

- Koruma bilgisi, koruma konularında araştırma ve bilimsel çalışmaların özendirilmesi ile artacaktır. Oysa üniversiteler daha çok röleve, resti tüşyon ve restorasyon projeleri ile koruma planlarının hazırlanması konularında devreye girmekte; adeta birer proje bürosu gibi işlemektedirler. Üniversite daha çok araştırma projelerine, kavram ve tanım kargaşasının netleştirilmesine katkıda bulunacak çabalara yöneltilmeli, teori ile pratik arasında bir bağ kurulmalıdır.
- Çocuk yaştan başlayarak kültür varlıklarının öğretilmesi, tanıtılması, sevdendirilmesi ve korunması için sorumluluk bilincinin aşılması büyük önem taşımaktadır. Bu konuda özellikle ilköğretim düzeyindeki çocuklara okullarda bu eğitimin verilmesi sağlanmalı. Koruma eğitimi sadece bir yüksek ihtisas eğitimi olarak ele alınmamalı, bir okul sonrası, meslekiçi ve halk eğitimi konusu olarak da değerlendirilmelidir.
- Doğal ve tarihi değerlerin korunması bağlamında toplumsal ve kişisel bilinç düzeyleri yükseltmek zorunda dır. Özellikle tarihi değeri olan taşımazların korunması bağlamında toplumdaki hakim değeri yargılarını aşacak yöntemler geliştirilmelidir.
- Koruma kararlarının halktan kopukluğu, koruma girişimlerinin ve sonuçlarının halka duyurulamaması yönetim birimlerinin halkla ilişkilerini, eğitim faaliyetlerini yeniden gözden geçirmelerini gerektirmektedir.
- Yapı bir bütün olarak ele alındığında, yapı sanatı yada yapı bilimi ayrımı yapmaksızın tüm disiplinlerin konunun bütün unsurlarıyla ilgili olduğu yadsınamayacak bir gerçektir.

8.3. Eylemsel Öneriler

- Tarihi ve anıtsal yapının depreme karşı güçlendirmesi gereği açıktır. Ne var ki, işin boyutu göz önüne alındığında, bu gereğin yerine getirilmesinin mümkün olmadığı ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden akılcı olan hangi yapılar için öncelikli olarak onarım ve güçlendirmenin gerekli olduğunun belirlenmesidir. Bu öncelik sırasının belirlenmesi için iki yöntem önerilebilir. Birinci yol bu önceliğin bir uzman

komisyon tarafından belirlenmesidir. İkinci yol da öncelik sırasının hasar-görebilirlik indeksi yöntemine göre ortaya konmasıdır. Bu yöntemde tarihi yapıların hasar görebilirlikleri, her biri belirli bir matematiksel ağırlığa sahip olan tarihi önem, yapısal sistem, önceki depremlerde gördüğü hasar, bakım seviyesi gibi faktörlerin toplanmasıyla belirlenebilir.

- Bina türü tarihi yapılarda, onarım ve yeniden oluşturmaya (rehabilitation) varan kapsamlı güçlendirme işlerinin, bu binalara çağdaş yaşamda da işlevsel olabilme şansını kazandırdığı, bu sayede sürekli bakım altında tutularak yaşatılabileceği unutulmamalıdır.

- Tarihi Yapıların güçlendirilmesi ile orijinalliğini korumak arasındaki kararın kriterlerini ortaya doğru koymak gerekiyor. Bu tür yapılarla ilgili detaylı araştırma ve bilgilenmeye ihtiyacımız vardır. Bu tür yapıların pek çoğunda konstrüksiyonun göremediğimiz kısımlarında ne tür malzemeler kullanıldığını bile bilmiyoruz. Eski eser yapıların orijinal halleri ile ilgili çok daha detaylı bilgi edinmez, uygun malzeme ve detayı kullanmazsak, bir sonraki depremde davranışını tahmin edemezsek bu yapıların ya değerini kaybetmesinin veya tamamen yok olmasının önüne geçilemez.

