

YILDIZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TARİHİ YAPILARDA
STRÜKTÜR SAĞLAMLAŞTIRMA
YÖNTEMLERİ

RÖLÖYE-RESTORASYON YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yöneten: Doç. Dr. Neslihan SÖNMEZ

Hazırlayan: Mimar Ergun ÖNER

23236

İstanbul-1992

İ Ç İ N D E K İ L E R

Sayfa

ÖZET

KURZFASSUNG

GİRİŞ

I- KAGİR YAPILARDAKİ TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARI

I.1- TEMELLER	1
I.2- DUVARLAR	2
I.3- DÖŞEMELER	5
I.4- KEMERLER	7
I.5- ÖRTÜ ELEMANLARI	11
I.5.1- Kubbuler	11
I.5.2- Tonozlar	13

II- KAGİR YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARININ

BOZULMA NEDENLERİ

II.1- DIŞ ETKENLER	15
II.1.1- Doğal Afetler	15
II.1.1.1-Depremler	15
II.1.1.2-Su Baskını	19
II.1.1.3-Toprak Kayması	20
II.1.1.4-Yangın	20
II.1.1.5-Fırtına	20
II.1.1.6-Don	21
II.1.2- İklimsel Nedenler	22
II.1.2.1-Isı Hareketleri	22
II.1.2.1.1-Güneş Işınları	22
II.1.2.1.2-Sıcaklık Farklılıkları	22
II.1.2.2-Su	24
II.1.2.2.1-Yağmur Suyu	24
II.1.2.2.2-Don ve Kar	25
II.1.2.2.3-Zemin Suyu	25
II.1.2.2.4-Nem	27
II.1.2.3-Rüzgar	34

III.6.2- Yapı Malzemelerinin Bünyesel Sağlamlştırılması	67
III.6.2.1-Sağlamlştırma Malzemeleri	67
III.6.2.2-Sağlamlştırma İçin Gerekli Ön Hazırlıklar	68
III.6.2.3-Sağlamlştırma Yöntemleri	69
III.6.2.3.1-Fırça İle Püskürtme	69
III.6.2.3.2-Damlatarak Besleme	69
III.6.2.3.3-Boşluk Doyurma	70
III.7- TAŞLARIN YENİLENMESİ ve EKSİK TAŞLARIN TAMAMLANMASI	71
III.7.1- Doğal Taş ile Yenileme ve Tamamlama	76
III.7.2- Suni (İmitasyon) Taş İle Tamamlama	77
III.8- HARÇLARIN YENİLENMESİ ve DERZLEME	78
IV- STRÜKTÜR SAĞLAMLAŞTIRMA ÖRNEKLERİ KATALOĞU	
IV.1- BODRUM TEPEÇİK CAMİSİ'NDE ZEMİNDEN GELEN NEMİN KESİLMESİ İÇİN DUVARA YALITIM MALZEMESİ YERLEŞTİRME UYGULAMASI	80
IV.2- DRESDEN'DEKİ "PALAIS İM GROSSEN GARTEN" DE ENJEKSİYON UYGULAMASI	84
IV.3- MEİSSEN'DEKİ ALBRECHTSBURG ŞATO'SUNDA YÜZEY ALTI ENJEKSİYON UYGULAMASI	86
IV.4- ORTENBURG ŞATOSU'NDA YÜZEY ALTI ENJEKSİYON UYGULAMASI	89
IV.5- KALAMATA HOLY APOSLES KİLİSESİNİN ONARIMI	90
IV.6- ARC DE TRIOMPHE L'ETOİLE-PARİS'DE ONARIM ÇALIŞMASI	97
IV.7- SALERNO'NUN ESKİ KESİMİNDEKİ BİR ANITSAL YAPININ STRÜKTÜREL SAĞLAMLAŞTIRILMASI	102
IV.8- KEMERLERİN HAFİF BETON UYGULAMASIYLA GÜÇLENDİRİLMESİ	106
IV.9- SAİNT MARK KİLİSESİNİN ANA GİRİŞ KAPISININ ÜSTÜNDEKİ KEMERLERİN TEMİZLENMESİ ve SAĞLAMLAŞTIRILMASI	108
SONUÇ	112
DİPNOTLAR	115
BİBLİYOGRAFYA	120
ÖZGEÇMİŞ	

III.6.2- Yapı Malzemelerinin Bünyesel Sağlamaştırılması	67
III.6.2.1-Sağlamaştırma Malzemeleri	67
III.6.2.2-Sağlamaştırma İçin Gerekli Ön Hazırlıklar	68
III.6.2.3-Sağlamaştırma Yöntemleri	69
III.6.2.3.1-Fırça İle Püskürtme	69
III.6.2.3.2-Damlatarak Besleme	69
III.6.2.3.3-Boşluk Doyurma	70
III.7- TAŞLARIN YENİLENMESİ ve EKSİK TAŞLARIN TAMAMLANMASI	71
III.7.1- Doğal Taş ile Yenileme ve Tamamlama	76
III.7.2- Suni (İmitasyon) Taş İle Tamamlama	77
III.8- HARÇLARIN YENİLENMESİ ve DERZLEME	78
IV- STRÜKTÜR SAĞLAMLAŞTIRMA ÖRNEKLERİ KATALOĞU	
IV.1- BODRUM TEPEÇİK CAMİSİ'NDE ZEMİNDEN GELEN NEMİN KESİLMESİ İÇİN DUVARA YALITIM MALZEMESİ YERLEŞTİRME UYGULAMASI	80
IV.2- DRESDEN'DEKİ "PALAIS İM GROSSEN GARTEN" DE ENJEKSİYON UYGULAMASI	84
IV.3- MEİSSEN'DEKİ ALBRECHTSBURG ŞATO'SUNDA YÜZEY ALTI ENJEKSİYON UYGULAMASI	86
IV.4- ORTENBURG ŞATOSU'NDA YÜZEY ALTI ENJEKSİYON UYGULAMASI	89
IV.5- KALAMATA HOLY APOSLES KİLİSESİNİN ONARIMI	90
IV.6- ARC DE TRIOMPHE L'ETOİLE-PARİS'DE ONARIM ÇALIŞMASI	97
IV.7- SALERNO'NUN ESKİ KESİMİNDEKİ BİR ANITSAL YAPININ STRÜKTÜREL SAĞLAMLAŞTIRILMASI	102
IV.8- KEMERLERİN HAFİF BETON UYGULAMASIYLA GÜÇLENDİRİLMESİ	106
IV.9- SAINT MARK KİLİSESİNİN ANA GİRİŞ KAPISININ ÜSTÜNDEKİ KEMERLERİN TEMİZLENMESİ ve SAĞLAMLAŞTIRILMASI	108
SONUÇ	112
DİPNOTLAR	115
BİBLİYOGRAFYA	120
ÖZGEÇMİŞ	

ÖZET

Tarihsel yapıların onarımlarında kullanılan yöntemler, teknolojinin ilerlemesi ile birlikte çeşitli gelişmeler göstermektedir. Yeni geliştirilen yöntemlerle bu yapıların daha uzun süre kültürel ve tarihi değerlerini yitirmeden ayakta kalmaları ve bir sonraki nesile aktarılmaları sağlanmaya çalışılmaktadır.

Bu araştırmalarda son yıllarda geliştirilen çağdaş restorasyon yöntemleri çeşitli kaynaklardan yararlanılarak derlenmeye çalışılmış; kagir yapılardaki strüktür bozulmalarına ve sağlamlaştırma yöntemlerine yurt dışında yapılan uygulamalar çerçevesinde çözümler aranmak istenmiştir.

Dört ana bölümden oluşan bu çalışmanın, birinci bölümünde kagir yapıların taşıyıcı sistem elemanları tanıtılmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde taşıyıcı sistem elemanlarının bozulma nedenleri ele alınmış; dış etkenler ve bünyesel etkenler olarak ikiye ayrılarak, bunlara bağlı alt başlıklarda, yapıda ne gibi tahribatlara neden oldukları araştırılmış ve bir tablo yapılarak gösterilmiştir.

Üçüncü bölümde ise çeşitli kaynaklardan yararlanılarak derlenen, bozulmaların giderilmesi için son yıllarda geliştirilen restorasyon teknikleri tanıtılmaktadır.

Dördüncü bölümde, son yıllarda geliştirilen restorasyon tekniklerine örnek olabilecek çeşitli uygulamalar bir katalog halinde sunulmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada; kagir yapılardaki strüktür bozulma nedenleri araştırılmış ve bunların giderilmesi için gerekli yöntemler bir sistem içinde derlenerek sunulmuştur.



KURZFASSUNG

Die Methoden für Aufbau und Restorierung der Historischen Bauten weisen verschiedene Entwicklungen im Parallel der Technologien auf.

Mit solche neue Entwickelte Methoden wird es versucht die Historischen Bauten und die Kulturellen Werte für Laengere Zeiten Aufrecht zu erhalten und Kommenden Genarationen zu übertragen.

Waehrend dieser Untersuchung hat man die verschiedenen Methoden aus den Zahlreichen Quellen gesammelt um solche Historischen Bauten und Kulturelle werte mit den neulich entwickelten , Zeitgenossischen Restorierungsmethoden zu restorieren.Neben diese unternehmens , hat man versucht neue Lösungen gegen zertörung, zusammen fallen der Struckturen von Steinbanten und stabili erisierung solcher Bauten auszindig zu machen.

Solche unternehmens wurden im Ausland durchgeführt.

Dies Unternehmen bestand aus vier Teilen und zuerst hat man versucht die Fraeger Element der Stainbauten vorzustellen.

Waehrend zweite Phase hat man versucht die Gründe für zusammenfallen, zerstörung der Traeger Elemente + System zu finden und die aussen.

Ausserliche und Körperliche effekten in zwei versc-
hiedeme Hinsichten zu feststellen. Die damit verbundene
Gründe und Erkläerungen wurde unter zwei Titel/Parag-
raphen bearbeitet und in den Tabelle erschienen.

Der dritter Teil enthaelt die Hamptsächlichen Gründe
der Zerfaelle wurden bearbeitet. In deisem Teil werden
die neulich erfundenen Restorierungsmethoden und
Techniken bekanntgegeben,

Der Vierter Teil enthaelt die Beispielhaften Restori-
erungstechniken und verschiedene Atternative. Solche
Anwendungen sind in dem Kataloğ vorgeführt.

Als Resultat; die Strüktürelle Zerfaelle, Zertörungen
und dergleiche Effekten anden Steinbauten wurden
vorsorglich bearbeitet und die damit verbundenen Lösungen
und Restorierungstechniken/Alternativen wurden in diesem
Rapport gezichnet.

GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde her gün sayıları çeşitli nedenlerden dolayı azalan kagir yapıların, strüktür sorunlarına çözümler aramaktır.

Doğal afetlerden, iklimsel nedenlerden, insana bağlı etkenlerden, hayvansal ve bitkisel zararlılardan ve bünyesel etkenlerden etkilenen; bu nedenlerden dolayı önemli bozulmaların olduğu kagir yapılar, korunması gerekli mimari ve kültürel varlıklarımızdır.

Bu çalışmada, öncelikle kagir yapıların bozulma nedenleri araştırılmıştır. Yerli ve yabancı çeşitli kaynaklar taranarak, strüktür bozulmalarının giderilmesi için uygulanan yöntemler saptanmıştır.

Bu konuda yapılan uygulamalar derlenerek bir katalog halinde sunulmuştur.



I - KAGİR YAPILARDAKİ TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARI

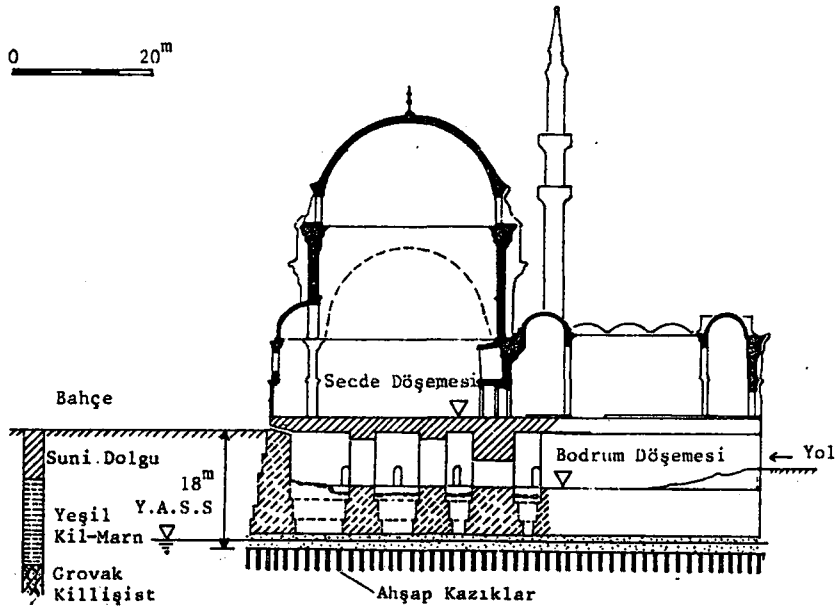
I.1 - Temeller

Temeller bir yapının sağlam zemine oturtulan ve yapıdan gelen yükleri zemine aktaran bölümdür. Temeller taş, tuğla, ahşap, çelik veya demir olabilir.

Temel atmak için açılan çukura temel çukuru, yapılan duvarlara temel duvarı denir. Temel duvarının topraktan yukarı inşa edilen kısımlarına da üst temel adı verilir.

Temel zemininin yapıdan gelen yükleri taşıyabildiği yerlerde temel duvarları doğrudan zemine oturtulmuşlardır. Yapıdan gelen yükleri zeminin taşıyamaması halinde temel duvarlarının tabanına birtakım genişletme ve kademelendirmeler inşa edilmiştir.

Çürük zeminlerde ise yapıların temellerini altaki sağlam bir tabakaya yüklemek için o sağlam tabakaya kadar inmek üzere kalın ve kuvvetli kazıklar çakılarak temel duvarı bu kazıkların üstüne bindirilmiştir¹. Yeni Cami ve Nuruosmaniye Cami kazık temel üzerine inşa edilen önemli örneklerdendir (Bkz. Çizim 1)².



Çizim 1: Nuruosmaniye Camisi'nin temel restitüsyonu (Aksoy'dan).

I.2 - Duvarlar

Kagir yapılarda duvarlar taşıyıcı olmakla beraber aynı zamanda düşey bölme elemanlarıdır. Yapıya gelen yükleri düşeyde duvarlar temele aktarırlar. Duvarlar planlamadaki yeri ve görevi açısından önemli olduğu kadar, dış kabuk itibarıyla da yapıyı tamamlayan veya fiziki çevreyi belirleyen elemanlardır³.

Çeşitli gereçlerden oluşturulabilen duvarlar, kagir yapılarda kerpiç, taş ve tuğladan yapılmışlardır.

Taş duvarlar, harçsız (kuru) duvarlar ve harçlı duvarlar olmak üzere iki başlık altında genellenebilir.

Kuru duvarlar, moloz ve kırma taşlar ile sıkı örgü oluşturularak yapılanlardır.

Harçlı duvarlar ise düzgün olmayan örgüler, düzgün örgüler, kesme taş duvarlar ve kaplama duvar türlerini içerirler.

Düzgün olmayan örgülerden oluşan duvarlar; ocaktan çıktığı gibi kullanılan taşlarla yapıldığında moloz taş duvar, düzgün olmayan çokgen taşlarla yapıldığında, mozaik duvarlar adı altında çeşitlenebilir.

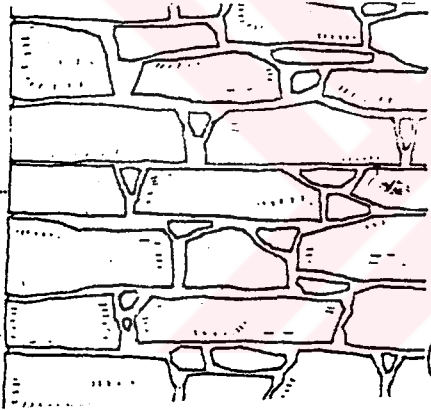
Düzgün örgü taş duvarlar, kaba taraklanmış taşlarla örülen, kaba yonu örgüler ve ince taraklanmış taşlarla örülen, ince yonu örgülerden oluşurlar.

Kesme taş duvarlar, masif kesme taşlar ile örülen duvarlardır.

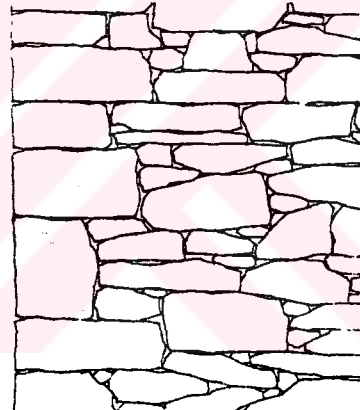
Kaplama duvarlar ise yukarıda anlatılan moloz taş duvarların ya da tuğla duvarların değişik kesme taş türleri ile kaplanmasından oluşurlar. Bunlara örnek olarak, masif kesme taş yüzlü duvarlar, kesme taş kaplama duvarlar, plak kaplama duvarlar verilebilir.

Taş duvarlarda oluşacak düzensiz oturmaları önlemek amacıyla ahşap hatıllar kullanılmışlardır 4.

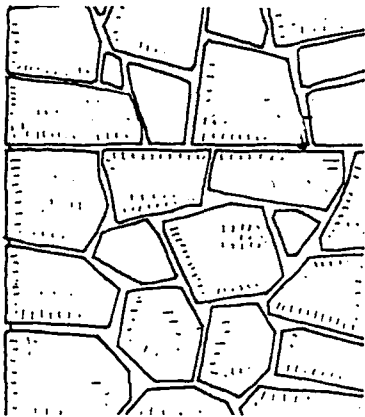
Taş ve tuğla türlerinin bir arada kullanılarak oluşturulan duvarlar ise almaşık duvarlar adı altında toplanabilir. Selçuklu ve Osmanlı yapılarında sıkça görülmektedir(Bkz.Çiz:2).



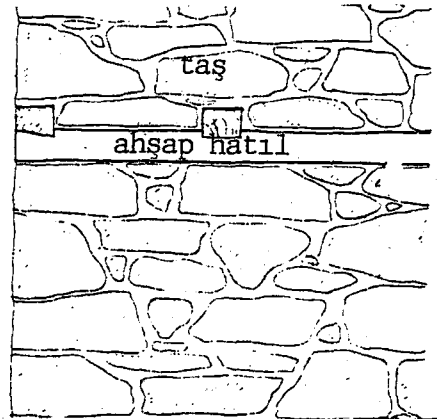
MOLOZ TAŞ DUVAR



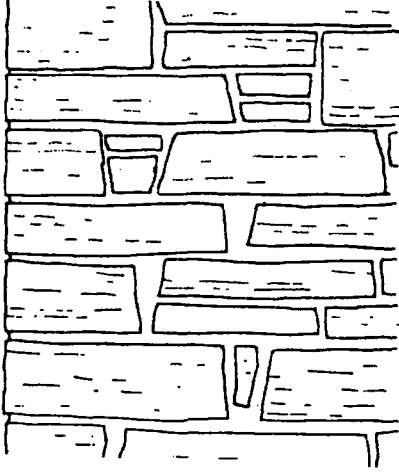
KURU TAŞ DUVAR



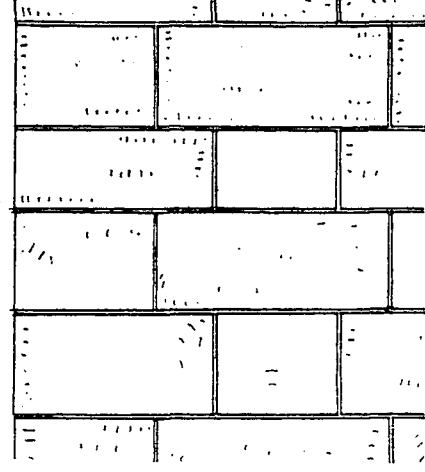
MOZAİK DUVAR



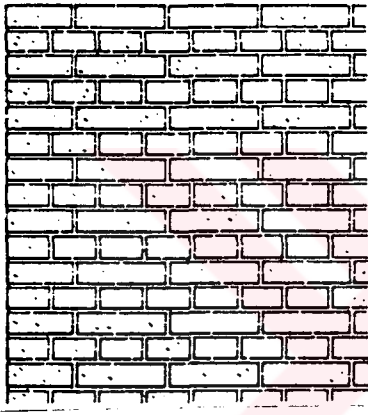
AHŞAP HATILLI TAŞ DUVAR



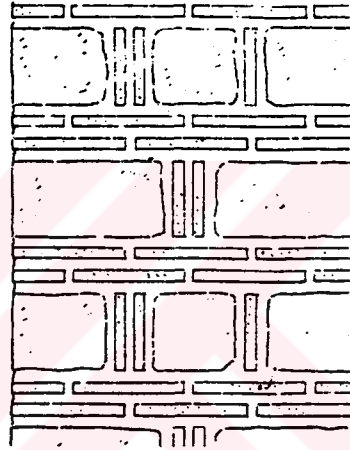
KABA YONU TAŞ DUVAR



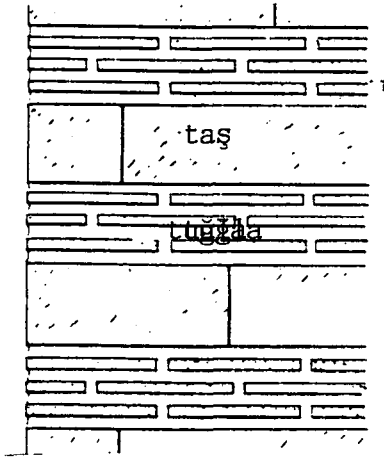
MASİF KESME TAŞ DUVAR



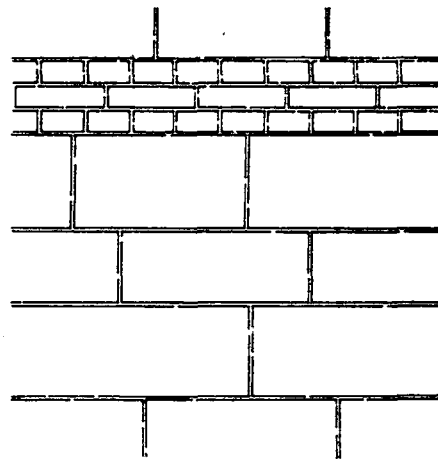
TUĞLA DUVAR



ALMAŞIK DUVAR



ALMAŞIK DUVAR



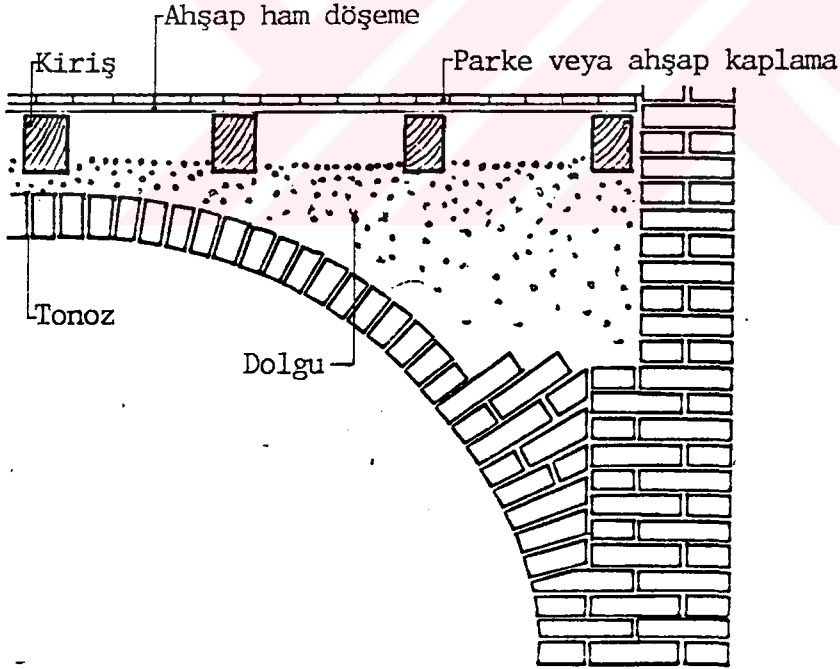
ALMAŞIK DUVAR

Çizim 2: Duvar Çeşitleri (Eldem'den).

I.3 - Döşemeler

Döşemeler rijitliği sağlanmış yatay düzlüklerdir. Yapılardaki başlıca görevleri yatay bölme ve taşımadır.

Kagir yapılarda döşemeleri oluşturmak için aynı zamanda bir örtü elemanı da olan tonozlar çokca kullanılmıştır. Tuğla ya da taş malzemeyle oluşturulan tonozların üst kısımları dolgu malzemeleri kullanılarak düzlenmiş ve üstüne getirilen kaplama malzemeleri ile düzgün döşemeler oluşturulmaya çalışılmıştır (Bkz. Çizim 3).

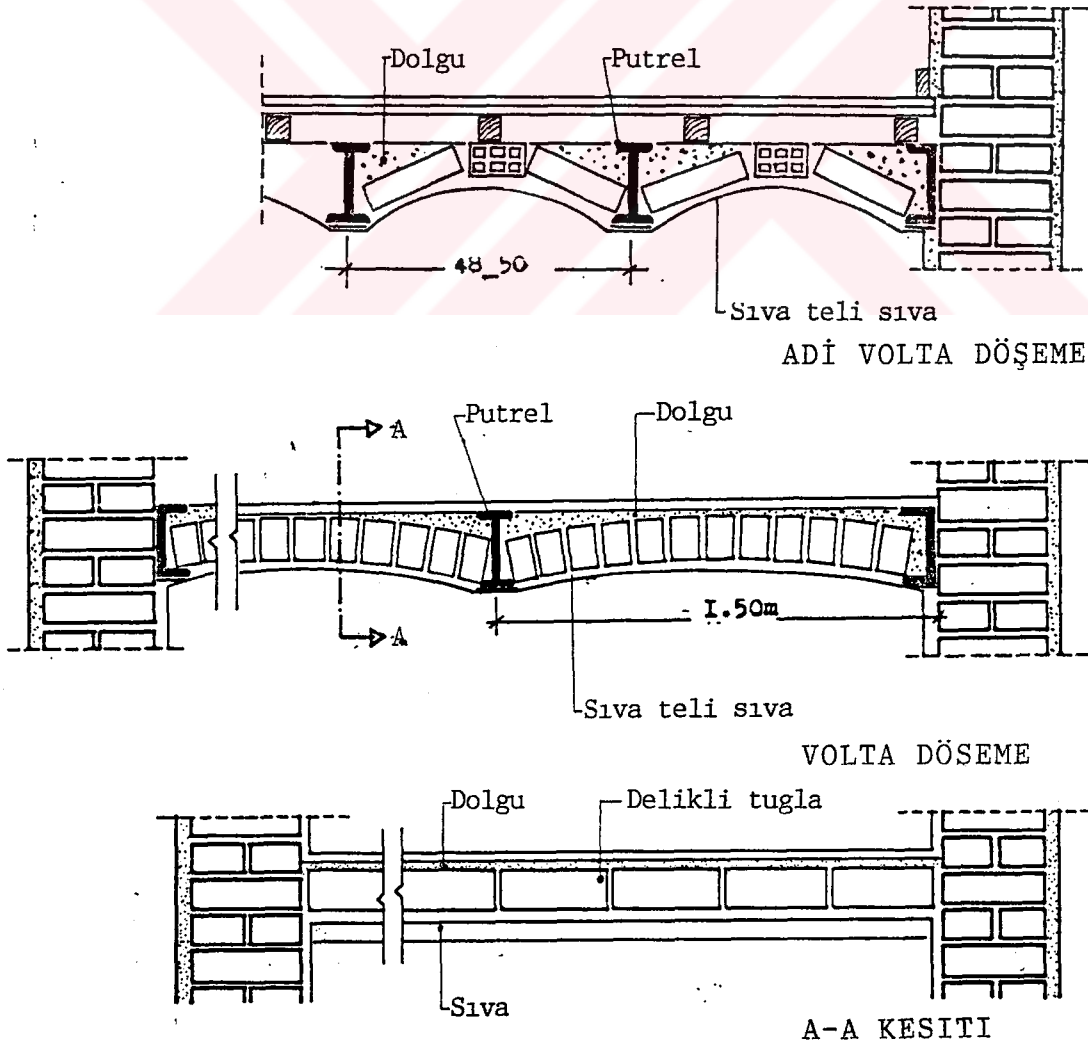


Çizim 3: Tonoz Döşeme (Çelebi'den).

Demirin yapılarda kullanılmaya başlanması ile birlikte çelik, tuğla ve taş karışımli döşemeler/volta döşemeler yapılmaya başlanmıştır. Enlemesine belirli aralıklarla atılan putrel-lerin araları tuğlalarla doldurularak oluşturulan volta döşemeler döşeme kesitinin azalmasını sağlamışlardır (Bkz. Çizim 4).

Kagir yapılarda enlemesine belirli aralıklarla atılan ahşap kirişlerin üzerlerine yerleştirilen ahşap kaplamayla oluşturulan döşemelerde kullanılmıştır.

Başlıca kagir döşeme çeşitleri tonozlu ve volta döşemelerdir.



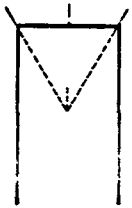
Çizim 4: Volta Döşeme Çeşitleri

I.4 - Kemerler, Kirişler

Kemer iki 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 elemanıdır⁵.

Duvar boşluğu üstündeki yükleri alan kemerler bu yükleri düşey elemanlara aktarırlar. Kemerler türlü biçimlerde oluşturulurlar ve biçimlerine göre adlandırılırlar. Kemerlerin yük taşıma güçleri, açıklıkları, merkezleri, yükseklikleri biçimlerine göre farklılıklar gösterir.

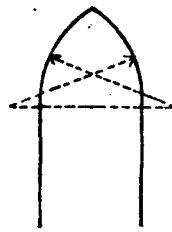
Kemerler biçimlerine göre düz kemer, tudor kemeri, yüksek sivri kemer, ojival kemer, basık sivri kemer, şişkin kemer, beşik kemer, sepet kulpu, beş merkezli sepet kulpu, basık kemer, abanık kemer, mızrak ucu kemer, üçgen kemer, bursa kemeri, kırık kemer, kalkık kemer, beş dilimli kemer, atnalı kemer, köşeli kemer, üç dilimli kemer, beş dilimli kemer, armudi kemer, ters eğmeçli kemer, kaş kemer, yıldız kemer gibi isimler alırlar (Bkz. Çizim 5).



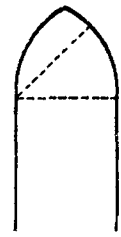
DÜZ KEMER



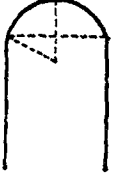
TÜDOR KEMERİ



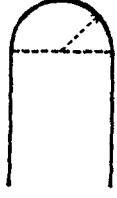
YÜKSEK SİVRİ
KEMER



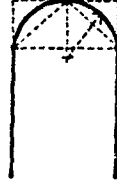
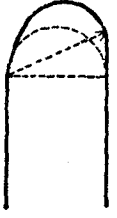
OJİVAL KEMER



ŞİŞKİN KEMER



BEŞİK KEMER

SEPET KULPU
KEMERBEŞ MERKEZLİ
SEPET KULPU
KEMER

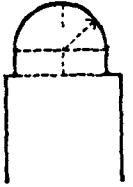
ABANIK KEMER

MIZRAK UCU
KEMER

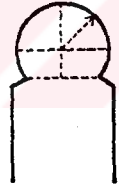
ÜÇGEN KEMER



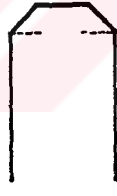
BURSA KEMERİ



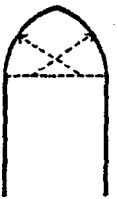
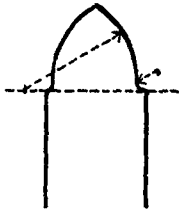
KALKIK KEMER



AT NALI KEMER



KÖŞE KEMER

ÜÇ DİLİMLİ
KEMERBASIK SİVRİ
KEMER

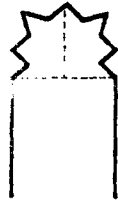
ARMUDİ KEMER

TERS EĞMEÇLİ
KEMER

KAŞ KEMER



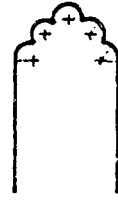
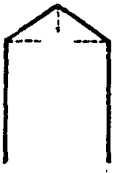
BASIK KEMER



YILDIZ KEMER



OJİVAL KEMER

BEŞ DİLİMLİ
KEMER

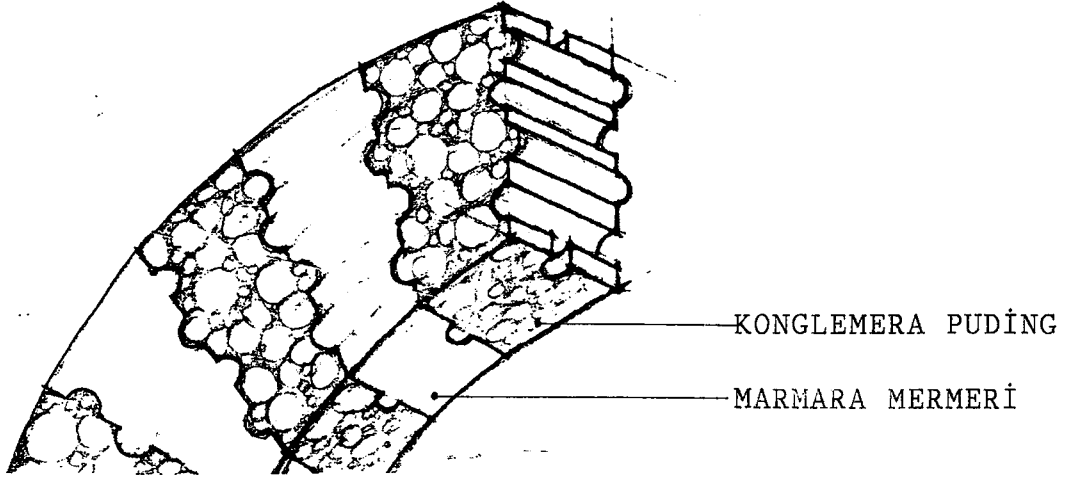
KIRIK KEMER

Çizim 5: Kemer Çeşitleri (Hasol'dan).

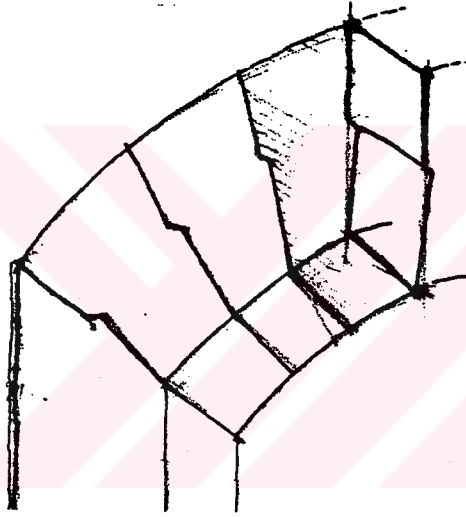
Düz kemerler üzerine hafifletme kemeri (tahfif) yapılarak yüklerin düşey elemanlara aktarılması güvenli hale getirilmiştir.

Kemerler parçalı gereçler ile türlü biçimlerde oluşturulduklarından derzleri genellikle düzdür. Fakat önemli yapılarda eğri çizgili veya zikzaklı süsleme biçimleri oluşturacak şekilde taşlar birbirlerinin içine geçirilerek, sıra ile bir beyaz, bir kırmızı ya da bir beyaz, bir yeşil renk kullanılarak almaşık, geçmeli kemerler örülmüştür (Bkz.Çizim 6)⁶.

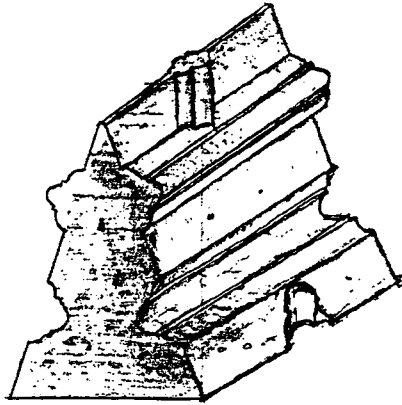
Osmanlı mimarisinde genellikle sivri kemer ve basık kemer olmak üzere iki çeşit kemer kullanılmıştır. Bursa kemerleri ve kaş kemerler fazla yük taşıyamadıklarından dolayı daha çok süsleme amaçlı kullanılmışlardır⁷.



İSTANBUL YENİ CAMİ'DEN GEÇME KEMER ÖRNEĞİ



İSTANBUL MURAT PAŞA CAMİ GEÇME KEMER ÖRNEĞİ



BEYAZIT CAMİ GEÇME KEMER TAŞI ÖRNEĞİ

Çizim 6: Geçmeli Kemer Perspektifleri (Küney'den).

I.5 - Örtü Elemanları

I.5.1 - Kubbeler

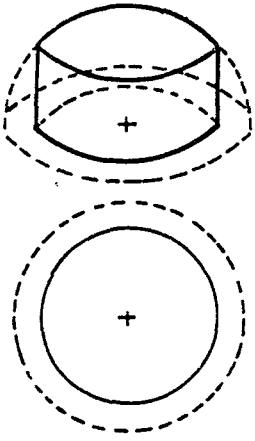
Kubbe bir kemerin yayının tepe noktasından inen dikin çevresinde dönmesi ile oluşan yarım küre biçiminde bir örtü elemanıdır⁸. Kare, çokgen ya da dairesel planları örtmekte kullanılmıştır. Çokgen plandan dairesel plana geçişte türk üçgenleri, pandantif ve tromplardan yararlanılmıştır⁹. Önemli boyutlardaki kubbeler daha iyi bir korunma için iki cidarlı olarak yapılmışlardır¹⁰.

Kubbenin merkezden geçen düşey kesiti bir kemerdir. Merkezden geçen tüm düşey kesitler birbirinin aynısıdır.

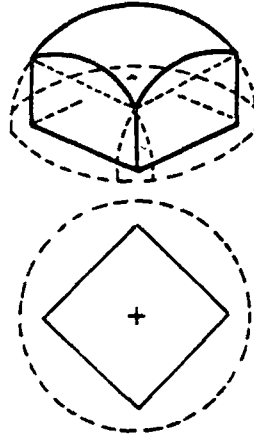
Kagir yapılarda kubbe yapımında malzeme olarak taş ya da tuğla kullanılmıştır. Taş ve tuğlaların kubbenin düşey eksenini etrafında dönen derzleri kubbe yayının merkezine yönelmiştir. Buna saplanan diğer derzler kubbenin düşey ekseninden geçen düzlemedirler.

Biçimlerine göre kubbeler sivri kubbe, küresel kubbe, basık kubbe, soğan kubbe, bohemya takkesi, asma kubbe (yelken tonozu), bizans kubbesi, rönesans kubbesi gibi isimler alırlar (Bkz. Çizim 7).

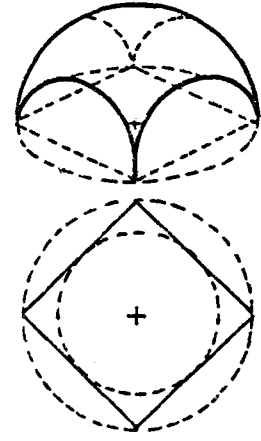
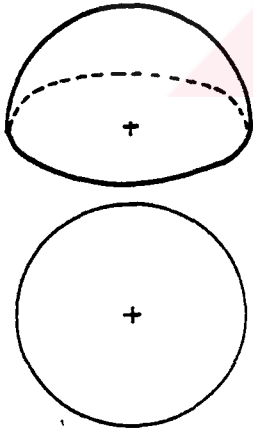
Yapım tekniklerine göre kubbelerin bindirme (yalancı) kubbe, kaburgalı kubbe, dilimli kubbe, tamburlu kubbe, çift çeperli kubbe gibi çeşitleri vardır.



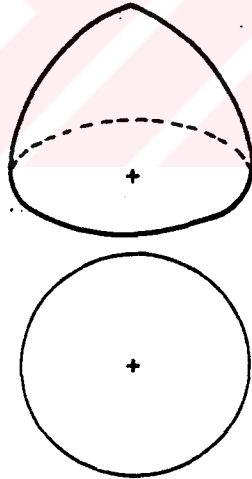
BASIK KUBBE



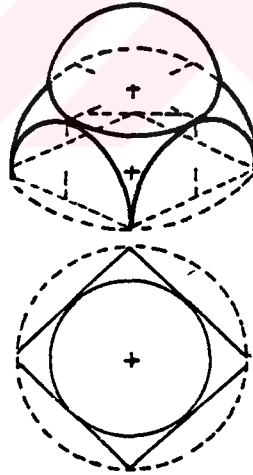
BOHEMYA TAKKESİ

ASMA KUBBE
YELKEN TONOZU

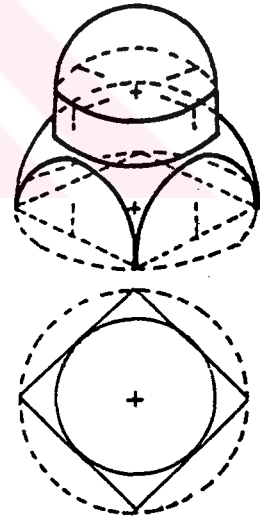
KÜRESEL KUBBE



SİVRİ KUBBE



BİZANS KUBBESİ



RÖNESANS KUBBESİ

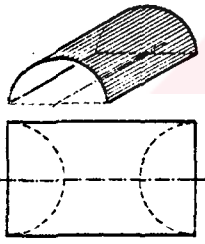
Çizim 7: Kubbeler (Hasol'dan).

I.5.2- Tonozlar

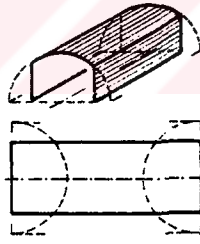
Tonoz bir kemerin aralıksız devam etmesi ile oluşan örtü elemanıdır. Biçimi alttan içbükey olmak üzere taş ya da tuğla ve harçla örülmüş yarım silindir şeklindedir¹¹.

Kavislerinin şekillerine göre çeşitli tonozlar vardır. En basitleri yarım daire şeklinde olan beşik tonozlardır. Beşik tonozdan başka basık tonoz, yüksek tonoz, sivri tonoz, eğri tonoz (verev tonoz), eğik tonoz, konik tonoz, haç tonoz, manastır tonozu, tekne tonoz, aynalı tonoz, altılı tonoz, sekizli tonoz gibi çeşitli şekilleri vardır (Bkz. Çizim 8).

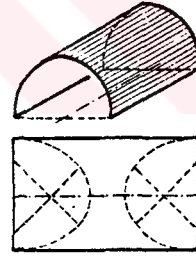
Tonoz bir örtü elemanı olmakla beraber döşeme elemanı olarakta sıkça kullanılmıştır.



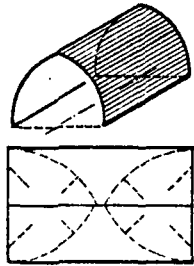
BEŞİK TONOZ



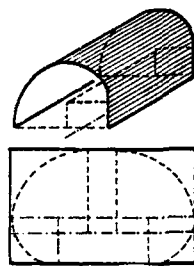
BASIK TONOZ



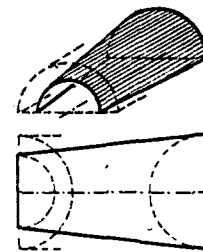
YÜKSEK TONOZ



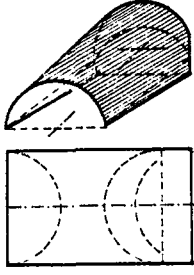
SİVRİ TONOZ



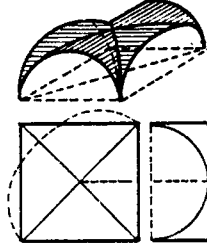
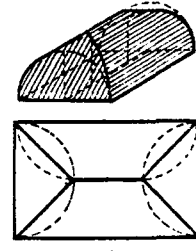
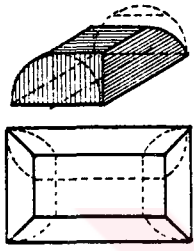
EĞRİ TONOZ



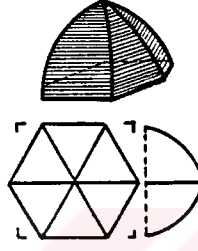
EĞİK TONOZ



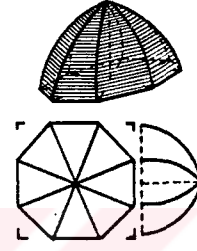
KONİK TONUZ

TAŞ TONUZ
ÇARPRAZ TONUZTEKNE TONUZ
MANASTIR TONOZU

AYNALI TONUZ




ALTILI TONUZ



SEKİZLİ TONUZ

Çizim 8: Tonzlar (Hasol'dan).