- Taşınmaz kültür varlıklarının korunmasında en önemli sorun, yapılacak müdahalenin niteliğidir. Her yapının kendine özgü sorunları olduğu için tüm yapıları kapsayacak ve müdahale biçimini belirleyecek genel sınıflandırmaların uygulamada yanlış sonuçlar verdiği saptanmıştır. Bu nedenle temel ilkeler ve müdahale biçimlerine daha uygun olduğu kabul edilen tanımlar yapılmıştır. Bunlar bakım, onarım (basit onarım ve esaslı onarım-restorasyon), yeniden yapma (rekonstrüksiyon) alt başlıklarında incelenmelidir.

- Restorasyonu önerilen yapıların sorunları, bozulma nedenleri ve çeşitleri belirlenip, belgelendikten sonra, uygun koruma kararlarını içeren restorasyon projeleri hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu projeler uzman kişiler tarafından uygulanmalı ve denetlenmelidir.

- Restorasyonlar gerçek anlamda tarihi yaşatmak, özgün malzemeyi, yapım tekniğini, strüktürü bozmamak, dokuya sadık kalmak yerine yenilemeler şeklinde yapılmaktadır. Bilinçsizce yapılan bu yenilemeler yanında yanlış restorasyonlar yolu ile de pek çok kültür varlığı tahrip hatta yok olmaktadır. Kültür varlıklarımızın üzerindeki bu olumsuz sonuçları önlemek ve kültür mirasımızı daha iyi muhafaza edebilmek için, restorasyon uygulamaları yerine koruma uygulamalarının yapılması daha sağlıklı ve yararlı olacaktır.
- Tarihi yapıların korunmasına yönelik olarak, tarihsel değeri yüksek yapılar için malzeme , strüktür karakteristiklerini veren veri tabanı oluşturulmalı, her tarihi yapı tek tek ele alınmalıdır. Hatta bununla ilgili üniversitelerde bilim dalı oluşturulmalıdır.
- Tarihi yapılarda yapılması gereken her türlü güçlendirme işleminde yapının depreme karşı dayanıklılığının bir seviyeye çıkartılması gerekir. Bu, daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi farklı geleneksel yöntemlerle, çağdaş malzemeler ve özellikle çelik kullanılarak, belli ölçülerde sağlanabilirse de, görsel ve sanatsal açıdan yapının niteliğini düşürebilir. Bu nedenlerle, yapı kütlesi dışında yapıya gelmesi muhtemel enerjinin büyük bir miktarını yutabilecek, alternatif enerji emici sistemler kullanmak akılcı bir çözümdür.
- Gerçekten deprem mühendisliğinde bir çığır açan sismik izolasyon tekniğinde son on beş yılda büyük gelişmeler sağlanmış, depreme karşı yapıların korunmasında etkili bir çözüm olan sismik izolasyon teknolojisinin uygulanması çok rasyonel bir yaklaşım halini almıştır.
- Görülmektedir ki sismik izolasyon yapılan yapılarda, deprem etkisi en aza indirgenmekte ve gerek yapının gerekse yapıda bulunan donanımların ve cihazların depremden zarar görmesi engellenmektedir. Depremlerden sonra hizmet vermesi hayati önem taşıyan köprü, itfaiye binası, hastane, iletişim binası gibi yapılarda sismik izolasyon uygulamaları yapılması gelişmiş ülkelerde şart koşulmaktadır. Aynı hassasiyetle ele alınması gereken tarihi kültürel mirasın korunmasında aynı yöntemlerin kullanılması desteklenmelidir.