II - KAGİR YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARININ
BOZULMA NEDENLERİ

BOZULMA NEDENLERİ

DIŞ ETKENLER

BÜNYESEL ETKENLER

DOĞAL AFETLER

İKLİMSEL NEDENLER

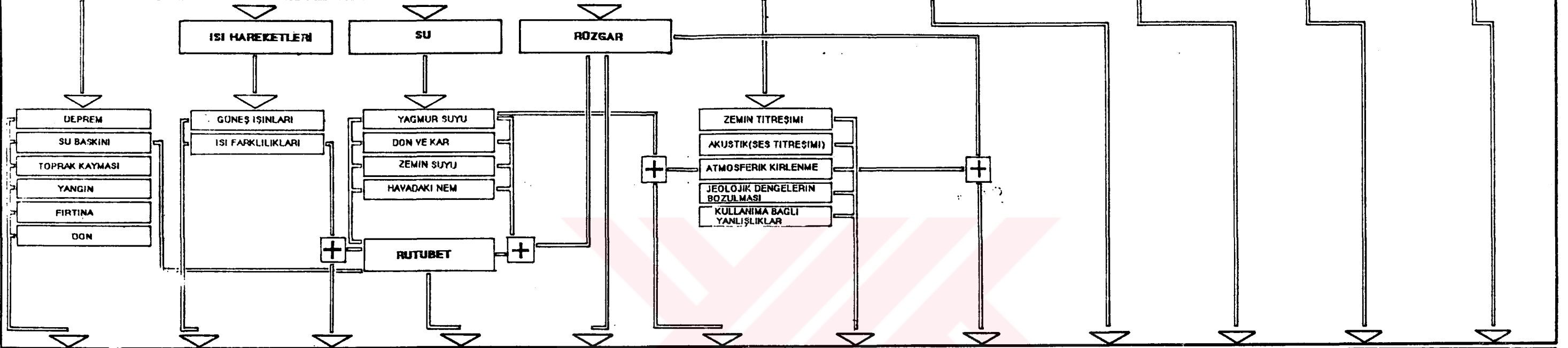
İNSAN FAKTÖRÜ

HAYYANSAL ve BİTKİSEL ZARARLAR

MALZEMENİN BOZULMASI

DETAY YANLIŞLARI

STROKTÖR TASARIMI YANLIŞLARI



<p>1.Yapı genelinde hareket sonucu çatlakların oluşumu ve yıkılmalar.</p> <p>2.Temelde hareket sonucu çatlamlar, duvarlarda yıkılmalar aşırı rutubet.</p> <p>3.Temelde hareket sonucu yıkılmalar ve çatlaklar.</p> <p>4.Aşırı sıcaklık sonucu malzemede dökülmeler ve çatlamlar. İnce yapı malzemelerinin yok olması.</p> <p>5. Özellikle yüksek yapılarda çatlakların oluşumu ve yıkılmalar.</p> <p>6.Sıcaklığın aniden düşmesi sonucu malzemede önemli çatlakların ve parçalanmaların oluşması.</p>	<p>1.Özellikle sıva üstü renkli bezemelerde renk solması ve değişiklikleri</p> <p>2.Malzemenin iç bünyesinde çatlamlar</p> <p>3.Termik hareketler sonucunda yapı bütününde hareket ve çatlamlar</p>	<p>1.Termik hareketler sonucu kırılmalar ve çatlamlar.</p> <p>2.Derzlerde dökülmeler</p>	<p>1.Malzemenin eriyip zayıflaması,kırılmalar ve çatlamlar.</p> <p>2.Sıva dökülmeleri ve sıva üstü renk bozulmaları.</p> <p>3.Bağlantı harçlarında dökülmeler.</p> <p>4.Çiçeklenme.</p>	<p>1.Cephede aşınmalar.</p> <p>2.Çatı elemanlarının uçması veya kopması</p> <p>3.Yüksek yapılarda hareket sonucu çatlamlar.</p>	<p>1.Cephede kirlenme ve lekeler,malzemede kimyasal değişim sonucu çatlamlar, kırılmalar,dökülmeler.</p>	<p>1.Đöğemelerde deformasyonlar, çatlaklarda açılıp kapanmalar,sıvalarda gevşemeler,dökülmeler yeni çatlaklar oluşumu.</p> <p>2.Sıvalarda çatlamlar, mozaik,fresk gibi elemanlarda duvardan ayrılmalar.</p> <p>3.İklimsel etkilerle birlikte cephede lekelerin oluşumu, küçük çatlamlar, malzemelerde ayrışmalar.</p> <p>4.Nem artışı.</p> <p>5.Dış etkenlere karşı uygun konuma gelinmesi.</p> <p>6.Kullanım amacına göre değişebilen her türlü bozulma.</p>	<p>1.Malzemede küçük çatlaklarda zamanla ayrılmaların oluşması.</p>	<p>1.Kuş pisliklerinin malzemeyi zayıflatarak delmesi.</p> <p>2.İlkel bitkilerin malzemelerin üstüne yapışarak kopartması.</p> <p>3.Öt ve ağaçların malzemelerin birleşimini değiştirerek toprağa dönüştürmesi ve ayrışmalar,çatlamlar dökülmeler.</p>	<p>1.Yapının ve bölgenin koşullarına uymayan malzemelerin kullanılması sonucu malzemede oluşan çatlaklar,kopmalar.</p>	<p>1.Dış etkenlere karşı yapının yeterli korunmamasının sonucu, dış etkenlerle oluşabilecek her türlü bozulmalar.</p>	<p>1.Zeminde farklı oturmalar nedeniyle oluşan çatlaklar ve kırılmalar.</p> <p>2.Yanlış kesit seçimi nedeniyle büyük çatlaklar ve yıkılmalar.</p> <p>3.İlavelerden gelen ek yük sonucu oluşan çatlamlar, kırılmalar.</p>
---	---	--	---	---	--	---	---	--	--	---	--

BOZULMALAR

II.1 - Dış Etkenler

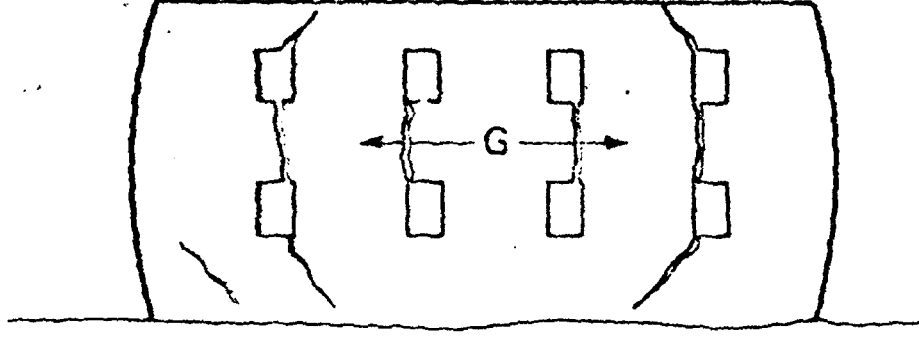
Yapıda bozulmalara neden olan dış etkenleri doğal afetler, iklimsel nedenler, insan faktörü ile hayvansal ve bitkisel zararlar diye ayırarak dört bölümde ve bunlara bağlı alt başlıklarda inceleyeceğiz.

II.1.1 - Doğal Afetler

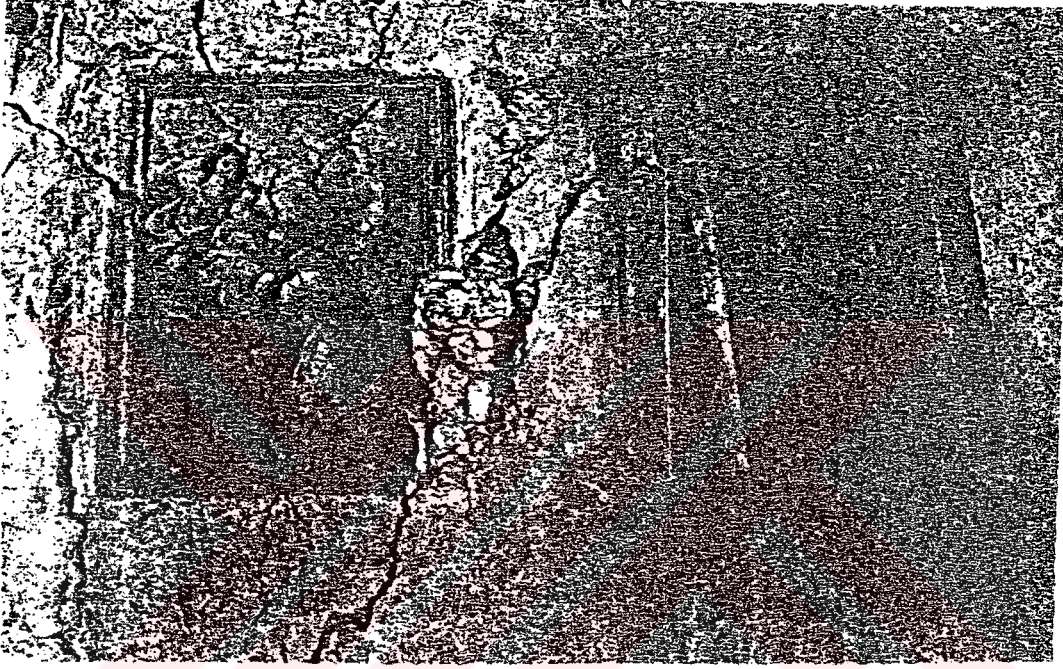
Doğal afetler yapının tümüne zarar vererek, yapı genelinde çok önemli bozulmalara neden olabilirler. Depremler, toprak kaymaları, fırtına, yangın, su baskını ve don yapıda bozulmalara neden olan doğal afetler olarak tanımlanabilirler.

II.1.1.1 - Depremler

Depremler kültürel varlıklara büyük oranda zarar verirler. Deprem yapıyı temelden etkileyerek, temelden tavana kadar hareket oluşmasına neden olur. Yapının tümünde başlayan bu hareket sonucunda, çok önemli bozulmalar oluşabilir. Deprem sırasında depremin şiddetine göre çatı kiremitleri kayarak düşebilir; duvarların köşelerinde, kapı ve pencere boşluklarının çevrelerinde, tonozlarda ve kemerlerde çatlaklar oluşabilir; kemer ve tonoz merkezlerinde aşağıya kaymalar olabilir; çatı tamamen çökebilir; kolonlarda ve sütunlarda titremeler ve buna bağlı çatlamlar oluşabilir; iç ve dış duvarlarda yıkılmalar, ayrılmalar oluşabilir; yapı tamamen yıkılabilir (Bkz.F.1,F.2,Çizim 9).



Çizim 9: Deprem Neden Olduğu Çatlaklar (Feilden'den).



Fotoğraf 1: Freskli Duvarda Deprem Sonucu Oluşan Çatlaklar



Fotoğraf 2: Deprem Etkisiyle Çökme Duruma Gelen Kemerin Geçici Olarak Desteklenmesi (Feilden'den).

Deprem genelde yapı içindeki saklı zayıflıkları arar ve bu noktalardan yayılarak yapıya daha fazla zarar verir. Kötü işçilikler, hatalı onarımlar ve kalıcı önlemlerin yokluğu deprem sırasında yapının daha fazla zarar görmesine neden olur. Çünkü deprem sırasında yapının strüktürel dayanıklılığı malzeme ve işçilik ile doğrudan bağlantılıdır.¹².

Deprem şiddetine ve buna bağlı olarak yapılarda oluşturduğu zararları şu şekilde sıralayabiliriz ¹³.

Şiddeti	Bozulmalar
1.Hissedilmeyen	: Yalnız sismografik ölçümlerde saptanabilir. Belirli bir bozulmaya neden olmaz.
2.Çok Zayıf	: Yapıların üst katlarında hissedilebilir. Herhangi bir bozulmaya neden olmaz.
3.Zayıf	: Yapı içinde hissedilebilir. Araçların oluşturduğu titreşimlerin yapıda neden olduğu bozulmalarla aynı ölçüde zarar verir.
4.Orta	: Ağır tonajlı araçların oluşturduğu titreşimlerin etkisiyle aynı oranda yapıyı etkiler.
5.Orta Kuvvetli	: Yapı dışında da hissedilir. Bu sarsıntı yapı içindeki objeleri hareket ettirerek zarar görmelerine neden olur.

- 6.Kuvvetli : Yapı içindeki objelerin hareket ederek zarar görmesine ve sıvalarda çatlakların oluşmasına neden olur.
- 7.Çok Kuvvetli : Basit yapılarda ciddi hasar yaratır. Taşıyıcı sistem elemanlarında çatlaklar oluşabilir. Bacalarda çatı hizasına kadar yıkılmalar görülebilir. Derzlerde açılmalar ve dökülmeler oluşabilir.
- 8.Yıkıcı : Basit yapılarda çok ağır hasar yaratır. Depreme dayanıklı yapılarda da çatlakların oluşmasına neden olur. Bacalar, kuleler, minareler gibi yüksek elemanlar çöker. Toprakta çatlaklar oluşur.
- 9.Tahrip Gücü Yüksek : Basit yapılar tamamen çöker. Dayanıklı yapılarda ise çok ciddi hasar yaratır. Taşıyıcı sistemde çatlamlar oluşur. Toprakta geniş çatlaklara ve yarıklara neden olur.
- 10.Aşırı Derecede Yıkıcı : Taş ve ahşap strüktürlü yapılar çöker. Çelik yapılarla köprüler hasar görür ve bazıları çökebilir.

11. Felaket Derecesinde : Bütün strüktürler çöker. İyi inşa edilmiş, Geniş köprüler bile tahrip olabilir. Alt yapı tesisleri ciddi şekilde hasar görür.
- Yıkıcı
12. Büyük (Major) : Toprağın yapısı geniş bir ölçekte Felaket Derecesinde değişir. Doğal dengede ciddi de-Yıkıcı
- ğişmeler olur.

Depremler önceden saptanamadıkları için, deprem sırasında oluşacak zararları en aza indirmek amacıyla, yapıdaki zayıf noktalar saptanmalı ve basit güçlendirmeler yapılarak depreme karşı yapı sağlamlaştırılmalıdır.

II.1.1.2- Su Baskını

Aşırı yağmur sonucu veya akarsu taşkınlarına bağlı olarak oluşan su baskınları yapının temelinden başlayarak tüm taşıyıcı sisteminde bir takım bozulmalara neden olurlar. Su baskını, özellikle yeterli drenaj yoksa, yapının oturduğu zeminin özelliğini değiştirerek, temelde bazı hareketlere neden olur. Temeldeki hareket sonucu taşıyıcı sistem elemanlarında çatlama, kırılmalar, kopmalar, yıkılmalar oluşabilir. Özellikle dere yataklarında, eğimli arazilerde bulunan yapılar su baskınlarından büyük oranda zarar görürler.

Ayrıca su baskını sonrasında yapıda oluşan aşırı rutubet, su baskını sonrası önlem alınmaz ise, yapıda malzemelerin eriyip zayıplamasına, sıva dökülmelerine, yapı malzemelerinde kırılma ve çatlamalara, bağlantı harçlarında dökülmelere neden olabilir.

II.1.1.3 - Toprak Kayması

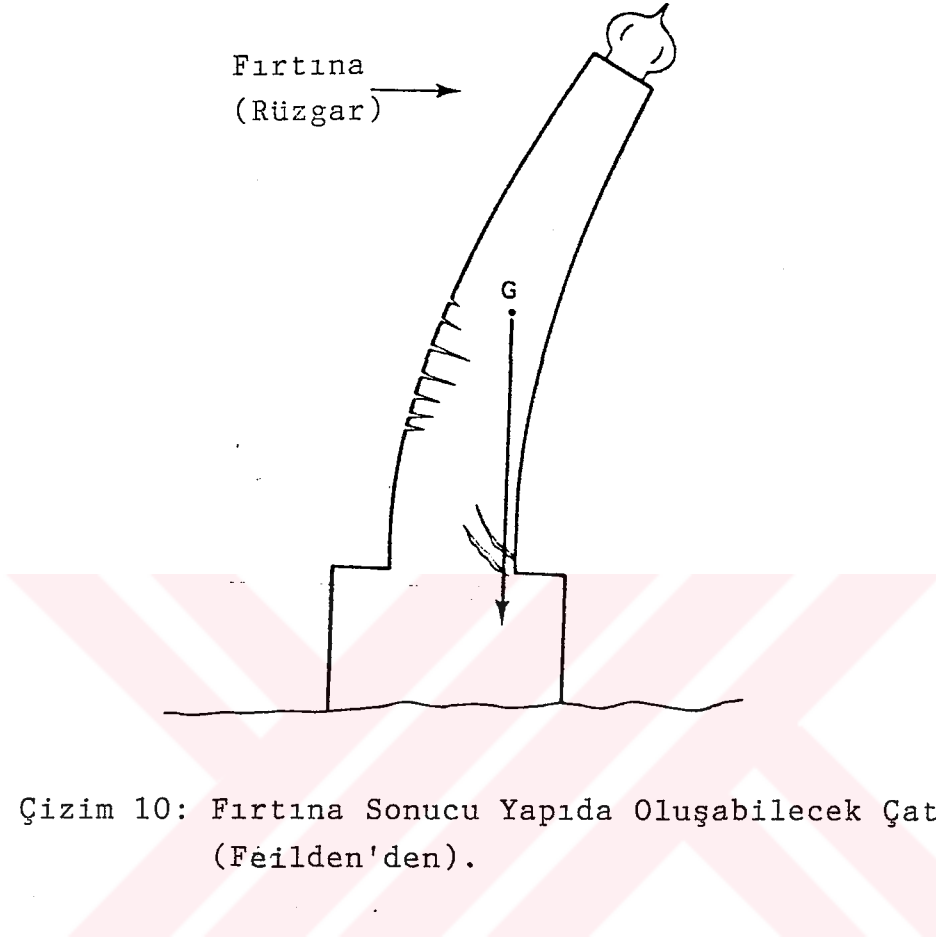
Yapının taşıyıcı sistemini etkileyen doğal afetlerden biri de toprak kaymasıdır. Toprak kayması sonucu zeminde oluşan hareketler, depremin yaptığı gibi, yapıda çatlamalara ve yıkılmalara neden olur.

II.1.1.4 - Yangın

Yangın yapılara en büyük zararı verebilecek doğal afetlerden biridir. Yangın sırasında tüm ince yapı elemanları yok olabileceği gibi, taşıyıcı sistem elemanları da oldukça zarar görür. Aşırı sıcaklık nedeniyle taşıyıcı elemanlarda oluşan ısı hareketleri malzemelerin özelliklerini yitirmesine neden olur. Yangın sırasında aşırı sıcaklık sonucu genişleyen malzemelerde çatlamalar, yerinden oynamalar, dış yüzeylerinde pul pul dökülmeler görülebilir. Taşıyıcı sistemi oluşturan malzemelerin özelliklerini yitirmesi sonucu, taşıyıcı sistemde zayıflamalar oluşur.

II.1.1.5 - Fırtına

Fırtına sonucu yapının dış yüzeylerinde aşınmalar oluşur. Havada bulunan küçük parçacıklar fırtına sırasında dış yüzeylerde yer alan malzemelere çarparak aşınmalara, gözeneklerin açılmasına neden olurlar. Çatı örtüsü kaplamalarının ucması, düşmesi sonucu örtü elemanlarında deformasyonlar oluşabilir. Özellikle minare ya da kule gibi yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinde, fırtına sonucu çatlaklar, deformasyon ve yıkılmalar çok sık görülmektedir (Bkz. Çizim 10).



Çizim 10: Fırtına Sonucu Yapıda Oluşabilecek Çatlaklar (Féilden'den).

II.1.1.6. Don

Don; 30 - 40 yılda bir don olan yerlerdeki yapılar için doğal afet sayılabilir.

Sıcaklığın aniden düşerek, yapının bünyesindeki suyu buza dönüştürmesiyle, yıllardır farklı değerlere adapte olmuş bir yapıda, çeşitli bozulmalar oluşabilir. Bazen yüzeyden küçük parçacıklar düşerse de, en önemli etkisi malzemede büyük çatlakları ve parçalanmaları oluşturmalarıdır.

II.1.2- İklımsel Nedenler

Doğal afetlerin yanısıra yapıdaki bozulmalara neden olan etkenlerin en önemlilerinden biri de iklimdir. Güneş ışınları, mevsimlere bağlı olan ısı değişiklikleri, yağışlar, rüzgar ve bu yollarla taşınan rutubet yapıyı etkileyen ve bozulmalara neden olan iklımsel etkenler olarak nitelenebilirler.

II.1.2.1- Isı Hareketleri

II.1.2.1.1- Güneş Işınları

Güneş iklim şartlarının oluşmasının ana nedenidir. Güneş ışınları ultra viole ve infra red ışınlarından oluşur. Özellikle ultra viole ışınlar ahşap, kumaş gibi organik maddeler için bozucu ve zarar vericidir. Korunmamış bir ahşap, ultra viole ışın ve hızlı rutubet alışverişi ile bir asırda 5-6mm aşınabilir¹⁴. Güneş ışınları özellikle sıva üstü renkli bezemelerde renk solması ve renk değişikliklerine de neden olabilir.

II.1.2.1.2- Sıcaklık Farklılıkları

Tüm yapı malzemeleri ısındıklarında genişleyip kabarırlar ve soğuyunca çekip daralırlar. Gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farklılıkları ve iklimlere göre değişen sıcaklıklar yapı malzemelerinin termik hareketlerini sağlarlar. Bu sıcaklık farklılıklarından doğan termik hareketler, malzemenin genişlemesini ve daralmasını sağladıklarından, mal-

zemelerde birtakım çürümelere, çatlaklara, kırılmalara neden olurlar.

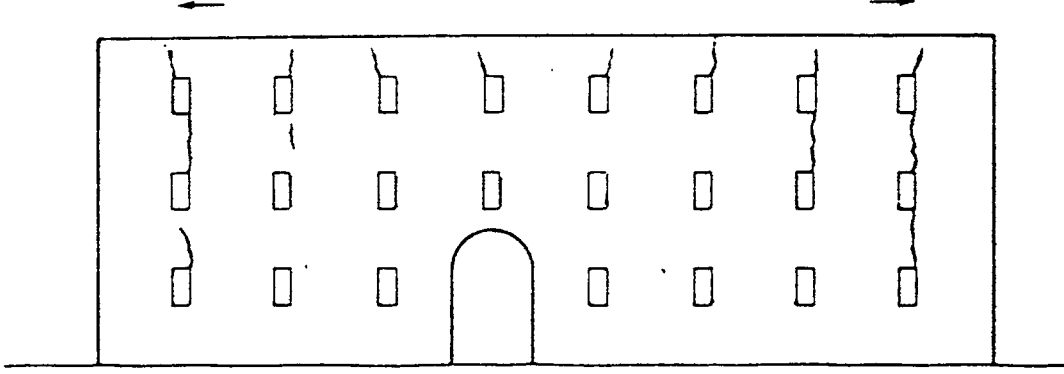
Sıcaklık farklılıklarından doğan termik hareketler duvardaki malzemelerin hareketleri, duvarın kendi hareketi ve yapının toptan hareketi olmak üzere üç ana bölümde incelenebilir¹⁵.

İlkbaharın sonlarına doğru artan sıcaklık yapı malzemelerinin ısınmasına ve malzemelerin doğal nemliliğinden dolayı buharlaşmaya neden olur. Buharlaşma sonucu oluşan termik hareketler malzemelerin kenarlarında kırılmalar ve ek yerlerindeki harçların dökülmeleri gibi hasarlar yaratır. Duvar yüzleri yumuşak harçla sıvanmışsa termik hareketler sonucu kılçal çatlamlar oluşur¹⁶.

Ağır taş yapılarda taş duvarlar termik hareketleri absorbe ederler. Bu da duvarların toptan hareketine neden olur¹⁷.

Yapının dış yüzüyle iç yüzü arasındaki sıcaklık farklılıklarından dolayı oluşan termik hareketler sonucu yapının tümünde hareketler görülebilir. Buna örnek olarak İngiltere'deki York Minster Kilisesinin temelinde saptanan 62 cm'lik hareket gösterebilir¹⁸.

Yapıda termik hareketler sonucu oluşan çatlaklar gerilmeden dolayı düşey olarak ortaya çıkarlar (Bkz.Çizim 11). Yatayda termik hareketlerden dolayı bağlantı harçlarında tozlaşmalar görülür¹⁹.



Çizim 11: Sıcaklık Farklılıkları Sonucu Genleşmeden Doğan Çatlaklar (Feilden'den).

II.1.2.2 - Su

Su değişik formları ile (yağmur, don, sis, kar, zemin suyu) malzemelere girerek, yapılarda bozulmalara neden olur.

II.1.2.2.1 - Yağmur Suyu

Yapı malzemelerinin içine su girişine yağmurlar neden olabilir. Taş, tuğla, kerpiç gibi kagir yapı malzemeleri, yüzeylerine çarpan yağmur suyunu emerler. Bu da malzemenin içinde rutubetin oluşmasına neden olur.

Yağmur sırasında su rüzgarın yardımıyla çatlaklardan, çeşitli boşluklardan malzemenin içine girer. Rüzgar yardımıyla cepheyi yalayan su malzemenin içine girerek, zamanla sıcaklık farklılıklarından dolayı malzemedeki bozulmalara neden olur. Hakim rüzgar yönünde, yağmur suyunun malzemeye girişi daha yoğundur.

II.1.2.2.2- Don ve Kar

Don ve kar yapıda bazı hareketlere neden olabilir. Dondan dolayı oluşan genleşme, temellerde kaymalar yaratabilir.

Kaymaları engellemek için, yapıların temelleri kesinlikle don seviyesinin altında olmalıdır. Bu seviye toprağın cinsine bulunduğu ülkenin iklimsel özelliklerine göre değişir. Kışın oluklar içinde donan su, olukların çatlamasına, patlamasına da neden olabilir. Don olayına uğrayan yapı malzemelerinde de, gözeneklerdeki suyun buz haline gelmesiyle, buzların malzemeye basınç yaptığı görülür ve basınç nedeniyle kırılmalar oluşur.

Kar da yapıda bozulmalara neden olabilir. Karın erimesi ile birlikte malzemenin içine nüfus eden su, malzemede rutubetin oluşmasını sağlayabilir. Ayrıca erime sırasında bloklanmış karlar kayarak olukları, dereleri ve parapetleri kırabilir.

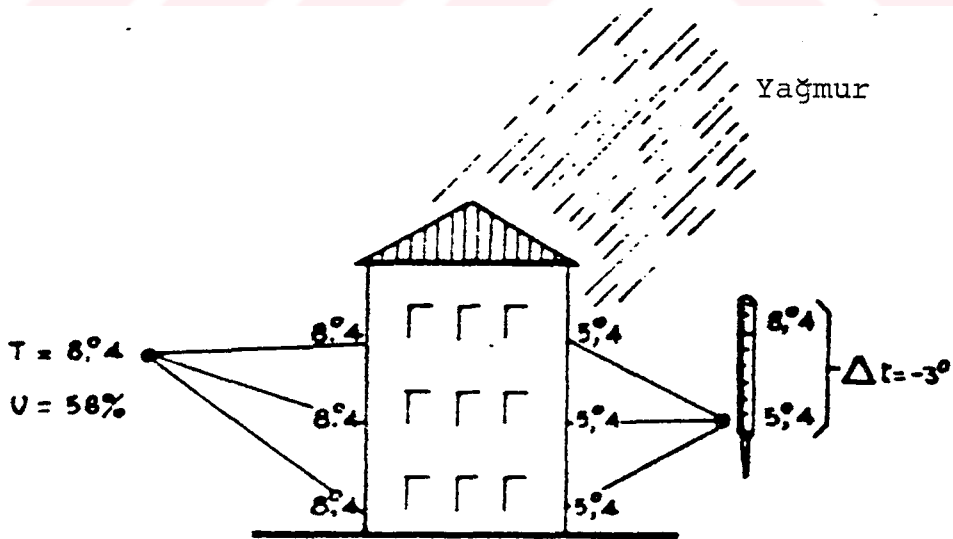
II.1.2.2.3- Zemin Suyu

Yağmur, kar, su baskını gibi doğa olaylarının ya da doğal çevrenin bozulması sonucunda zemin suyunda yükselmeler görülebilir. Yapıyı temellerinden zorlayarak kılcallık ile yukarı doğru çıkmaya çalışan zemin suyu yapının temellerinde, döşemelerinde ve duvarlarında nemin oluşmasını sağlar. Yapıda kullanılan malzemelerin doluluk boşluk oranı ne kadar küçükse zeminden gelen su duvarlarda o kadar yükselir. Zemin suyunun yükselmesi sonucu yapıya verdiği zararlar nem başlığı altında incelenecektir.

Dış yüzeydeki malzemeler tarafından emilerek ya da çatlaklardan geçerek içeriye giren su, kılcallıkla - yatay ve düşeyde hareket ederek - tüm yüzey üstünde nemin oluşmasını sağlayabilir.

Yağmur suyu dış yüzeyde soğumaya neden olarak iç yüzeyle dış arasındaki sıcaklık farkını arttırır ve bu da iç yüzeyde yoğuşmayla nem oluşması sonucunu doğurabilir²⁰. İtalya'da Cenova kentinde kışın yapılan ölçümlerde aynı yapının yağmur alan cephesi ile yağmur almayan cephesi arasında 3°'lik bir sıcaklık farkının olduğu ortaya çıkarılmıştır (Bkz.Çizim 12)²¹.

Yağmur suyunun yapıda rutubetin oluşması ile direk ilgisi olduğundan, yapıda oluşturduğu zararlar nem başlığı altında incelenecektir (Bkz.II.1.2.2.4).



Çizim 12: Yağmur Suyunun Cephede Soğumaya Neden Oluşu (Massari'den).

II.1.2.2.4 - Nem

Nem, kısaca havada bulunan su buharı olarak açıklanabilir. Havada bulunan su buharı, yani nem, çeşitli biçimlerde tanımlanabilir²².

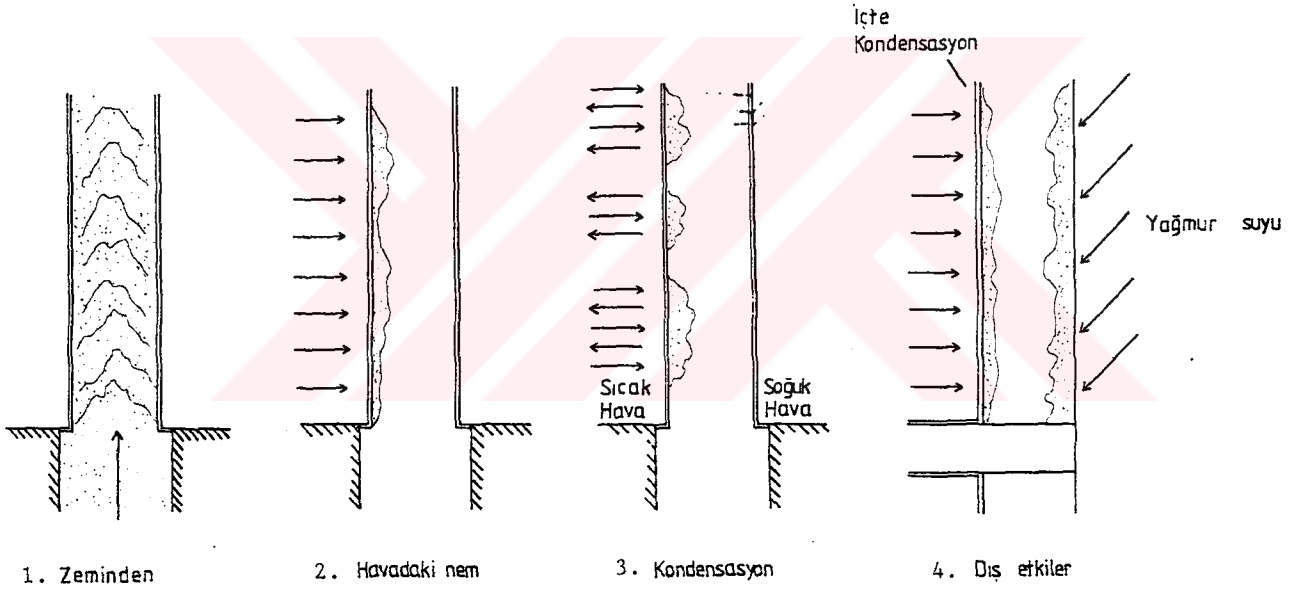
1. Mutlak Nem : Nemli havanın bir metreküpünde bulunan buharın gram cinsinden miktarı.
2. Özgül Nem : Nemli havanın bir kilogramında bulunan buharın gram cinsinden miktarı.
3. Karışım Oranı (mixing-ratio) : Kuru havanın bir kilogramında bulunan buharın gram cinsinden miktarı.
4. Bağlı Nem : Yukarıda anlatılan üç değerden birinin, doymuş havayı belirten değeri yüzde cinsinden oranıdır. Bağlı nem sıfır olursa tam kuru havayı, yüz olursa doymuş havayı belirtir.

Yukarıda tanımlanan nem çeşitleri, havanın bir kilogramı ile bir metreküpünün aynı olmasından dolayı, hemen hemen birbirlerine çok yakındırlar. Bağlı nem, kuru ve doymuş havanın % cinsinden değerlerini yatsıttığından bu çalışma içinde geçen değerler, bağlı nem ile ilgili olacaktır.

Yukarıda tanımlanmaya çalışılan nem yapıda bozulmalara neden olan en önemli etkenlerden biridir. Kagir yapılardaki nem (kaynağı ne olursa olsun) eğer %3 ile %5 arasında bir değerde ise yapı kuru sayılabilir²³. Ancak bu sınır geçilirse duvarlarda küf ve lekeler, çiçeklenmelere, kabarmalara, bozulmalara, çatlamalara, dökülmelere neden olabilir.

Nemin yapıda oluşmasını kısaca dört grupta toplayabiliriz (Bkz.Çizim 13)²⁴:

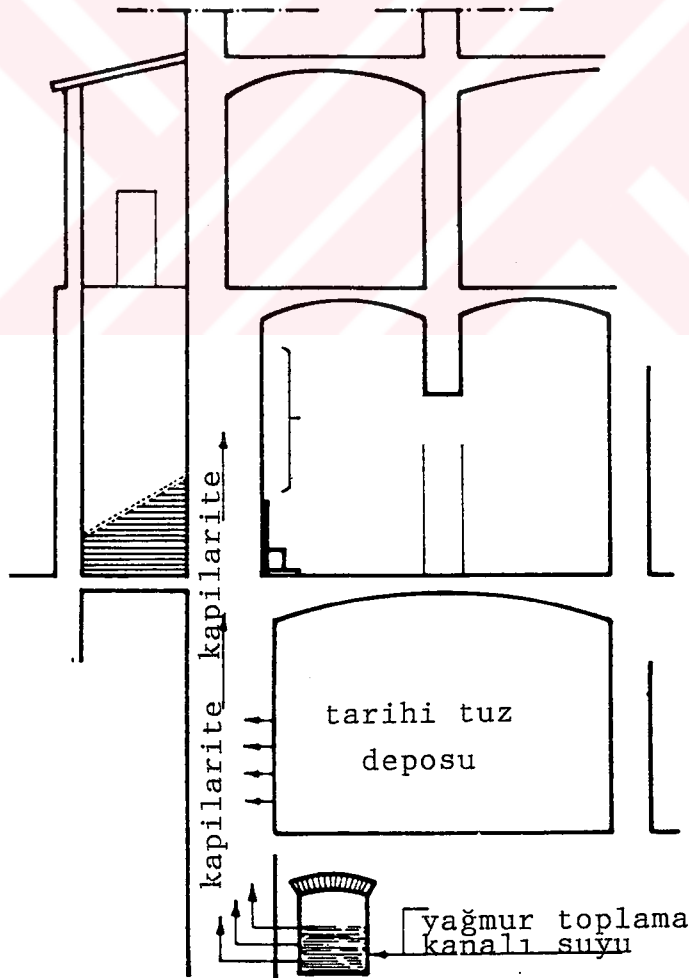
1. Zeminden yükselen suyun oluşturduğu nem.
2. Havadaki nemin yapıya girişi.
3. Soğuk duvarda yoğuşma (kondansasyon) sonucu nemin oluşması.
4. Yağmur, kar gibi dış etkenlerin ve su baskınlarının oluşturduğu nem.



Çizim 13: Nem Oluşturan Suyun Yapıya Giriş Yolları (Massari'den).

Aşırı yağmur, kar, su baskını gibi doğa olaylarının ya da doğal çevrenin bozulması sonucunda zemin suyunda yükselmeler görülebilir. Yükselen zemin suyu yapıyı temellerinden zorlayarak kılcallık ile yukarı doğru çıkmaya çalışır. Bu

yolla malzeme içine giren su yapının temellerinde, döşemelerinde, duvarlarında nemin oluşmasını sağlar (Bkz.Çizim 14). Nem zemin suyunun yükselmesi sonucu meydana geldiği gibi, havada bulunan su buharının doğrudan yapının içine girmesi sonucunda da oluşabilir. Havadaki su buharı yapıya cepheden girerek, cephede kullanılan malzemenin doluluk boşluk oranına göre içeriye doğru hareket eder. Özellikle deniz, göl, baraj gibi büyük su alanlarının bulunduğu bölgelerdeki yapılarda, havadaki su buharı oranı yüksek olduğu için bu yolla oluşan nemden dolayı yoğun etkilenmeler görülmektedir.

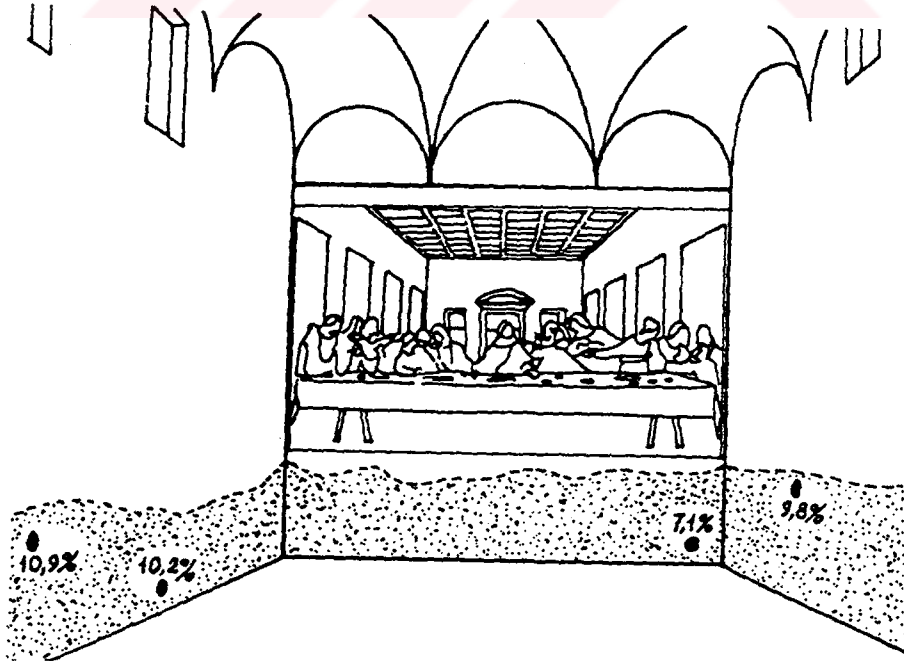


Çizim 14: Siena Townhall'da 1. Kattaki Freskonun Nemlenmesi (Massari'den).

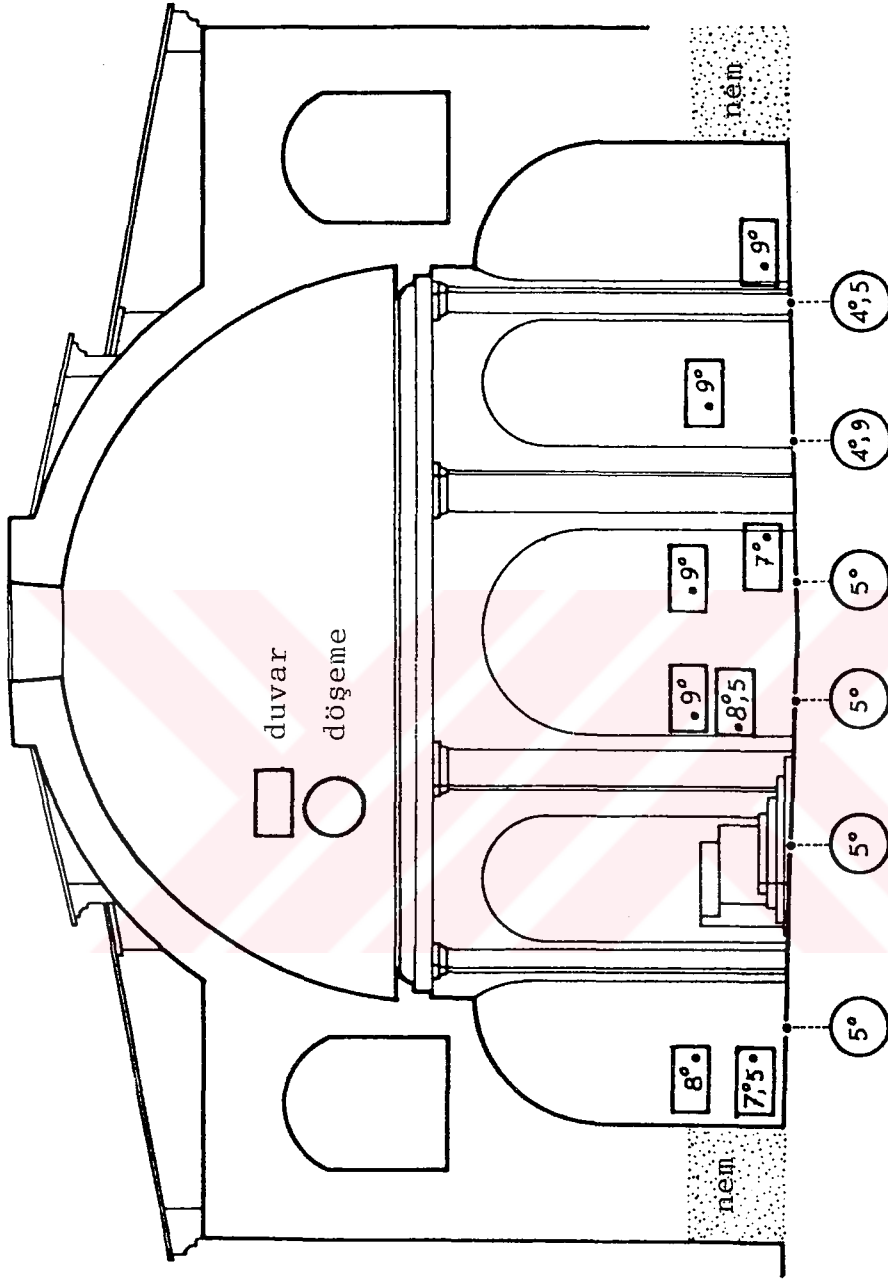
Nemin yapıda oluşmasını sağlayan üçüncü ana neden ise yoğuşma (kondansasyon) dır. Kışın iyi ısıtılmış oda pencere-lerinde, dışarıdaki soğuk havadan dolayı camda buharlaşmalar görüldüğü gibi, aynı nedenle sıcak hava ile soğuk yüzey arasındaki yüksek ısı farkından dolayı -yoğuşma sonucu- duvar yüzeyinde de nem oluşabilir.

Söz konusu nem duvar yüzeyinden içeri doğru hareket edebilir ve duvar yüzeyi ile duvarın içinde bozulmalara neden olabilir. Leonardo'nun Milano'daki Cenacolos'u duvardaki kılcalık ile oluşan nemden etkilenmemiş, duvardaki nem fresko ya kadar çıkmamıştır. Ancak havadaki su buharının yoğuşmasından etkilenmiş ve zarar görmüştür (Bkz.Çizim 15)²⁵.

Diğer bir örnekte de, döşemenin duvarda soğuk olması nedeniyle, yoğuşma sonucu duvarlarda nemin oluştuğu gözlenmiştir (Bkz.Çizim 16).



Çizim 15: Leonaddo'nun Milano'daki Cenacolos'u (Massari'den).



Çizim 16: Döşemenin Duvardan Soğuk Olması Nedeniyle Yoğuşma Sonucu Duvarda Nemin Oluşumu (Massari'den).

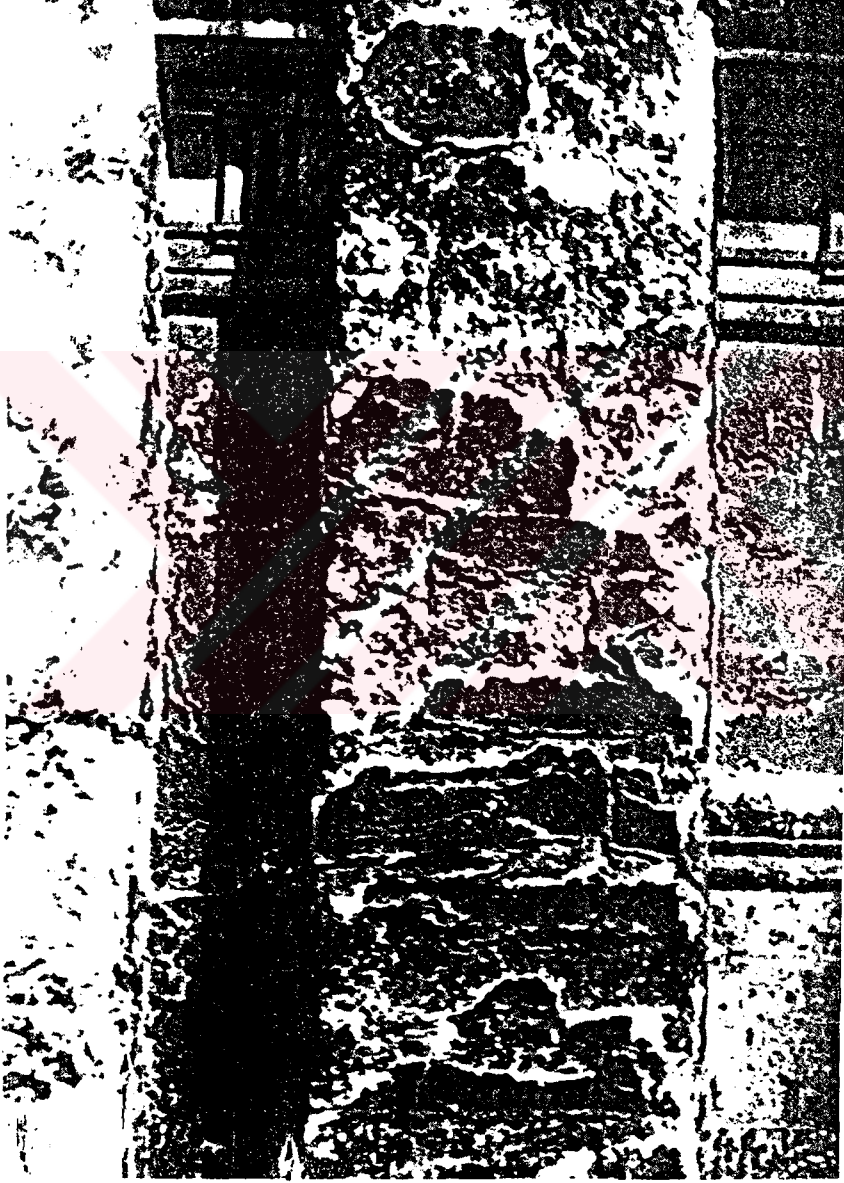
Bu üç ana nedenden başka nemin yapıda oluşmasını sağlayan bir başka neden de yağmur, kar gibi dış etkenlerle suyun içeri girişidir. Yağmur suyu ve kar rüzgarın yardımı ile yapıdaki çatlaklardan içeri girebilirler. Ayrıca yüzeye çarpan yağmur suyunu, cephedeki malzeme emerek de içeriye alabilirler. dış yüzeydeki malzeme tarafından emilerek ya da çatlaklardan geçerek içeriye giren su yatayda ve düşeyde hareket ederek, tüm yüzey üstünde nemin oluşmasını sağlayabilir.

Genellikle yağmur suyunun kalın duvarlardan içeriye geçemediği gözlenmiştir. Ancak bununla beraber, dış yüzeyde soğumaya neden olup, iç yüzeyle dış yüzey arasında sıcaklık farkının oluşmasını sağlayarak iç yüzeyde yoğuşma nedeniyle nemin oluşması sonucunu doğurabilir²⁶.

Yapıya bu dört şekilde giren ve nemin oluşmasını sağlayan sular, beraberlerinde suda eriyebilen tuzları da taşırlar. Tuzlar belli sıcaklıkta buharlaşma sonucu kristalize olup malzemeye basınç yaparak, kırılma ve çatlamalara neden olurlar. Sıvalara ve duvar resimlerine zarar verebilirler. Yüzeyde çiçeklenme ve kabuk oluşmasına neden olurlar (Bkz. F.3)²⁷.