KAYNAKLAR

1. Koçak A., “Tarihi Yapıların Statik ve Dinamik Yükler Altında Lineer ve Non-Linear Analizi, Küçük Ayasofya Camii Örneği”, Doktora Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 1-3, 5-15, 52-55 (1999).
2. Güçhan, N. Ş., Kayasü, S. “Türkiye’de Doğal ve Yapılı Çevrenin Dönüşümüne İlişkin Yasal Düzenlemeler”, **ÖdÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliğı**, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 3-6, 57, (2005).
3. Rüstemoğlu Kaptı, M., “İstanbulda 19.y.y. Sivil Kargir Mimarinin Korunması İçin Fener Bölgesi Örneğinde Bir Yöntem Geliştirilmesi”, Doktora Tezi, **Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 126-139, (1998).
4. Dalkılıç, N., “Midyat İlçesindeki Kültürel Zenginliğin Oluşturduğu Geleneksel Mekansal Dizgenin Korunması İçin Bir Yöntem Araştırması”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 14-21, (2004).
5. Saraç F., “Geleneksel Sivil Mimarlık Örneklerinde, Ahşap Teknolojisi ve Restorasyon”, Yüksek Mühendislik Tezi, **Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 54-57, 71-78, (2000).
6. Raci Bademli, R., “Doğal, Tarihi ve Kültürel Değerlerin Korunması”, **ÖDÜ Mimarlık Fakültesi Basım işliğı**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1-4, 7-8, 21-23, (2006).
7. Madran, E., Özgönül, N., “Kültürel ve Doğal Değerlerin Korunması”, **Yalçın Matbaacılık Ltd. Şti.** , TMMOB Mimarlar Odası, 7-8, 150-153, 155-156, (2005).
8. Ahunbay, Z., “Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon”, **Yapı Yayın Ltd. Şti.**, İstanbul, 32-55, 58-64, (2004).
9. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, “Deprem Şurası – 2004 Genel Kurul Çalışmaları”, **T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Basım İşliğı**, İstanbul, 139-167, (2004).
10. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, “Deprem Şurası – 2004 Komisyon Raporları”, **T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Basım İşliğı**, İstanbul, 16-18, 202-210, 214-216, (2004).
11. Durukal, E., Erdik, M., Kaya, Y., “Tarihi Yapıların Deprem Riskinin Belirlenmesi ve Azaltılması”, Kandilli Rasathanesi Ve Deprem Araştırma Enstitüsü Deprem Mühendisliği Ana Bilim Dalı, **TMMOB İnşaat Müh. Odası İstanbul şubesi**, İstanbul, 53: 8-22, (2005).
12. Ünay, A. İ., “Tarihi Yapıların Depreme Dayanımı”, **ÖDÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliğı**, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1-3, 4-10, 35-39, 105-107, (2002).

13. Ulusal Deprem Konseyi, “Deprem Zararlarını Azaltma Ulusal Stratejisi”, **Ulusal Deprem Konseyi**, İstanbul, 6-11, (2002).
14. Bahtiyar M., “Restorasyonda Strüktürel Sorunlar”, Y.Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, 1-23, 43-53, 67, 70-76, (1998).
15. Çamlıbel, N., “İstanbul’daki Tarihi Yapıların Depreme Karşı Dayanıklılığının Arttırılmasına İlişkin Bir Sistem Araştırması”, **Y.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı İşliğı**, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, 22-23, 30-45, (1992).
16. Deprem Mühendisliğı Türk Milli Komitesi, “Dördüncü Ulusal Deprem Mühendisliğı Konferansı”, **ODTÜ Kongre ve Kültür Merkezi**, Ankara, 48-50, 589-597, (1997).
17. Kaya, E., “Yığma Yapıların Çelik ve Betonarme Takviyesi Uygulanabilirliğı ve Yapım Hataları”, Y.Lisans Tezi, **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, 14-18, (2003).
18. Selahiya, A., Aydınöğlu, M. N., Erdik, M., “ Süleymaniye Camiinin Dinamik Özelliklerinin Deneyssel Ve Analitik Yöntemlerle Belirlenmesi”, **2. Ulusal Deprem Mühendisliğı Konferansı**, İstanbul, 284-289, (1993).
19. Görün, A., “Yığma Kagir Yapı Davranışı”, **Yığma Yapıların Deprem Güvenliğinin Arttırılması Çalıştayı**, Ydga2005, Orta Doğı Teknik Üniversitesi, Ankara, 29-35, (2005).
20. Yiğitol, İ. E., “Hasarlı Kagir Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi Esasları, İstanbul Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dekanlık Binası Örneğı”, Y.Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 9-13, 15-16, 31-33, 39-45, (2001).
21. Bayülke, N., “Tuğla Yığma Yapıların Depremlerdeki Davranışı”, **Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni**, Ankara, 22: 18-25, (1978)
22. Çamlıbel, N., “Yapıların Taşıma Gücünün İyileştirilmesi”, **Birsan Yayınevi Ltd.Şti.**, İstanbul, 236-240, 37-40, (2000).
23. Düşüt, G., “Şirince Tarihi Dokusundaki Konutların Strüktürel Bozulmaları Ve Restorasyon Yöntemlerinin Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İzmir, 129-134, 136-141, 144-156, (2003).
24. Ulusal Deprem Konseyi, “Protection Of Architectural Heritage Against Earthquakes”, **Ulusal Deprem Konseyi**, İstanbul – Ankara, 18-24, (2003).
25. Karaesmen, E., “Yapılarda Depremsel Davranış ve Hasar Oluşma Mekanizmaları”, Öncesiyle sonrasıyla Deprem, **ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliğı**, Orta Doğı Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 89-99, (2001).

26. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, “Repair and strengthening of reinforced concrete, stone and brick-masonry buildings”, **3. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 101-105, (1995).
27. Nigel, G. S., Mark, J. M. And Shelley I. L., “Strengthening And Rehabilitation Of Masornry Using Fibre Reinforced Polymers”, **4. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, 17-22, (2001).
28. Mücahit, N., “Tarihi Yapıların Temel Sistemleri ve Temel Takviyesi Yöntemleri”, Y.Lisans Tezi, **İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 69-112, 132-135, (2001).
29. Özdemir, G., “Yapıdaki ayrıışmış Taşların Tamamlanmasında Uygun Bağlayıcı Seçimi”, Yüksek Lisans Tezi, **Mimar Sinan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 12-20, (1997).
30. Pusat, S. E., “Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harç Üretimi”, Y.Lisans Tezi, **Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 6-25, (2002).
31. Coşkun, E., “Sismik İzolasyon”, Yapıların Depreme Karşı Korunmasında Etkin Bir Çözüm, **İstanbul Kültür Üniversitesi Basım İşliğı**, İstanbul, 11-14, 18-20, (2002).
32. Aldemir, Ü., Aydın, E., “Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımında Yeni Yaklaşımlar”, **Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 21-29, (2003).
33. Ateş, Ş., Dumanoglu, A. A., “Kauçuk Mesnetli Binaların Dinamik Analizi”, **Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 49-62, (2003).
34. Gerçek, M., “Köprü ve Viyadüklerin Depreme Dayanıklı Olarak Projelendirilmesi ve Deprem İzolatör Uygulamaları”, **Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 605-612, (2003).
35. Pınarbaşı, S., Akyüz, U., “Sismik İzolasyon ve Elastomerik Yastık Deneyleri”, **İMO Teknik Dergi**, Yazı 237, İstanbul, 3581-3598, (2005).
36. Antonucci, R., Medeot, R., “Seismic Protection Of Buildings Through Energy Dissipation And The Base Isolation System: The Italian Experience”, **Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 67-80, 83, (2003).
37. Bartolozzi, F., “Seismic Isolation Bearing With Steel Toothed Devices For Building Unlocking And Locking”, **Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı**, İstanbul, 123-136, (2003).