Bahar ve yaz aylarında artan sıcaklıklardan dolayı malzemelerin içinde önceden oluşan nemin ani buharlaşması sonucu termik hareketler oluşur. Ani buharlaşma sonucu oluşan termik hareketler -daha önce de belirtildiği gibi- malzemelerde çatlamalara, kenarlarından kırılmalara, ek yerlerindeki harçlarda dökülmelere, sıvalarda kılcal çatlamalara neden olur.

Kısaca nem yapıyı oluşturan malzemeleri etkileyip, bozarak, genelde yapıda olabilecek tüm bozulmalara zemin hazırlar.



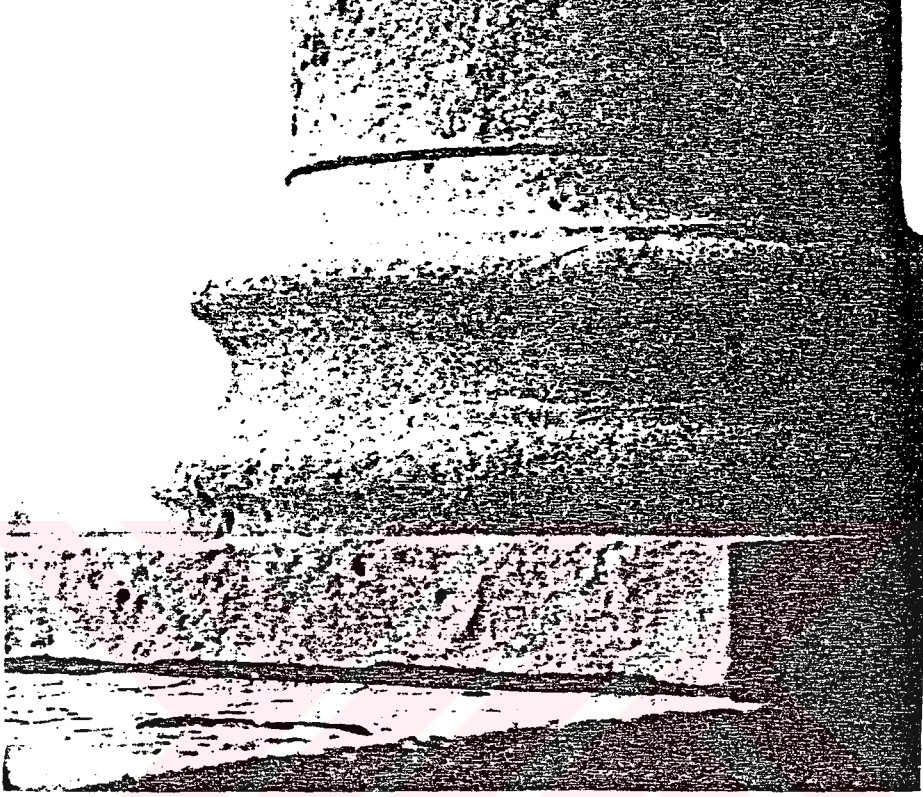
Fotoğraf 3: Tuzların Kristalize Olarak Yüzeyde Oluşturduğu Kabuklanmalar (Cecil'den).

II.1.2.3 - Rüzgar

Rüzgar, hava sisteminde değişik atmosferik basınçların oluşmasını sağlar. Rüzgarın oluşturduğu basınç yapının yüzeylerinde gerilim oluşturur. Bu da yüksek ve kule gibi hafif strüktürü olan yapıların hareket etmesini sağlar. Yüksekliği 99 m. olan Norwich Katedrali'nin kuvvetli rüzgarda 7.6 cm. hareket ettiği saptanmıştır²⁸.

Rüzgar çatı örtülerinin de bozulmasına neden olabilir. Çatı kaplama elemanları rüzgar nedeniyle yerlerinden oynayabilir ve uçabilirler. Hatta kuvvetli rüzgarda kurşunlar bile yırtılabilir. Rüzgarın dolaylı bir etkisi olarak da, yağmur sırasında suyun malzeme içine girmesine yardım etmesi gösterilebilir. Malzeminin içine giren su dış duvarlarda rutubet oluşturur.

Rüzgar yerden ufak parçacıkları ve havadaki küçük parçacıkları sürükleyerek ya da kaldırarak yapının cephesine zarar verir. Rüzgarın oluşturduğu basınç ile cepheye çarpan bu parçacıklar, cephedeki malzemenin yüzeyinde küçük deliklerin oluşmasına neden olurlar (Bkz.F. 4). Daha sonra açılan bu küçük deliklerden suyun malzeme içine girmesi kolaylaşır. Kuvvetli rüzgarın yerden ufak taşları ve kum tanelerini sürükleyerek ve kaldırarak Mısır'daki Abu Simbel Tapınağı'nın ön cephesindeki kabartmalara zarar vermesi buna örnek olarak gösterilebilir²⁹..



Fotoğraf 4: Rüzgarın Oluşturduğu Basınç İle Cepheye Çarpan Küçük Parçacıkların Yüzeyde Oluşturduğu Küçük Delikler (Feilden'den).

II.1.3- İnsan Faktörü

II.1.3.1- Zemin Titreşimi

Titreşimle oluşan zararlar, genelde tamir edilemez ve geriye döndürülmesi olanaksız zararlardır.

Bozulmanın zemin titreşimine bağlı olup olmadığını kesin olarak saptamak oldukça zordur. Ancak yoğun trafik titreşimlerinin yapılara önemli zararlar verdiği kesinlikle bilinmektedir. Ağır trafik yükü cadde ve yollarda titreşimler oluşturarak zeminden yapıya ulaşır ve titreşim dalgalarıyla zararlara neden olur. Roma'da bazı değerli freskolar zemin titreşimi nedeniyle duvarlardan ayrılmıştır³⁰.

Zemnide oluşan titreşimin temelleri de zayıflattığı bilinmektedir. Bu olgu, genellikle zemin mukavemetine göre farklılıklar gösterir. Örnek olarak İngiltere'de York'taki St. John Kilisesi gösterilebilir. St. John Kilisesi nehir milleri üzerine yapılmış strüktürü zayıf bir kilisedir ve yanındaki yeni binadan dolayı oluşan yoğun araç trafiğinden hemen bazı zararlar görmüş; döşemelerde deformasyonlar, çatlaklarda açılıp kapanmalar, sıvalarda gevşemeler, dökülmeler ve yeni çatlaklar oluşmuştur³¹.

Ayrıca tarihi çevrelerde yeni yapılan bazı binalara temel kazıklarının çakılmasıyla ortaya çıkan titreşimler de, eski yapıların zarar görmesine neden olabilir. İstanbul Arnavutköy'de kazıklı yol yapımı sırasında, çevredeki yalıların bu inşaatın etkilendiği gözlenmiştir.

Ağır trafik y¼k¼n¼n etkilerine benzer bir Şekilde, tarihi yapıların yakınında ęalıŐan iş makinalarının titreşimi de, zemin titreŐimleri yoluyla bu yapılara ulaşır ve hem zemin altındaki yapı elemanlarını etkiler; hem de yapının ¼st b¼l¼mlerinde titreŐimlere neden olur.

Trafik ve iş makinaları, yukarıda belirtilen zemin titreŐimleri ile birlikte akustik titreşimi de yaratır.

II.1.3.2 - Akustik / Ses Titreşimi

Ses titreŐimleri -zemin titreŐimleri kadar olmasa bile- kagir yapılarda birtakım bozulmalara neden olurlar. 100 dB (desibell) lik bir g¼r¼lt¼n¼n yapı y¼zeyinde 2 Newton/m² basınę oluşturduğu saptanmıŐtır³².

Ses titreşimlerinin zararı yapının etkilendiği s¼re ile orantılıdır. Titreşimin s¼rekliliđi durumunda yapıda oluşan zararlar da artar. Sıvalarda ęatlamalara, mozaiklerde d¼k¼lmelere, freskolarda ayrılmalara neden olabilir³³.

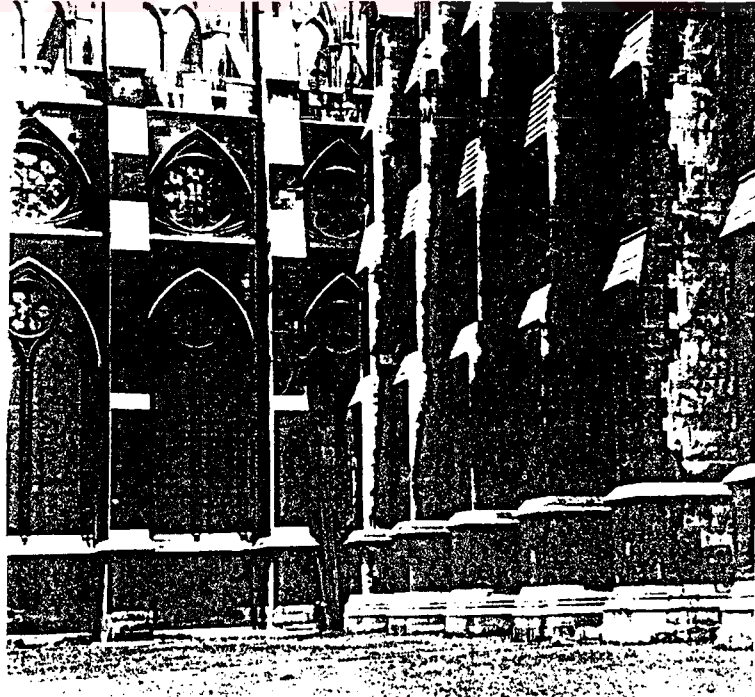
II.1.3.3 - Atmosferik Kirlenme

Uygarlıkla birlikte insanın oluşturduğu kentsel ęevrelerde; özellikle end¼striyel geliŐme, yeni yapılaŐma, ulaŐım gibi fakt¼rlerle hava kirliliğinin de giderek arttığı yadsınamaz bir geręektir. Atmosferik kirlenme, doğduran doğruya d¼nyamızdaki end¼striyel ve ticari aktivitelerin artmasına bağlıdır. Bu kirlenmenin ana nedeni fabrika veya santral bacalarından, araba egzozlarından ęıkan partic¼ller (tozlar, kumlar), dumanlar (kurumlar, isler) ve gazlar (en ¼nemlileri karbondioksit ve s¼lf¼rdioksik) dır³⁴. Kirlenmeye bağlı olarak atmosferin

doğal bileşiminin değişmesi ve bu olgunun tarihi yapılarda oluşturacağı tahribat, en çok bölgenin iklimatik özellikleriyle ilgilidir.

Particüller, dumanlar ve gazlar rüzgar yoluyla birçok bölgeye ulaşabilirler. Rüzgarla taşınan particüller küçük kum ve toz tanecikleridir. Bu tanecikler rüzgarla birlikte yapının cephelerine çarparak aşınmalara, küçük çatlamalara, zamanla malzemelerde ayrışmalara neden olurlar³⁵.

Bacalardan çıkan kurum ve isler yağmurla birlikte binaların cephelerinde siyah yapışkan bir tabaka oluşturarak kirlenmeye yol açarlar (Bkz.F.5,F.6). Yüzeğe yapışan kurumlar ve isler cephe malzemelerindeki küçük çatlaklardan ya da gözeneklerden içeri girerek, malzemenin kimyasal yapısındaki değişikliklere ve mukavemeti azaltarak çatlakların büyümesine, kırılmalara, dökülmelere neden olurlar³⁶.



Fotoğraf 5: Kurum ve İslerin Yağmurla Birlikte Cephede Oluşturduğu Siyah, Yapışkan Lekeler (Cecil'den).



Fotoğraf 6: Kurum ve İşlerin Oluşturduğu Lekeler
(Cecil'den).

Gazlar da yağmurla birlikte cepheden yapı malzemelerinin içine girerek kullanılan malzemenin yapısında kimyasal değişimlere neden olurlar. Özellikle CO₂, yağmur suyuyla birleştiği zaman karbonik asite dönüştüğünden, kireç taşı yapılarında taşları eriterek önemli tahribatlar yapar³⁷.

II.1.3.4- Jeolojik Dengelerin Bozulması

Uygarlığın gelişmesiyle birlikte insanlar doğadan maksimum düzeyde yararlanmak amacıyla çeşitli büyük projeler üreterek jeolojik dengelerin bozulmasına neden olmuşlar ve olmaktadırlar.

Barajlar, yeni açılan yollar, yeraltı kaynaklarının kullanıma açılması, yeni yapılan büyük yapılar vb. gibi projeler jeolojik dengeleri bozarak öncelikle kendi bölgelerinde olmak üzere,

tarihi yapılarda çeşitli zararlara yol açmaktadır. Örnek olarak yeni bir baraj yapıldığında o bölgedeki nem oranının artması, yıllardır farklı değerlere adapte olmuş bir yapıda nemle ilgili bazı zararların oluşmasına yol açabilir. Ya da yeni yapılan bir yol sonucu tarihsel yapılarda zemin titreşimi ile çeşitli zararlar oluşabilir. Çevre arazilerde yapılacak büyük bir hafriyat ile o bölgedeki tarihi yapılar zemin suyunun ve hakim rüzgar yönünün değişmesiyle veya su baskınına uygun konuma gelerek büyük zararlar görebilir.

Kentlerin hızla büyümesiyle (İstanbul gibi) üzerlerinde yeni oluşan mikroklimalar da tarihi yapılar üzerinde önemli etkiler yaparlar. Nem oranları mikroklima ile anormal bir şekilde artabilir veya eksilebilir. Bu da yapılarda nem ve sıcaklık farklılıklarıyla ilgili bozulmaların oluşmasına neden olabilir. Jeolojik dengeye herhangi bir müdahalede, o bölgedeki tarihsel yapıların -yapılan müdahaleye göre- birtakım zararlara uğraması kaçınılmazdır.

II.1.3.5- Kullanıma Bağlı Yanlışlıklar

İnsan tarihi yapılara zarar veren en tehlikeli yaratıktır. Değişen kültür yapısı ve yaşam koşulları sonucunda bazı tarihi eserler işlevini kaybetmekte ve yeni işlevler kazanamamaktadır. Bugün, korunması gereken birçok yapı kendi kaderine terkedilmiş durumda ve yalnız kullanım sonucunda yok olmak üzeredir. Kereste deposuna döndürülen hamamların, çeşitli işler üretilen atölyeler olarak kullanılan kagir yapıların, bu yanlış kullanım ve yükleme sonucu strüktürlerinde önemli çatlama, döşemelerinde deformasyonlar oluşmaktadır.

İşlevini yitirmiş bir kagir yapı, atölye olarak kullanıldığında yeni yerleştirilen makinaların ağırlığı döşeme kesitlerini zorlamakta; ayrıca titreşim olayı da devreye girmektedir. Yapıya artı yük ve titreşim getirmeyen, yalnızca günümüzdeki kullanımına göre plan şemasında değişiklikler yapılan eski eserlerde de; bazı duvarların kaldırılması veya yenilerinin yapılmasıyla yüzyıllardır süregelen statik dengenin bozulmasına (kesit yetersizlikleri, fazlalıkları, yük dağılım düzensizliğinin değişmesi) bağlı tahribatlar ortaya çıkar.

II.1.4 - Hayvansal ve Bitkisel Zararlılar

Ülkemizde yapılara zarar veren hayvanların en önemlileri güvercinlerdir. İçinde % 2 oranında fosforik asit olan pislikleri mimari detayları örterek, malzemelerin delinmesine neden olur. Delinen bölümlerden içeriye giren yağmur suyu yapı malzemelerini bozar ve rutubet oluşturur³⁸.

Alg, yosun ve liken gibi ilkel bitkiler yapı taşlarının üzerinde, özellikle korniş, harpuşta gibi yatay yüzeyler üzerinde büyürler. Rüzgarla savrulan tozların da bunların üzerinde birikmesi ile ince bir organik madde oluşur ve taşları kaplar. Ayrıca taşların üzerine yapışarak kopmasına da neden olurlar. Derz ve aralıklara kök salan ot ve ağaçlar, taşın ve derz harcının bileşimini kökler aracılığıyla toprağa dönüştürürler. Bu da malzemelerin ayrışmasına, çatlmasına, dökülmesine neden olur³⁹.

II.2 - Bünyesel Etkenler

II.2.1 - Malzemeye Bağlı Bozulmalar

Kagir yapılarda en çok kullanılan doğal malzeme taştır. Taş, doğanın yarattığı biçimde kullanılmak durumundadır. Özelliklerini, yapının ve bölgenin gerektirdiği niteliklere göre değiştirmek olanaksızdır.

Anadolu'nun jeolojik ve topoğrafik yapısının büyük farklılıklar göstermesine karşın, kullanılan taş türlerinin kısıtlı olduğu dikkati çekmektedir. Granitler, pudingler, mermerler ve küfeki taşları kullanılan başlıca türler olmuşlardır⁴⁰.

Taşıma kolaylıkları da gözönünde bulundurularak genellikle yakın çevredeki taş ocaklarından çıkarılan taşlar kullanılmıştır. Yapı için uygun olmasa da, yakın ocaklardaki taşlar kullanılmış ve ayrışmalara neden olmuştur. Ayrıca ocaklardaki üretim teknolojisinin düzeyine bağlı olarak ortaya çıkabilecek bazı sorunlar da vardır. Gözle fakedilmeyecek kadar ince çatlakları olan kütüklerden elde edilmiş taşlar kullanıldığında, bu taşlar yapıda (hangi bozulma nedeni etkin olursa olsun) en çabuk tahrip olacak, en zayıf elemanlar olarak görülmelidir.

Taşın minerolojik yapısı itibarıyla bünyesel dayanıklılığı yeterli olsa bile, bazen ona uygun olmayan kimyasal yapıdaki harçlarla birlikte kullanımı durumunda da sorunlar çıkabilir. Harcın içerdikleri iklimsel nedenler ve rutubetten dolayı oluşabilecek kimyasal reaksiyonlarla taşa zarar vermemeli; özellikle restorasyonlarda çimentolu harç kullanımıyla taşa oluşabilecek tahribatlara karşı çok dikkatli olunmalıdır.

II.2.2. Detay Yanlışlıkları

Bazı eski yapılarda, uygulamacıların hatalı uygulamaları nedeniyle yahut olanaklarının kısıtlı veya olmamasından dolayı detaylarda çeşitli yanlışlıkların yapılması sonucu çeşitli bozulmalar görülebilir.

Farklı fiziksel ve kimyasal özellikleri olan gereçlerin bir arada kullanılması detay yanlışlıklarına örnek gösterilebilir. Bakır - kurşun, alüminyum, çinko, kumtaşı - kireçtaşı, sert harç - yumuşak taş, sert taş - yumuşuk harç gibi malzemeler birlikte kullanıldıklarında, çeşitli bozulmaların oluşması kaçınılmazdır.

Aynı çatıda iki farklı metal örtünün kullanılması durumunda, bunların birbirine teması sonucu elektrolitik etkilerin oluşması ve her iki metalinde bozulmasına bunu örnek olarak gösterebiliriz.

Mimari elemanlarda bağlantı maddesi olarak kullanılan demir kenetlerin, doğa koşullarından etkilenip, paslanarak genleşip çatlaması ve patlaması da detay yanlışı olarak düşünülebilir⁴¹.

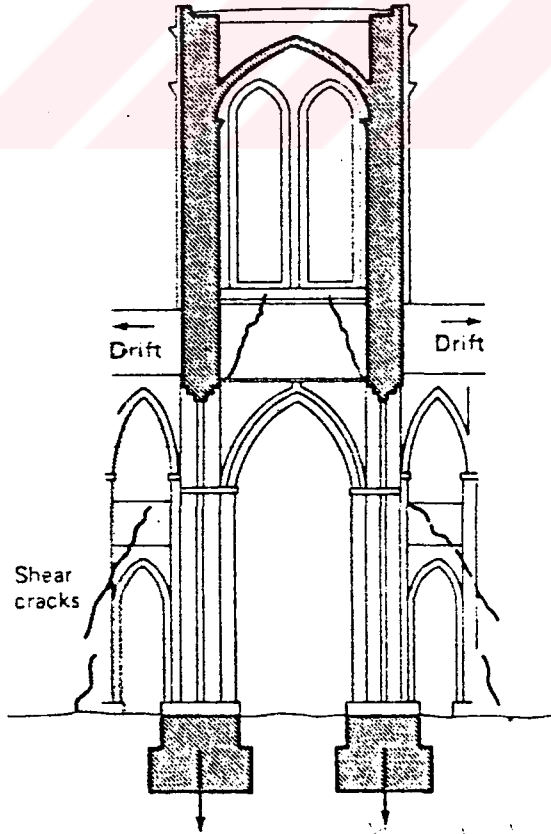
Çatılarda tenekeçilik ve kaplama işlerinin yetersiz veya yanlış uygulanması ile yapıda su girişi nedeniyle nem oluşabilir.

Farklı özellikli malzemelerin birarada kullanılması dışında, yapılacak detay yanlışlıkları, yapıyı direk dış etkenlere maruz bırakacağından dış etkenlere bağlı bozulmaların oluşması kaçınılmazdır.

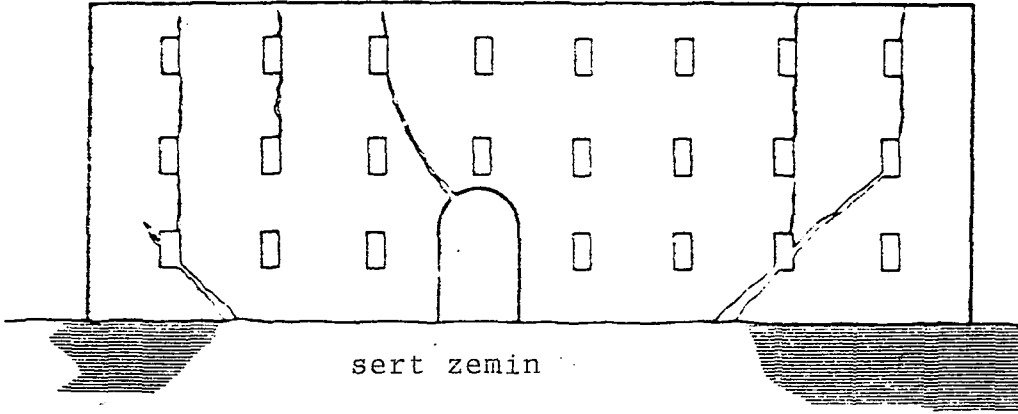
II.2.3. Strüktür Tasarım Yanlışıkları

Binanın yapılışı sırasında, farklı zeminlere oturtulması, farklı temel sistemlerinin kullanılması, yetersiz kesitlerin seçimi, temellerin farklı kotlara oturtulması, yük dağılımının iyi ayarlanmaması gibi strüktür tasarım yanlışıklarının yapılması yapıda önemli çatlakların, ayrılmaların, zaman içinde yıkılmaların oluşmasına neden olabilir. Yapının fazla yüklü olması durumunda temeldeki oturmalar nedeniyle, yapıda çatlaklar oluşur (Bkz.Çizim 17).

Farklı zeminlere oturtulan yapılarda, temellerin, zemin özelliklerine uygun yapılmaması, yapıda çatlakların oluşmasına neden olur (Bkz.Çizim 18).




Çizim 17: Yapının Fazla Yüklü Olmasından Temelin Oturması İle Oluşan Çatlaklar (Feilden' den).



Çizim 18: Farklı Zeminlere Oturma Nedeniyle Oluşan Çatlaklar

Zaman içinde, yapıya onarım ya da ihtiyaç nedeniyle yapılan ilaveler, taşıyıcı sisteme ek yükler getireceğinden, çeşitli çatlaklar ve kırılmalar oluşturur.

Aynı yapıda farklı temel sistemleri kullanıldığın da (taş temellerle ahşap ızgaraların birlikte kullanılması gibi) farklı oturmalar oluşur. Bu da üst yapıda çatlamalara, kırılmalara neden olabilir⁴².