EKLER

EK-1 Venedik Tüzüğü

- Kültür varlığının korunmasında ve onarılmasındaki amaç, onları bir sanat eseri olduğu kadar, bir tarihi belge olarak da korumaktır.
- Kültür varlığının korunması, her zaman onları herhangi bir yararlı toplumsal amaç için kullanmakla kolaylaştırılabilir. Bunun için bu tür bir kullanma arzu edilir, fakat bu nedenle yapının planı, ya da bezemeleri değiştirilmemelidir. Ancak, bu sınırlar içinde yeni işlevin gerektirdiği değişiklikler tasarlanabilir ve buna izin verilebilir.
- Kültür varlığının korunması, ölçeği dışına taşmamak koşuluyla çevresinin de bakımını içine almalıdır. Eğer geleneksel ortam varsa, olduğu gibi bırakılmalıdır. Kütle ve renk ilişkilerini değiştirecek hiçbir yeni eklentiye, yok etmeye ya da değiştirmeye izin verilmemelidir.
- Bir kültür varlığı tanıklık ettiği tarihin ve içinde bulunduğu ortamın ayrılmaz bir parçasıdır. Kültür varlığının tümünün, ya da bir parçasının başka bir yere taşınmasına kültür varlığının korunması bunu gerektirdiği ya da çok önemli ulusal veya uluslararası çıkarların bulunduğu durumlar dışında izin verilmemelidir.
- Kültür varlığının tamamlayıcı öğeleri sayılan heykel, resim gibi süslemeler, ancak bunları korumanın başka çaresi yoksa yerlerinden kaldırılabilir.
- Onarım uzmanlık gerektiren bir iştir. Amacı, kültür varlığının estetik ve tarihi değerini korumak ve ortaya çıkarmaktır. Onarım kendine temel olarak aldığı özgün malzeme ile güvenilir belgelere saygıyla bağlıdır.
- Varsayımın başladığı yerde onarım durmalıdır.
- Yapılması gerekli herhangi bir eklemenin ana bünyeden farkı anlaşılabilmesi ve gününün damgasını taşımalıdır.
- Geleneksel tekniklerin yetersiz kaldığı yerlerde, koruma ve inşa için bilimsel verilerle ve deneylerle geçerliliği saptanmış herhangi çağdaş bir teknik kullanılarak kültür varlığı sağlamlaştırılabilir.

EK-1 (Devam) Venedik Tüzüğü

- Bir kültür varlığına değişik dönemlerde yapılan katkılar ve müdahaleler saygı görmelidir; zira onarımın amacı üslup birliği değildir. Bir kültür varlığı üst üste çeşitli dönemlerin izlerini taşıyorsa, alttaki dönemleri açığa çıkarmak ancak bazı özel durumlarda yok edilen malzemenin önemi azsa, açığa çıkarılan malzeme büyük tarihi, arkeolojik ya da estetik değer taşıyorsa ve korunma durumu böyle bir davranışı gerekli gösterecek kadar iyi ise haklı çıkarılabilir.
- Eksik kısımlar tamamlanırken, bütünle uyumlu bir şekilde bağdaştırılmalıdır; fakat bu onarımın aynı zamanda sanatsal ve tarihi tanıklığı yanlış bir biçimde yansıtmaması için, özgünden ayırt edilebilecek bir şekilde yapılması gereklidir. Eklemelere, ancak yapının ilgi çekici bölümlerine, geleneksel konumuna, kompozisyonuna, dengesine ve çevresiyle olan bağıntısına zarar gelmediği durumlarda izin verilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ARSLAN, Fatih
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 12/12/1976, ANKARA
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 222 50 48
 Gsm : 0 (533) 236 36 96
 e-mail : mimarslanfatih@hotmail.com , archixman@yahoo.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Mimarlık Bölümü	2006
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Mimarlık Bölümü	2002
Lise	Bahçelievler Deneme Lisesi	1995

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-2006	MEGARON MİMARLIK	Tasarımcı
2002-2003	ESKİDJİ GAYRİMENKUL	Expertlik, Bilgisayar Operatörlüğü
2001-2001	BOYUT MİMARLIK	Tasarımcı

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler : Tenis, Bilgisayar teknolojileri, Basketbol