III. STRÜKTÜR BOZULMALARININ GİDERİLMESİNDE UYGULANAN
YÖNTEMLER

III - Strüktür Bozulmalarının Giderilmesinde Uygulanan Yöntemler

Tarihsel mirasımızın değerli örneklerini teşkil eden eski eserlerimizi korurken, daha önce sözü edilen çeşitli etkilere dayanıklılığını sağlamak ve yenileme çalışmalarını bilinçli bir şekilde yapmak gerekir. Sağlamaştırma ve yenileme çalışması yapılmadan önce, bozulmalara neden olan etkiler saptanmalıdır.

Bozulmaları saptamak için uzman kişiler tarafından yapının her gelişiminin dikkatlice gözden geçirilmesi gerekmektedir. Yapının öncelikle tarihcesi araştırılmalı, fotoğrafları çekilmeli ve gerekli ölçekte rölöveleri hassas bir şekilde hazırlanmalıdır. Bu çalışmalar dan sonra strüktürel ve analitik incelemelerin yapılması gerekmektedir.

Gerekli ön çalışmalar yapıldıktan sonra yapının içine ve dışına iskele kurulmalı, kapalı ve gözle görülmeyen yerlerde sondajlar yapılarak bozulmaların gerçek nedenleri saptanmaya çalışılmalıdır.

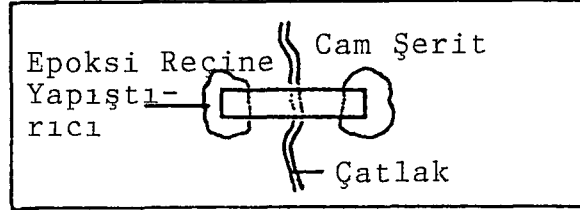
Kısaca yapı temelden çatıya kadar çevresel koşulları da göz önüne alınarak iyice incelenmelidir.

Böyle bir inceleme sonucunda varlığı saptanan çatlaklar, yapıda mevcut olabilecek strüktür sorunlarının göstergeleridir.

Onun için çatlakların meydana geldiği boyutları ve ilerleyip ilerlemediğinin denetlenmesi çok önemlidir.

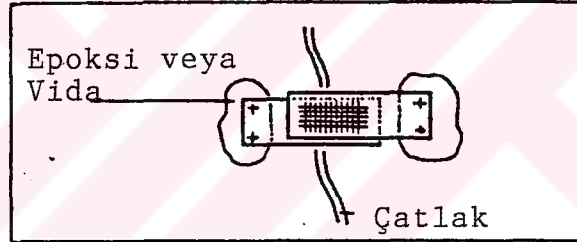
Çatlakların Kontrol / Ölçüm Yöntemleri⁴³:

- a) Cam şerit: Kullanımı çok sınırlıdır. Çatlakta bir hareket olduğu ancak camın kırılmasıyla anlaşılabilir. Bu metod hareketin yönü ve ölçüsü hakkında bir bilgi vermez (Bkz. Çizim 19).



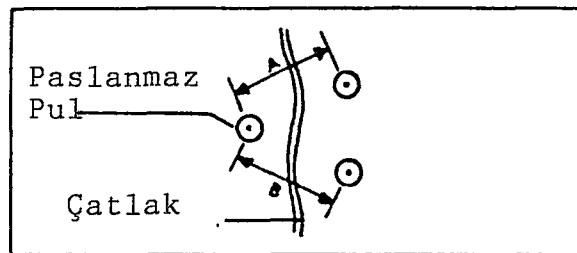
Çizim 19: Cam Şerit Yöntemi (Aydın'dan).

- b) Kayan yüzeyler arasındaki skala: İki cam arasında ölçülendirilmiş bir skaladan oluşur. Ancak çok düz duvarlarda kullanılabilir (Bkz.Çizim 20).



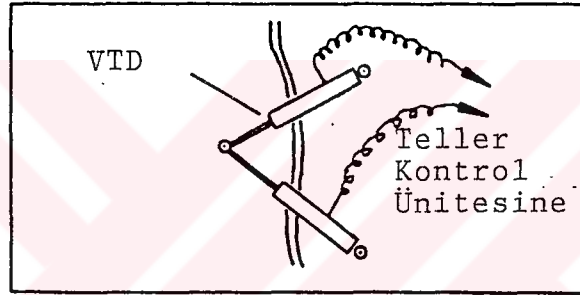
Çizim 20: Kayan Yüzeyler Arasındaki Skala Yöntemi (Aydın'dan).

- c) Açılı noktalar arası ölçüm yöntemi: Çatlağın konumuna göre üç nokta seçilerek, bu noktalara epoksi reçine ile paslanmaz pullar yapıştırılır ve belli periyodlarla kumpas yardımıyla A ve B uzunlukları ölçülür. Bu sistem camlı yöntemlere göre daha kesin sonuçlar verir (Bkz.Çizim 21).



Çizim 21: Açılı Noktalar Arası Ölçüm Yöntemi (Aydın'dan).

d) Açılı noktalar arasının LVDT ile ölçülmesi: Bu yöntemde hareketi ölçmek için kumpas yerine Transducer kullanılır. Transducerler mekanik hareket değişimini elektriksel büyüklüğe çevirirler. Duvara yerleştirilen LVDT ler çatlaktaki harekete bağlı olarak elektronik ölçme cihazına sinyal gönderirler. Elektronik ölçme cihazı bilgisayara bağlanarak çatlak hareketinin değişimi saptanır (Ekz. Çizim 22).



Çizim 22: Açılı Noktalar Arasının LVDT İle Ölçülmesi.

Yukarıdaki yöntemlerle çatlakların hareketlerinin belirlenmesinden sonra elde edilen veriler doğrultusunda, koruma ve yenileme kararları, yöntemleri saptanarak uygulama projeleri hazırlanmalıdır.

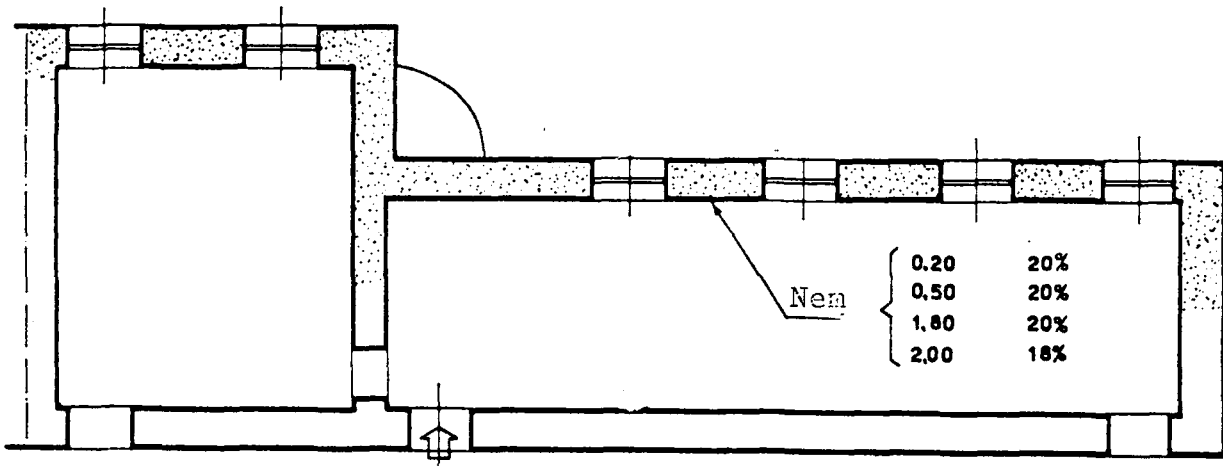
III.1 - Nemin Giderilmesi

Nem yapılar da çeşikli şekillerde oluşarak, yapı genelinde ve malzemelerinde bozulmalara, çatlamalara, dökülmelere neden olan etkenlerden biridir. Yapılarda nemin önlenmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Nemin oluşma nedenine bağlı olarak geliştirilen ve kullanılan yöntemler aşağıda açıklanmaktadır.

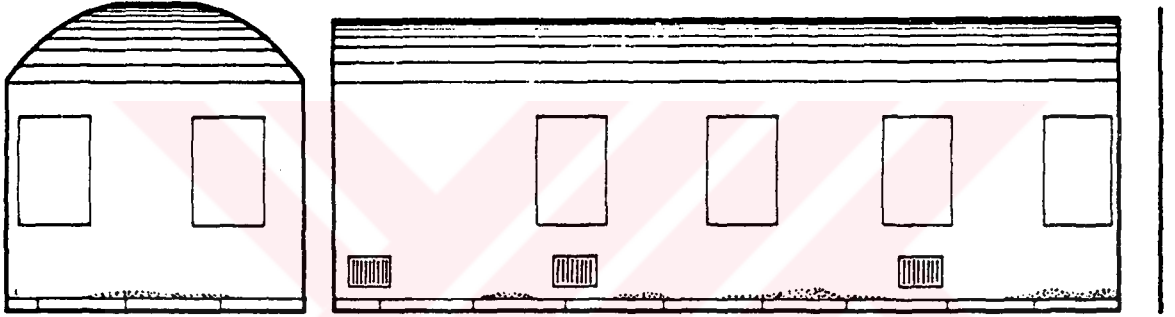
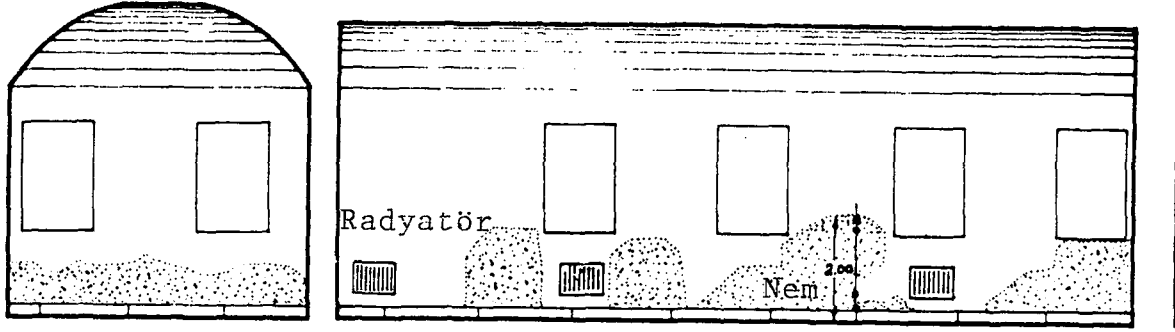
III.1.1 - Drenaj

Zeminden gelen nemin giderilmesi için en basit ve etkili yöntemdir.

Yapının konumuna bağlı olarak zemin kotundan aşağıya ve tüm çevresini saracak şekilde büzlerin yerleştirilmesiyle uygulanır. Zeminden gelen su büzler yardımıyla drenaj çukurlarına aktarılır. Bu yöntemle duvarlarda yükselen nemde bir azalma sağlanmakta, bazen de nem tümüyle kesilebilmektedir. San Luca Akademisi'nin duvarlarında da zemin suyundan dolayı 2 m. yüksekliğe kadar ulaşan rutubet oluşmuş ve yol drenajının onarılmasıyla üç yıl içinde rutubetin ortadan kaybolduğu görülmüştür (Bkz. Çizim 23)⁴⁴.



Çizim 23: San Luca Akademisi'nin Duvarlarında Oluşan Rutubetin Yol Drenajının Onarılmasıyla Giderilmesi (Massari'den).



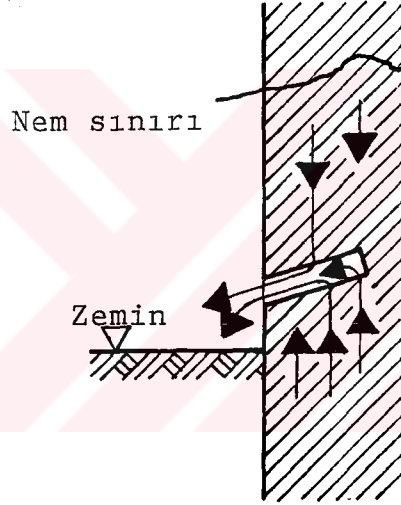
----- Eski Drenaj Hattı
 ----- Yenilenen Drenaj Hattı

Çizim 23: Yol Drenajının Onarılmasıyla Nemin Giderilmesi
 (Massari'den).

III. 1.2 - Duvar Yüzeyinde Buharlaştırmanın Arttırılması

Duvarda delikler açılarak, bu deliklere uçlarında süzgeç kapak bulunan kil ya da sentetik malzemeli boruların yerleştirilmesi işlemidir. Belli bir düzenle yerleştirilen borular duvardaki nemin buharlaşmasını hızlandırarak, bünyedeki nemin azalmasını sağlarlar. Ayrıca bu yöntemle sadece kılcalıklıkla yükselen nem atılmamakta, aynı zamanda çoktan yukarı

bölgeye geçmiş bulunan ıslaklık da akıtılabilmektedir (Bkz. Çizim 24)⁴⁵. Ancak yerel şartlara göre değişen bir süre sonunda, nem içinde çözülmüş bulunan tuzlar yüzeye taşınmaktadır. Bu tuzlar gerek boruların gerekse bunların arkasındaki harç ve duvar bölgesinin gözeneklerinde kristalize olarak boruları tıkır ve buharlaşmaya son verirler. Bundan dolayı boruların belli sürelerle değiştirilmesi gerekmektedir⁴⁶.

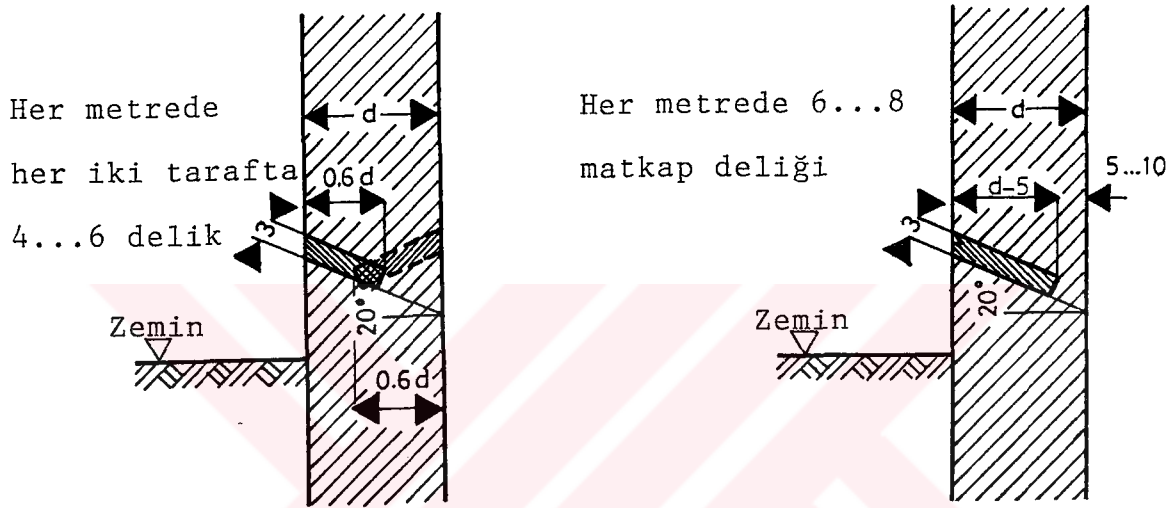


Çizim 24:

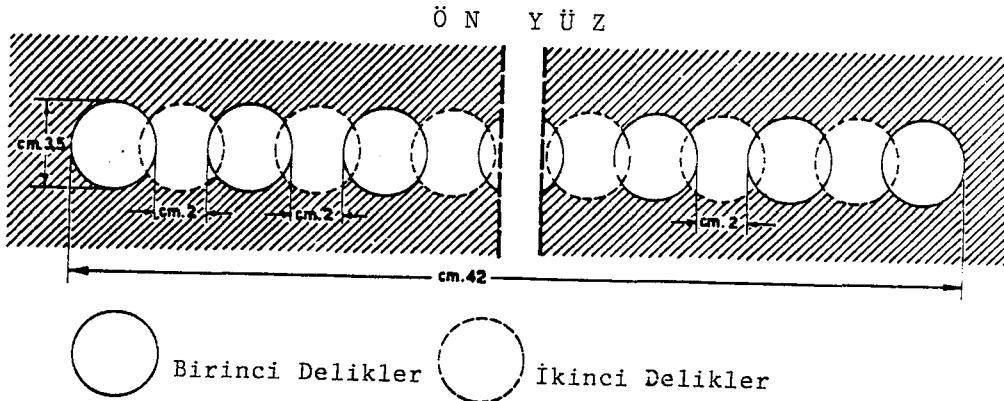
Sentetik veya metal malzemeli borular kullanıldığında daha baştan olumlu bir etki beklemek pek mümkün değildir. Çimento harcıyla döşedikleri, ya da duvar ile derin bir bağlantı kuramayacak kadar gevşek kaldıkları zaman da olumlu bir etki beklenmemelidir. Bu borucuklarla duvar kurutmanın fiziksel açıdan olanaksız olduğu, küçümsenmeyecek hasarlar olduktan sonra, çok geç anlaşılmıştır⁴⁷.

III.1.3 - Duvara Kimyasal Maddelerin Uygulanması

Duvarda delikler açarak, bu deliklere silikon bazlı solüsyonların şırınga edilmesi yöntemidir. Bu yöntemle silikonlu maddeler gözenekleri doldurarak nemin yükselmesini önlerler. Delikler içe doğru en az 20° 'lik bir eğimle, duvarın bir ya da iki yanında açılmalıdır (Bkz. Çizim 25)⁴⁸.



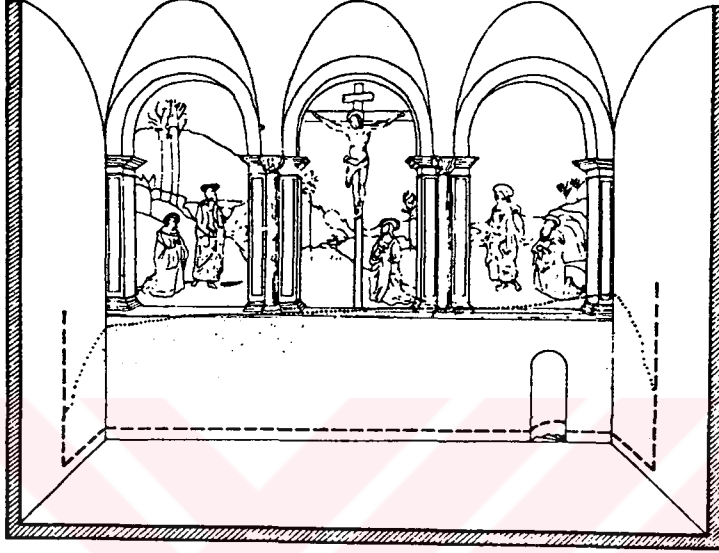
Çizim 25: Kimyasal Maddelerin Duvara Uygulanması (Lufsky'den). Massari metodu da duvara kimyasal maddelerin uygulanmasında önemli bir yöntemdir. Bu yöntemde duvarlara 50 mm.'lik matkapla mekanik olarak 15 delik açılarak, 420 mm.'lik bir tuval oluşturulup, içlerine su geçirmez reçineler yerleştirilir (Bkz. Çizim 26)⁴⁹. Tüm binayı kaplayana kadar bu yöntem defalarca tekrarlanmalıdır.



○ Birinci Delikler ○ İkinci Delikler

Çizim 26: Massari Metodu (Massari'den)

Floransa'daki Santa Maria Maddalena Kilisesi'nde bulunan freskolar Massari metodu uygulanarak nemden arındırılmıştır (Bkz.Çizim 27)⁵⁰.



..... Nemlilik Seviyesi
 ----- Tuğla Duvarın Kesilme Hattı

Çizim 27: Massari Metodunun Duvara Uygulanması.

III.1.4 - Duvarlara Nem Önleyicilerin Yerleştirilmesi

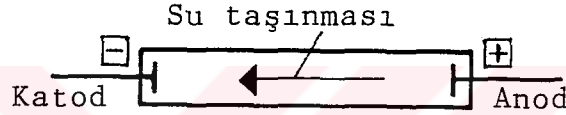
Bu yöntem, duvarın mekanik testerele kalınlığınca kısa bölümler halinde kesilerek, içine kurşun, bakır gibi metaller veya bitüm türü nemi önleyici yalıtım malzemelerinin yerleştirilmesiyle uygulanır⁵¹.

Yaklaşık 70 cm. duvar boyunu bulan etaplarla yalıtım malzemesi yerleştirildikten sonra, yarık, yapıda kalacak olan kısa çelik parçalarla oturmaya karşı takozlanmalı ve harç ile doldurulmalıdır⁵². Kimi durumlarda, uygulama sırasında, duvardaki oturma ve çatlama önlemek amacıyla duvarın veya yapının askıya alınması gerekebilir⁵³.

Bu yöntemin avantajı, zor ve pahalı olmasına karşın, mutlaka başarıyla sonuçlanmasıdır. Ülkemizde de Bodrum Tepecik Camisi'nde uygulanmış ve başarıyla sonuçlanmıştır⁵⁴.

III.1.5 - Elektro - Ozmoz Yöntemi

Su dolu bir kapiler kanal, uçlarına düzakım gerilimi uygulanarak bir elektriksel alan içine alınacak olursa, potansiyel gücün eğimi yönünde, yani anottan (+ kutup) katoda (- kutup) doğru bir su nakli oluşur (Bkz.Çizim 28). Bu kurama elektro - ozmoz adı verilmektedir⁵⁵.



Çizim 28: Artı Kutuptan, Eksi Kutuba Suyun Akışı (Elektro-Ozmoz Kuramı) (Lufsky'den).

Nemin giderilmesinde kullanılan elektro - ozmoz yöntemi de bu kurama dayanarak geliştirilmiştir. Elektro - Ozmoz yönteminde duvarın toprağa göre artı gerilimde olduğu kabul edilir. Gerilimin duvar içindeki nemin yükselmesine neden olduğu ve kısa devre ile giderilmesi sonucu nemin yükselmesinin duracağı varsayımına dayanmaktadır. Duvarın içindeki sık gözeneklerde kılcallıkla yükselen su bir elektriksel alanın doğmasına neden olmaktadır. İçindeki nemi kılcallıkla yükselmekte olan bir yapı elamanının altına ve üstüne yerleştirilen iki elektrot arasında, ölçülebilen ve 100 mV'un birkaç mislini bulan bir gerilim ortaya çıkmaktadır. Duvarın artı kutbu alt kısımda olduğundan bir toprak hattı ile kısa devre yapılacak olursa, potansiyel eğilimi yönünde, yani yukarıdan aşağıya elektro - ozmotik bir su nakli başlayacaktır. Aynı zamanda nemin kılcallıkla çıkma-ya devam etmesi de önlenmiş olacaktır⁵⁶.

Bu yöntemin uygulamasıda oldukça basittir. Zeminden 10-15 cm. yukarıda duvara sondalar yerleştirilir. Bu sondaları, yatay derzlerden birine yerleştirilen bir toplama kablosu birleştirmektedir (Bkz.F.7). Bu kablodan çıkan elektrotlar toprağa sokulur ve kısa devre yapılarak elektro - ozmotik su nakli sağlanır⁵⁷.

Elektro - ozmoz yönteminin iyi sonuç verebilmesi için duvarda oluşan nemin kılcallıkla yükseliyor olması gerekmektedir. Çünkü bir elektriksel alan ancak bu şekilde oluşmaktadır⁵⁸.



Fotoğraf 7: Elektro-Ozmoz Uygulaması İçin Sondaların Duvara Yerleştirilmesi (Lufsky'den).

III.2 - Enjeksiyon

Çimento karışımlı bir sıvının, kırıkların ve çatlakların içine basınçlı pompalarla aktarılması işlemine enjeksiyon denir⁵⁹.

III.2.1 - Enjeksiyonun Amacı

Kagir yapılarda taşıma kapasitesini arttırmak, çatlak ve boşlukları kapatmak, gevşek duvar ve harcı güçlendirmek, eksik harcı yerine doldurmak, belli noktalarda kagire yeni ve büyük güçler katmak, taşıyıcı yapıdaki sütun ve duvarların iç dolgusunu yapmak, donatı çubuğunu ve öngermeli donatı çubuğunu kagire bağlamak, aşınma ve çürümelere karşı korumak için enjeksiyon yönteminden yararlanılır⁶⁰.

III.2.2. Enjeksiyon Malzemeleri

Piyasada bulunan bütün çimento çeşitleri enjeksiyon malzemesi olarak kullanılabilir. Kil ve şişen çimento bu işe uygun değildir. Kagir yapılarda enjeksiyon için şişmeyi engelleyen, yüksek sülfat dayanımlı (HS-Cement) çimentolar kullanılabilir. Bu çimentoların dezavantajları koyu renkleridir. Kagirden çıktıkları anda yüzeyde kolaylıkla leke bıkakabilirler, bu nedenle çok dikkatli uygulanmaları gerekmektedir⁶¹.

Enjeksiyon malzemesi olarak suni reçineler de kullanılabilir. Yalnız suni reçineler doğal ve yapay malzemelerle aderans yetersizliği ve dayanıksızlıkları nedeniyle önerilmemektedirler⁶².

Hidrolik kireç de enjeksiyon malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak kireç kagirde gereği kadar yüksek mukavemete ulaşamamakta ve suya karşı şişme eğilimi göstermektedir⁶³.

III.2.3 – Enjeksiyonda Dikkat Edilecek Konular

Enjeksiyon yöntemi birçok yerde amacına ulaşmıştır. Amacına ulaşamadığı uygulamalarda planlama, uygulama veya denetim eksikliği önemli roller oynamaktadır⁶⁴.

Enjeksiyonun başarısı enjekte edilen malzemenin karışım oranına bağlıdır. Karışımlar her proje ve uygulama için özel araştırmalar sonucu, titizlikle belirlenmelidir. Enjeksiyondan önce sondaj delikleri tozlardan arındırılmalı ve yüzey nemlendirilmelidir. Ayrıca enjeksiyon işlemi sona erdikten sonra da basınç -bir miktar daha- sürdürülmeli ve malzemenin eski harca nüfuz etmesi, oluşan boşlukları iyice doldurması sağlanmalıdır⁶⁵.

III.2.4 – Enjeksiyonla İlgili Özel Sorunlar

Enjeksiyon sırasında yapıya giren nem, yapıda bulunan tortulaşmış tuzlarla temas ederek, kuruyup kristalleşir. Bu da ufalanmaya, sıva ve boya katlarında bozulmalara ve taşlarda erozyona neden olabilir. Enjeksiyon sonrası yapıda nem oluşmasını engellemek için, enjeksiyon sırasında su oranını dikkatli ayarlamak gereklidir⁶⁶.

III.3 – Dikiş

Gerilme ve basınç altında dayanamıyan kagir yapılarda çelik ve demir gibi malzemelerle, strüktürü sağlamlaştırmak için ek donatı yapma işlemine dikiş denir⁶⁷.

Dikiş kagir yapılarda ek donatı olarak uygulanır ve çelikle kagir malzeme arasındaki bağlantıyı sağlamak yönünden her zaman enjeksiyonla bağlantılıdır⁶⁸.

III.3.1 – Donatı Çubukları

Her yapının özel durumuna göre değişmekle birlikte, kural olarak 8-20 mm. çaplı (genellikle 12-16 mm.) nervürlü donatı çeliği kullanılır. Ayrıca spiral çıkıntılı çelik de (Gewi-Steel) kullanılabilir. Paslanma tehlikesi görüldüğünde pas karşı dayanıklı çelik türleri kullanılmalıdır. Düz yüzeyli çeliklerin kagirin gereçleriyle aderansı zayıf olduğundan kullanılmaları sakıncalıdır⁶⁹.

III.3.2 – Uygulamada Dikkat Edilecek Konular

Donatı çubuğu sondaj deliğinde çimentoyla 20 mm. örtülerek, paslanmaya karşı korunmalıdır. Enjekte edilecek malzemenin donatıyı homojen olarak örtmesi için gerekli özen gösterilmelidir⁷⁰.

III.4 - Öngerme

Kagir yapılarda ayrılmış duvarları ve sütunları birleştirip basınç ve itki mukavemeti ile gerilme mukavemeti kazandırmak ve değişken zemin şartlarında düzenli oturmalar sağlamak için, taşıyıcı ögenin ekseninden geçirilen bir çelik halatın iki baştan sıkıştırılması işlemine öngerme denilir. Bu işlem sözkonusu ögenin yük taşıma kapasitesini ve rijitliğini arttırır⁷¹.

III.4.1 - Öngerme Malzemeleri

Öngerme uygulamalarında en çok kullanılan gerilme bağı, iki taraftan şeritli, 15-36 mm. çaplı, çelik kalitesi 850/1050-1100/1350 olan halatlardır⁷².

III.4.2 - Öngermede dikkat Edilecek Konular

Öngerme, enjeksiyonla birlikte kullanılmalıdır. Enjeksiyonsuz uygulanan öngerme de çelik halatları uç bağlantıları belirli aralıklarla denetlenmelidir. Paslanmaya karşı, dikiş çubuklarında alınması gerekli önlemler, öngermeli çelik halatlar için de geçerlidir. Kagirin dışında kalan çelik halatların uç noktaları, paslanmayı engelleyecek harçlarla kapatılmalıdır⁷³.

III.5 - Hafif Beton

Organik köpükle, beton karıştırılarak elde edilen hafif beton (Penobeton) kagir yapıların kemerlerinde ve taşıyıcı duvarlardaki yerdeğiştirmelerde, malzeme çürümesinden doğan hasarların onarılmasında ve kemerlerin güçlendirilmesinde kullanılmaktadır⁷⁴.

Hafif betonun mekanik özellikleri betona karıştırılan köpük miktarına bağılıdır. Hafif betonun önerilen ortalama özgül ağırlığı 1600 kg/m^3 civarında olup, 20 kg/cm^2 'lik basınç dayanımı vardır. Bu malzemenin avantajları çalışabilirlik, yeterli mukavemete oldukça düşük bir özgül ağırlık ve esnekliğinin fazla olmasıdır⁷⁵.

Hafif betonla ilgili bir uygulama, çalışmamızın katalog bölümünde ayrıntılı bir şekilde tanıtılmaktadır (Bkz.S.106).

III.6 - Yapı Malzemelerinin Temizlenmesi ve Bünyesel Sağlamlştırılması

III.6.1 - Yapı Malzemelerinin Temizlenmesi

Temizleme işlemi yapılardaki hasarları -gözle görülebilir- şekilde acığa çıkarmak yanında, duvarlarına zarar veren birçok oluşumun ortadan kaldırılmasını da sağlar. Yüzeydeki kir katmanları ile kristalize olmuş çözünebilir tuzlar, kabuklanmalar, kirli havadan gelen asitler, mikro organizmalar, kuş ve diğer hayvan dışkıları çürümeye yol açarlar. Taşların gözenekleri kimi durumlarda, kalsiyum sülfatla kapanabilir. Temizleme işlemi yapıya zarar veren tüm bu etkenlerin ortadan kaldırılması açısından da yararlıdır⁷⁶.

Tüm temizlik işlerinde taşın orijinal yüzeyiyle beraber, yaşlanmadan dolayı yüzeyde oluşan patinaya dikkat edilmelidir.

III.6.1.1 - Temizleme Yöntemleri

Temizleme yöntemlerini üç sınıfa ayırabiliriz⁷⁷.

- a) Sprey ya da buhar şeklinde su, yüksek basınçlı su veya vakum ve suyla ilk yumuşatmadan sonra yumuşak fırça kullanımı.
- b) Püskürtme veya mekanik yollarla, sulu veya susuz aşındırıcı kullanımı.
- c) Hidroflorik asit veya diğer asitler ve çözücüler içeren kimyasal malzemelerin kullanımı.

İngiliz restoratör B.M.Feilden iyi bir temizleme için yalnızca su ve yumuşak fırça kullanımını önermekte, yerleşik lekelelerin çıkarılmasıyla ilgili özel zorluklar olmadıkça mekanik

aşındırıcılar ve kimyasal temizleyicilerden kaçınılmasını öğütlemektedir⁷⁸.

. Su Püskürtme İle Temizleme

Bu yöntemde duvar yüzeyine biriken kirler, komprasör yardımı ile basınçlı su püskürtülerek temizlenir.

Kışın don tehlikesi olduğunda bu yöntem uygulanmamalıdır. Yıkama kirlerin temizlenmesine ve yumuşamasına neden olur. Yumuşama süresi -kirin ağırlığına göre- farklılıklar gösterebilir. Kir yumuşadığında sert kıllı fırçalar ile çıkarılmalıdır. Tarihi yapılarda telli fırçalar taş yüzeyinde aşındırmalara neden olacağı için kullanılmamalıdır⁷⁹.

Çıkmayan ağır kirler, taşların yüzeyine zarar vermemek için, dikkatlice kazınarak çıkartılmalıdır. Eğer değerli bir oyma veya süs varsa arıtılmış su, asidik olmayan deterjanla püskürtülerek uygulanabilir. Süslemelerin ve işlenmiş taşların zarar görmemesi için su basıncı iki ya da üç atmosferin üzerine çık-mamalıdır⁸⁰.

. Buhar İle Temizleme

Kaynar suya aşındırıcı soda katılarak elde edilen buharla temizleme yöntemidir. Soda katılarak uygulandığı için, yüzeyde sodanın toplanarak bozulmalara neden olduğu saptanmıştır. Bu yöntem hem pahalı, hem de buharın yayılmasından dolayı kontrolü zordur. Pahalı ve uygulanması zor bir yöntem olmasına rağmen kir çıkartmada oldukça etkilidir ve yüzeydeki patinaya zarar vermemektedir. Buharın kontrolü zor olduğu için genellikle iç mekanlarda kullanılması önerilmektedir⁸¹.

. Kuru Kum Püskürtme

Basıncılı hava ile silisyumların veya sert kumların yüzeye püskürtülmesi ve aşındırma yoluyla duvarın temizlenmesi yöntemidir. Bu yöntem gerçekte yapının yüzeyini öldürür, patinayı çıkartır ve geri dönülmesi zor zararlar verir. Taş yüzeylerinde çukurlaşmalara, lekeler, çatlaklara ve köşelerde kırılmalara neden olabilir. Kuru kum püskürtme, yüzey çok kirli olmadıkça asla kullanılmamalıdır⁸².

. Sulu Kum Püskürtme

Kum püskürtmenin su ile beraber uygulandığı bir yöntemdir. Kuru kum püskürtmeye göre daha yumuşak olmasına rağmen, suyun taşı ıslatması sonucu yüzeyde lekelerin oluşmasına neden olabilir. Kuru kum püskürtmenin neden olduğu zararlar bu yöntemde de oluşabilmektedir. Onun için çok zorunlu kalmadıkça kullanılmamalıdır⁸³.

. Zımpara ve Tarakla Temizleme

Bir motorla döndürülen disklerin yüzeye değdirilmesi ile uygulanan bu yöntemde son derece zararlıdır. Batıda terk edilmiş, fakat ülkemizde halen bilinçsizce uygulanmaktadır. Yüzeyde aşındırmalara, dalgalı izlerin oluşmasına, çatlamalara ve kırılmalara neden olabilir.

. Lazer İle Temizleme

Temizleme lazer kullanımı kısıtlı olarak ancak laboratuvar koşullarında uygulanabilmektedir. Çok pahalı fakat umut verici bir yöntemdir⁸⁴.

. Kimyasal Malzemelerle Temizleme⁸⁵.

Kimyasal temizlemede kullanılan asit türleri hidroflorik asit fosforik asit ve organik asitlerdir.

Kimyasal malzemeler kompresör ile yüzeye püskürtülerek temizleme işlemi yapılmaktadır.

Tuğla ve kumtaşı üzerinde hidroflorik asit (% 5'lik çözeltide) kullanılabilir. Yalnız kullanılmadan önce ön yıkama yapılmalıdır.

Asitler tuz oluşumuna neden olduklarından kireçtaşı üzerinde uygulanmaları sakıncalıdır.

Pas önleyicilerle asitler karıştırıldığı takdirde, yüksek oranda demir içeren kumtaşları üzerinde kahverengi lekeler bırakırlar. Mermerlerin de renginin değişmesine neden olurlar.

Temizleme işleminde daima en basit yollar seçilmeli ve zorunlu kalınmadıkça kimyasal yöntemler kullanılmamalıdır.

. Yerleşik Lekelerin Çıkartılması⁸⁶.

Leke	Temizleme Metodu
Bakır (yeşil)	: Bakır lekeleri 9 birim etilen diamin tetraasetic asidin sodyum tuzuyla (37.2 gr/lt) 1 birim pH 10'luk buffer çözeltisinin (70 gr. NH ₄ Cl) 570 ml.'lik yoğun amonyak çözülmesiyle elde edilen sıvının defalarca uygulanmasıyla çıkarılır. Bu karışıma yeterle miktarda toz halinde emici de eklenmelidir. Bakırlı bileşiklerin lekeleri, 1/4 oranında amonyumklorid

ve pudra karışımının birleştirilerek amonyakla karıştırılması ile macun haline getirilen maddeyle temizlenmelidir.

Kireç : Kil tuğlalarda harç için önerilen işlem uygulanmalıdır. Kalsiyum silikatlı tuğlalardaki kireç lekesi de harç için önerilen işlemle temizlenmelidir. Yeni tuğlalarda görülen ince beyaz kireç lekeleri havalandırmayla giderilebilir, ayrıca bir işleme gerek yoktur. Eğer lekeler çok belirgin ise fırçalanmalıdır.

Manganez : Bir birim asetik asit, bir birim hidrojen peroksit ve altı birimlik su çözeltisiyle fırçalanmalıdır. Bu yöntem kalsiyum silikatlı tuğlalarda uygulanmamalıdır.

Harç : Killi tuğlalarda büyük lekelerin raspayla çıkartılması gerekir. Daha sonra seyreltik hidroklorik asit çözeltisiyle yıkınmalıdır. Kalsiyum silikatlı tuğlalar aynı renkte bir tuğla kullanılarak yüzeyleri hafifce sıyrılarak temizlenmelidir. Daha sonra hacimce 1/20 oranında olan seyreltik hidroklorik asit çözeltisiyle yıkanmalıdır. Asitle yıkarken yüzeye zarar gelmemesi için dikkatli çalışılmalıdır.

Yağ : Beyaz ispirto ile karbontetroklorid veya trikloretilen karışımıyla, süngerle silinmelidir. İç hacimdeki çalışmalarda havalandırma

şarttır. Kalsiyum silikatlı tuğlalar suda yağ emülsiyonu yapan detarjanla ovalanmalıdır. Daha sonra kuruması için bekletilmeli ve yukardaki işlem uygulanmalıdır.

Boya ve Spreyler : Bol miktarda boya çıkartıcı veya (ağırlıkça 5/1 oranında su içeren) trisodyumfosfat çözeltisi kullanılmalıdır. Boya yumuşadıktan sonra raspayla çıkarılmalıdır. Daha sonra duvar sabunlu suyla yıkanmalı ve temiz suyla durulanmalıdır.

Pas veya Demir : Oksalikasit (ağırlıkça 1/10 oranında su içeren) çözeltisi veya 7/1/6 oranında gliserin, sodyum-sitrat ve sıcak su karışımı hazırlanıp dolgu eklenip macun haline getirilir. Lekeye sürülüp birkaç gün bekletilmelidir.

Duman ve İis : Güvenli bir detarjanla ovalanmalıdır. Bu deterjanlar asitsiz ve alkalisiz olmalıdır. Zor lekeler trikloretilenli bir karışımla çıkarılabilir.

Zift : Duvara zarar gelebilecek durumlar dışında, raspayla çıkarılmaya çalışılmalıdır. Sonra su ve detarjanla ovalanır gerekirse parafinli süngerle silinmelidir.

Odun : Bu lekeler sıcak suda 1/40 oranında oksalik asit çözeltisiyle çıkarılabilir.

Vanadyum : Etilen diamin tetra asetik asit çözeltisi (1/10 oranında su) ile yıkanmalıdır.

su : Su lekesi yüksek basınçlı sis püskürtme sistemi ile çıkarılabilir. Eğer başarısız olunursa harç lekelerinin çıkartılması için önerilen işlemler uygulanmalıdır.

III.6.2 - Yapı Malzemelerinin Bünyesel Sağlamlaştırılması

Sağlamlaştırma işlemi, taşın içine derinlemesine sızan bozulmuş bölümlerle bozulmamış bölümler arasında bağlantıyı kuran, mekanik özelliklerini arttıran ve sağlam bir alt yapıya oturtan malzemelerin uygulanmasıdır.

III.6.2.1 - Sağlamlaştırma Malzemeleri

Sağlamlaştırma malzemelerinin taşın içine derinlemesine sızması ve içeride katılaşması gerekir. Uygulamada yapışkanlık ilk gerekliliktir. Yanıcılık, buharlaşma, suyla karışabilme ve esneklik de bu malzemelerin seçiminde göz önüne alınması gereken özelliklerdir⁸⁷.

Rossi - Doria'nın önerdiği sağlamlaştırma malzemeleri şunlardır⁸⁸.

- 1) Ethyl silikatlar
- 2) Alkyl - tri - alkoksy - silane
- 3) Yukarıdakilerin karışımı
- 4) Alkyl - aryl - polysiloxane (tamamı ya da bir kısmı polimerize edilmiş)
- 5) Acrylic reçine
- 6) Barium hydrate

Kullanımı önerilmeyenler ise şunlardır.

- 1) Yan ürün olarak çözünebilir tuzların oluşmasına neden olan sodyum ve potasyum silikatları.
- 2) Sodyum ve potasyum aluminatları.
- 3) Çinko ve magnezyum sülfatların varlığına bağımlı olarak çözünebilir toz oluşumuna ve düşük içeri sızmaya neden olan çinko ve magnezyum fluorsilikatları.

Sağlamlaştırma malzemeleri seçilirken, uygulanacağı çevre de düşünülerek, taşın direncini en az sorunla en iyi, düzeye getirecek olanlar tercih edilmelidir.

İnorganik sağlamaştırıcılar organik olanlardan daha dayanıklıdır. Ancak daha hassas ve elastikiyetleri daha azdır. Taşı oluşturan parçalarla reaksiyona girdiklerinde derinlere kadar sızamazlar. Organik sağlamaştırıcılar ise daha elastik ve mekanik baskıya karşı taşın direncini arttırmada daha etkilidirler⁸⁹.

III.6.2.2- Sağlamaştırma İçin Gerekli Ön Hazırlıklar

Sağlamaştırma işlemine geçmeden önce duvar iyice temizlenmeli tuzlardan arıtılmalıdır.

Sağlamaştırıcı malzemeler sadece milimetrenin onda biri genişliğindeki küçük çatlakları dolduracağından, daha büyük çatlak ve delikler uygun bir bağlayıcı ile doldurulmalıdır. Basit kireç harçları bağlayıcı olarak kullanılabilir. Portland çimentosu kesinlikle kullanılmamalıdır. Doldurucu malzeme olarak yapıştırıcıyla birlikte, silikon veya onarılacak taşın tozu

veya cam tozunun (gerekirse boya maddeleride eklenebilir) karıştırılmasıyla elde edilen harç kullanılabilir. Ayrıca epoksi reçinesi de mekanik özelliklerinden ve yapıştırıcı gücünden dolayı bağlayıcı olarak doldurma işlemi için tercih edilebilir⁹⁰.

III.6.2.3 - Sağlamlaştırma Yöntemleri

Sağlamlaştırıcılar fırçayla, kılcallık ile damlatarak besleme ve vakum pompası ile havayı alarak boşluk doyurma yoluyla uygulanırlar⁹¹.

III.6.2.3.1 - Fırça İle Püskürtme

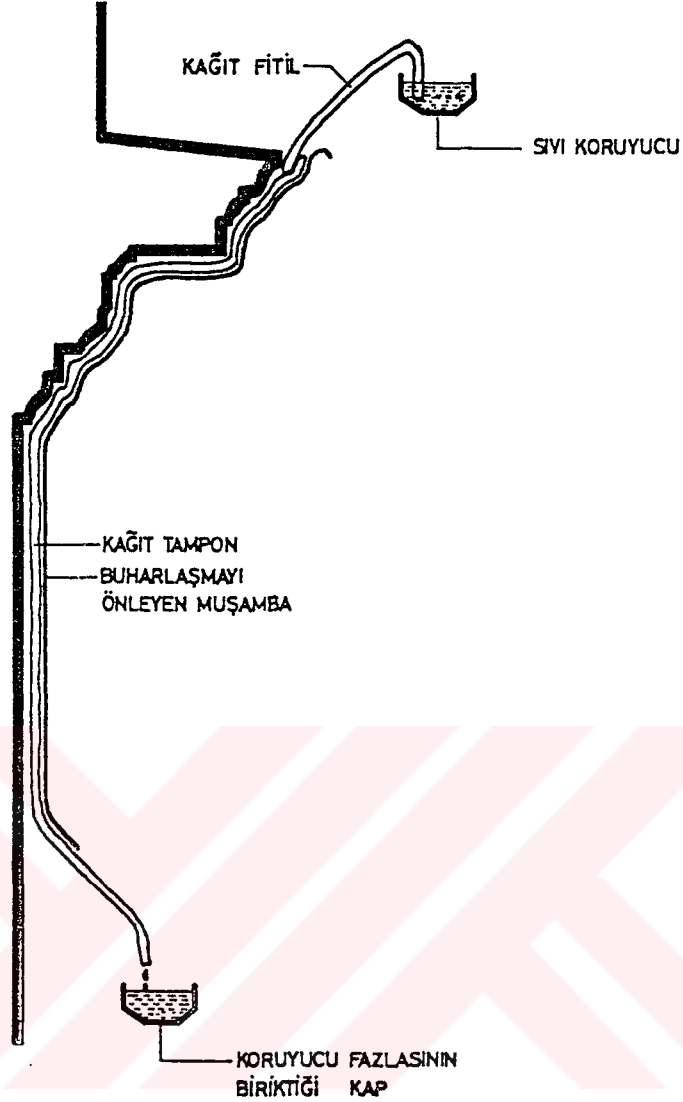
Bu yöntemde sağlamlaştırıcılar mekanik olarak borulara bağlı fırçaların yardımıyla taşın yüzeyine yedirilirler.

Fırçalama yüzey ıslak tutulmalı ve iyice temizlenmiş olmalıdır. Püskürtme ve fırçalama sırasında, bazı sağlamlaştırıcılar sağlığa zararlı olduğu için, mask ve eldivenler kullanılmalıdır⁹².

III.6.2.3.2 - Damlatarak Besleme

Bu yöntemde bir kaba koyulan sağlamlaştırıcının fitiller yardımıyla, yüzeydeki gözenekler tarafından kılcallıkla emilmesi sağlanır (Bkz. Çizim 29)⁹³.

Buharlaşmayı önlemek için yüzey plastik bir örtü ile kaplanmalıdır.



Çizim 29: Sağlamlaştırıcının Kağıt Tamponla Yüze Uygulanması.

III.6.2.3.3 - Boşluk Doyurma

Boşluk doyurma yönteminde yüzey yumuşak tüylü bir örtü ile kaplanır. Daha sonra üzerine sağlamlaştırıcının eşit dağılımını sağlamak için naylon bir ağ yerleştirilir. Ağın üzerine hava geçirmez bir polietilen örtü sarılarak, alttaki tüp yardımıyla bir vakum pompası ile hava derece derece çekilerek sağlamlaştırıcının kılcallıkla olduğu kadar emmeyle de gözeneklere girmesi sağlanır⁹⁴.

III.7 - Taşların Yenilenmesi ve Eksik Taşların Tamamlanması

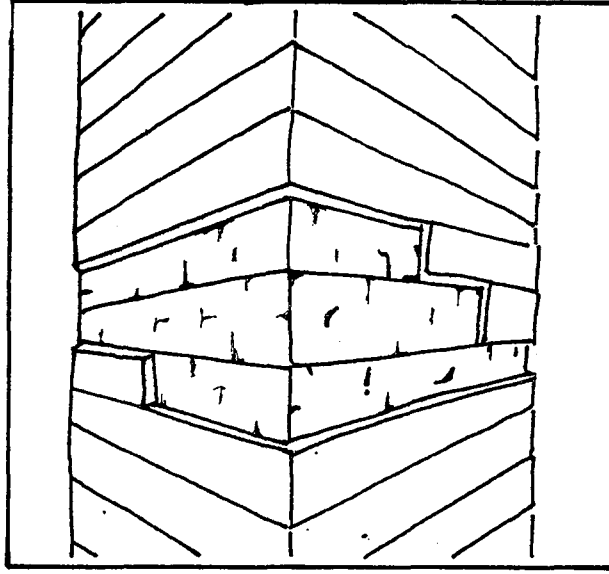
Doğal bir malzeme olan taşın dayanımı, ahşap ve kerpiçe göre oldukça yüksektir. Ancak zamanla rutubet ve bozulmalara neden olan olaylar, taşta da tahribata yol açmaktadır. Önlem alınmaması durumunda taş kaybı artabilir ve büyük taş parçalar bile yok olabilir.

Taşların yenilenmesi ve tamamlanması doğal taşlar veya suni (imitasyon) taşlar kullanılarak iki biçimde yapılabilir. Ancak bu uygulamalarda onarım ilke ve belirtme teknikleri dikkate alınmalı ve seçilen bir tekniğe göre onarım ilkeleri belirlenmeli; ona göre uygulama yapılmalıdır.

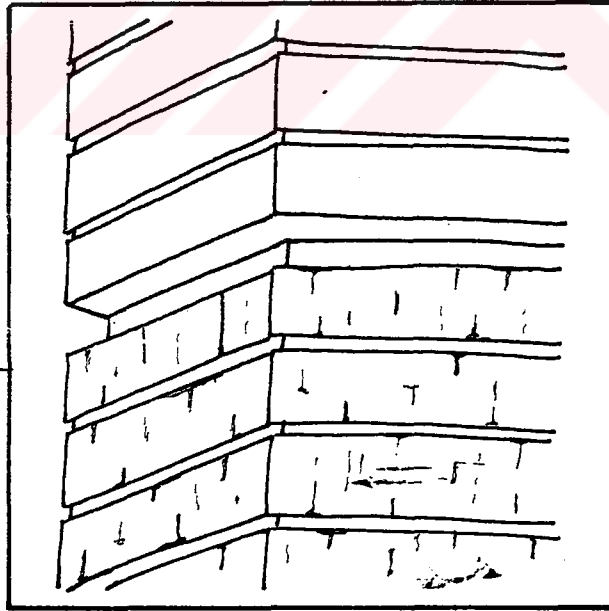
Belirtme tekniklerinin kısaca şu şekilde sıralayabiliriz⁹⁵.

1) Onarımlarda tamamlamalar için doğal malzemelerin kullanılması durumunda:

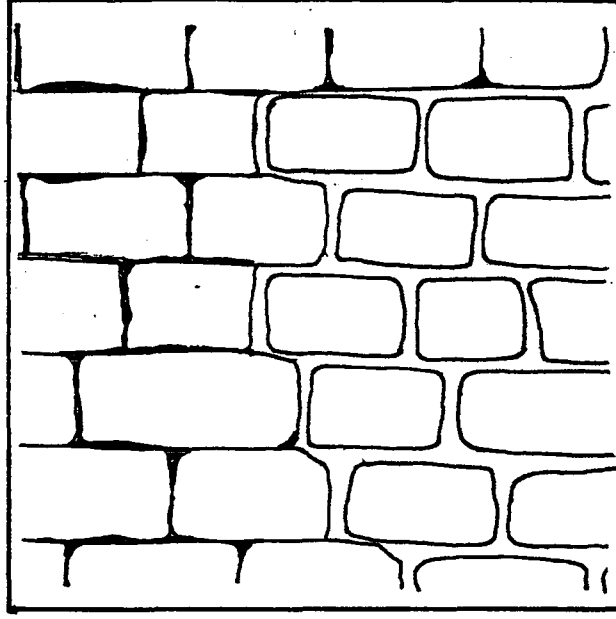
- a) Farklı derinliklerde yüzeyler uygulanması (Bkz.Çizim 30).
- b) Orijinal yüzey ile tamamlama yapılan yüzey arasında bir sınır geçirilmesi (Bkz. Çizim 31)
- c) Onarılan kısımlardaki elemanların ara malzemesine değişik derzleme teknikleri uygulanması (Bkz. Çizim 32)
- d) Renk tonu değişik, orijinal ile aynı özelliklerde malzemelerin uygulanması.
- e) Orijinal malzemedен farklı boyutta malzeme kullanılması (Bkz.Çizim 33)
- f) Orijinalle aynı nitelikte malzemenin ayrı bir örgü tekniği ile uygulanması (Bkz.Çizim 34).
- g) Farklı nitelikteki doğal malzemelerle tamamlama (Bkz. Çizim 35).



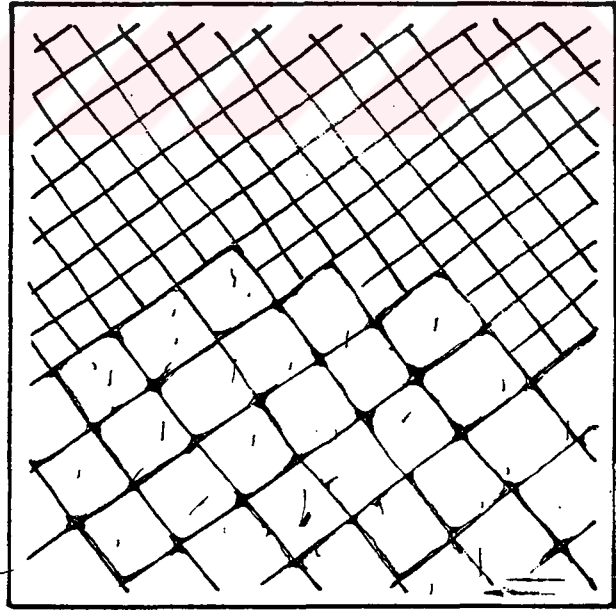
Çizim 30: Farklı Derinliklerde Yüzeyler Uygulanması.



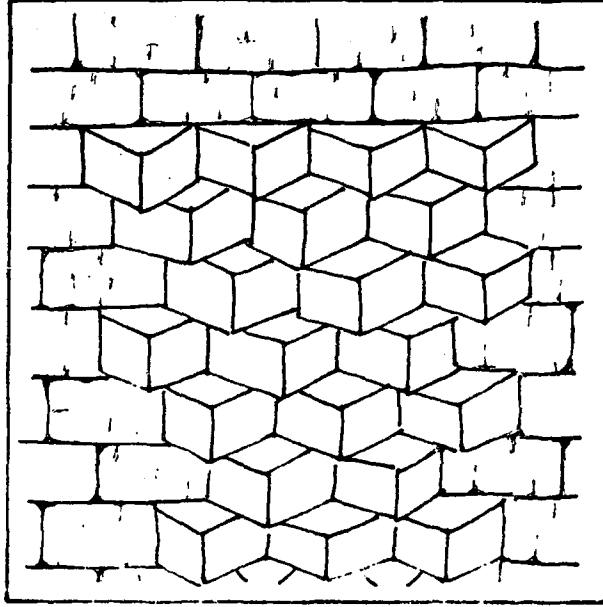
Çizim 31: Orijinal Yüzey İle Tamamlama Yüzey Arasında Derz Yapmak.



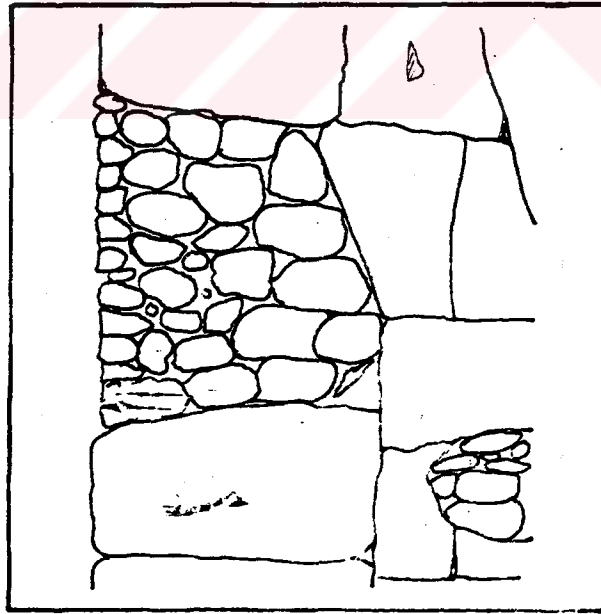
Çizim 32: Orjinal Yüzey İle Tamamlanan Yüzeyde Değişik Derz Uygulaması.



çizim 33: Farklı Boyutlarda Malzeme Kullanılması.

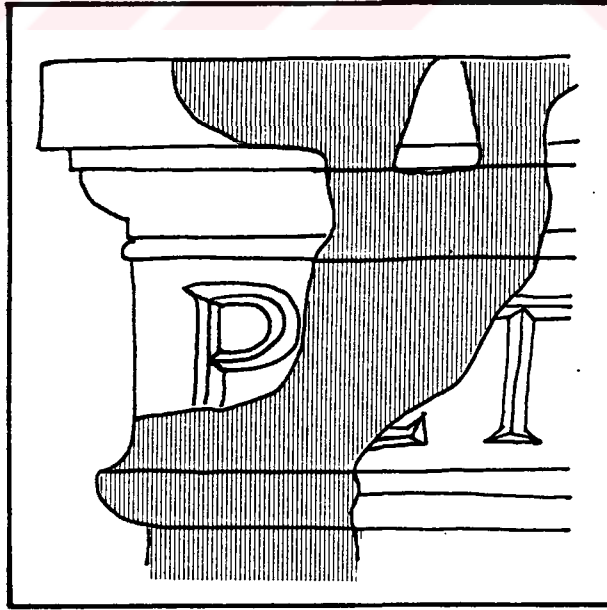


Çizim 34: Malzemeyi Değişik Örgü Tekniğinde Uygulamak.

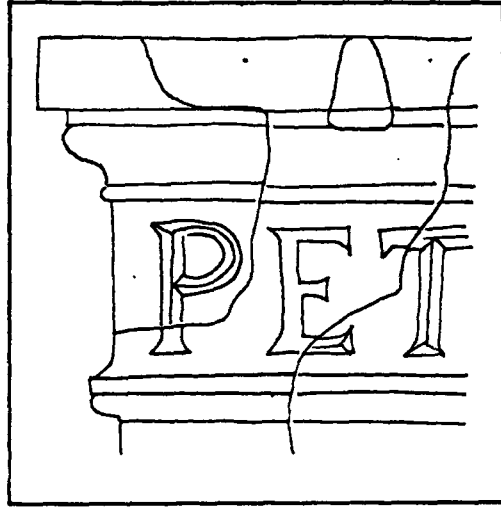


Çizim 35: Farklı Nitelikte Doğal malzemelerle Tamamlama.

- 2) Onarımda tamamlamalar için suni (imitasyon) malzemelerin kullanılması durumunda :
- Bulunan parçaların, ara birleştirici malzeme ile biraraya getirilerek, ara malzeme üzerine herhangi bir yorum getirmeden uygulama (Bkz.Çizim 36).
 - Ara malzeme üzerine detaylar işlenerek birleştirme kısımlarının izler çizilerek belirtilmesi (Bkz.Çizim 37).
 - Onarım malzemesinin kendi niteliğinde kullanılması.
 - Orijinal elemanın kopya edilmesi, ancak yeni malzemenin kendi görünümünde bırakılması.
 - Orijinal elemanın aynen kopye edilmesi (doku, renk, elyaf gibi). Ancak bu yöntem özellikle belli bir süre geçtikten sonra onarılan kısımlarla özgün kısımlar arasındaki fark anlaşılamayacağından; izleyicileri yanıltabilecek, sakıncalı bir yöntemdir.



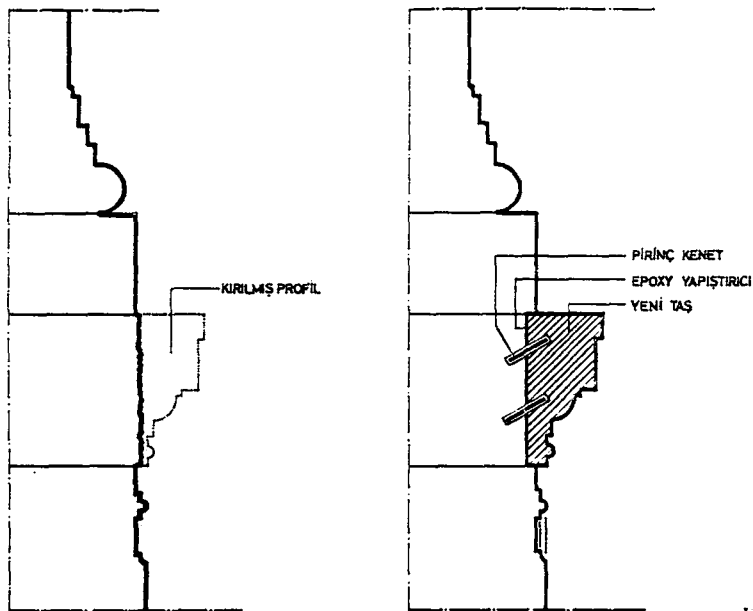
Çizim 36: Ara Birleştirici Malzeme İle Yorum Getirmeden Uygulama (Mocan'dan).



Çizim 37: İzler Çizilerek Ara Malzemenin Belirtilmesi.

III.7.1. Doğal Taş İle Yenileme ve Tamamlama

Taş yüzeyinden kopan küçük parçalar buldukları takdirde, polivinil asetat ve akrilik reçinelerle yerlerine yapıştırılabilirler. Daha büyük parçaların yerlerine yapıştırılabilmesi için ise polyester ve epoksi reçineler içeren, daha kuvvetli yapıştırıcı özelliği olan harçlar kullanılmalıdır. Çok büyük ve ağır parçalarda ise bu harçlarla birlikte metal kenetlerle de sağlamlaştırmak gereklidir. Bu kenetler paslanmaz metallere ya da fiberglas ve plastikten yapılmalıdır (Bkz.Çizim 38)⁹⁶.



Çizim 38: Kopan Parçaların Tamamlanması (Aydın'dan).

Kopan taşlar bulunamadığında ise, o taş türünün bulunabilir benzerlerinden faydalanarak tamamlama yoluna gidilebilir. Seçilecek taşın özellikleri orijinaline uygun olmalıdır. Laboratuvar deneyleri sonucu orijinaline uygun bulunan taş, birleşme yüzeyine uygun bir biçimde düzeltilerek, yukarıda belirtilen yapıştırıcılar ve gerekirse metal kenetlerle takviye edilerek orijinaline birleştirilir⁹⁷.

III.7.2 – Suni (İmitasyon) Taş İle Tamamlama

Kagir yapıların onarım çalışmalarında birçok durumlarda taş tamamlaması da gerekebilir. Burada doğal olan uygulama doğal taşlar ile tamamlamaktır. Ancak aranan özelliklere uygun taşları her zaman bulmak mümkün olmadığından, kimi uygulamalarda bu kısımları suni (imitasyon) taşlarla tamamlama yoluna gidilmektedir.

Gerek tamamlama amacına yönelik blok taşların üretiminde, gerekse yerinde yapılacak tamamlamalarda çimento veya sentetik bağlayıcılı betonlar kullanılmaktadır. Sentetik bağlayıcı betonlarda genellikle polyster ve epoksil reçineleri bağlayıcı olarak tercih edilmektedir⁹⁸.

Yenileme ve tamamlama çalışmalarında büyük boyutlu parçaların üretilmesinde liflerle donatılı harç ve betonların da kullanılması mümkündür. Beton ve harçların cam, metal veya sentetik liflerle donatılması ile üretilen parçaların mekanik davranışları iyileştirilmektedir. Üstün kalıplanabilme yeteneği, erken mukavemet kazanması, ince kesitlerin oluşturulmasına elverişliliği, yangın direncinin yüksek oluşu morötesi ışın-

ların ve ozon etkisi sonucunda zamana bağlı bozulma sorunlarının olmayışı gibi özellikleri ile elyaf donatılı harçlar bu iş için çok uygundur⁹⁹.

Bu malzemelerle üretilen suni taşlar, doğal taş ile kaplamada anlatılan uygulama şekilleri ile gerekli yerlerde tamamlama veya yenileme için kullanılabilirler.

III.8 - Harçların Yenilenmesi ve Derzleme

Kagir yapılarda genellikle kireç ve horasan harcı kullanılmıştır. Bu iki malzemenin de dış etkilere karşı direnci oldukça azdır. Özellikle kireç harçları suya karşı oldukça dayanıksızdırlar.

Derzlerin sağlamlaştırılmasında yapay reçineler de kullanılmaktadır. Ancak bu tür bağlayıcıların ayrışmaya karışı gösterdikleri direnç yüzünden, zorunlu kalmadıkça kullanılmaları önerilmemektedir¹⁰⁰.

Günümüzde bolca üretilen portland çimentosu da derzlerin sağlamlaştırılmasında kullanılabilir. Ancak portland çimentosu da aşağıdaki nedenlerden dolayı önerilmemektedir¹⁰¹:

- . Kullanımında geriye dönüş olmadığından,
- . Basınca ve çekmeye dayanıklı olup bağlayıcılık özelliğinin yüksek olmasından,
- . Malzeme üzerinde mekanik basınca neden olduğundan,
- . Gözeneksiz yapısından dolayı buharlaşmayı ve suyun dışarıya çıkmasını engellediğinden,
- . Yüksek ısı geçirgenliğinden dolayı.

Bütün bu harç malzemelerinin içinde en iyisi yanmış ve söndürülmüş kireçtir. Yanmış ve söndürülmüş kireçe % 10 oranında beyaz çimento katılarak elde edilen karışımla hazırlanacak harç, derzleme ve harçların yenilenmesi için en uygun olanıdır¹⁰².





IV. STRUKTÜR SAĞLAMLAŞTIRMA ÖRNEKLERİ KATALOĞU

IV.1 – Bodrum Tepecik Camii'nde Zeminden Gelen Nemin Kesilmesi
İçin Duvara Yalıtım Malzemesi Yerleştirme Uygulaması¹⁰³.

Uygulamacı : Özkan Erincin

Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün mülkiyetinde olan Bodrum Tepecik Camii'nde ülkemizde ilk kez yapının zeminden kesilmesi ve araya yalıtım malzemesi yerleştirilmesi suretiyle yalıtım yapılmış ve olumlu sonuç alınmıştır.

142 m² alan üzerine oturan Tepecik Camisi üç hacimden oluşmaktadır. Birincisi kubbeli, ikincisi çatılı, üçüncüsü üç yönü açık sundurma çatılıdır. Birinci ve ikinci hacimler müşterek, kapalı ve birbirinden içteki kemerle ayrılmaktadır.

Kaya zemin üzerine temelsiz moloz duvarlarla inşa edilmiş, içi ve dışı sıvalı, duvarlarında 3-4 m.'ye kadar belirli nem yükselen, iç zemininde 60-70 cm. dolgu üzerine çürüdüğüce değiştirilmiş ahşap döşemesi bulunan birinci hacimde duvar kalınlığı 1 m.'dir. İkinci hacmin duvar kalınlığı ise 0.65 m.'dir.

1 m. kalınlıkta ve değişik sertlikteki moloz duvarın mekanik testerele ile kesilmesi yapının konumundan dolayı çok zor olacağından, duvarların kesilmesi işi murç, kalem, madırğa türü el aletleri ile ve 25 cm. yükseklikte duvar kalınlığı kadar yapılmıştır.

Yalıtım malzemesi seçimi için yapılan araştırmada en uygun malzemenin, Vakıflar Genel Müdürlüğü'nün hurda malzemedeki kendi ocaklarında 1.00X1.50 m. ölçülerinde, 2-3 mm. kalınlıkta dökerek elde ettiği kurşun levhalar olduğu saptanmıştır.

Duvar kesiminde yüksekliğin 25 cm., kurşun levhanın ise kalınlığı ise 2-3 mm. olduğundan, boş kalan kısım subasman hatılı benzeri demirli betonla doldurulacaktır.

Duvardaki uygulama kademeli olarak yapılmış alt kısım alt modül, üst kısım üst modül ismi verilmiştir. Modüllerin uzunlukları kurşun levha uzunluklarına göre fire vermeden hesaplanmış ve alt modül uzunluğu 2 m., üst modül uzunluğu 1.50 m. olarak alınmış olup üst modüller kenarlarından alt modüle oturtulmuştur.

Uygulamaya cami içindeki ve dışındaki sıvaların sökölmesi, duvar dışında çalışmak için geniş kanal açılması, caminin iç kotunun dış zemin kotuna kadar indirilmesi ile başlanmıştır. Duvarın iç ve dış alt yüzeylerine modüller hortum terazi ile taşınıp çizilmiştir. Kesilecek modüllerin hemen üzerinde içten ve dıştan duvar yüzünde geçici ahşap hatıl yapılmış ve zemine oturtulan ahşap payandalarla düşey yükler askıya alınmıştır. Kemer ayaklarında ise cami içindeki kemer ayrıca askıya alınmıştır.

Bütün modüllerin uçları beton dökümü için daha yüksek açılmıştır.

Duvarda 2 m. uzunluğundaki bir alt modül tamamen boşaltılmış, alt ve iki yayına tesviye betonu yapılmış, birbirine eklenmiş ve kenarlarından 35 cm.'lik kısmı 90° bükölmüş iki levha kurşun tesviye betonu üzerine oturtulup, yerde hazırlanan betonarme hatıl donatısı kurşun levha üzerine yerleştirilmiştir. Ahşap kalıp ve beton dökümü ile bitirilen bir alt modül, beton prizi için sıra takip etmeden tek tek ele

alınmış ve dört duvarda tamamlanmıştır.

Üst modüller tek tek boşaltılmış, duvar kalınlığının alt yüzüne tesviye betonu yapılmış, alt modülden çıkan iki kurşun levhanın uçları yana bükülmüş, yerde hazırlanan iki ucu kıvrılmış kurşun levha duvara yerleştirilmiştir. Betonarma donatı, kalıp ve beton dökme işlemi alt modüllerde olduğu gibi yapılmıştır.

Alt ve üst modüllerdeki çalışma bitirildiğinde duvarda, dış zemine yakın yerde duvar kalınlığı kadar, kademeli olarak ve devamlılık sağlayan kurşun levha ve betonarme hatılı uygulanmış olmaktadır.

Cami duvarından sonra iç döşemeden gelen nemin önlenmesi için döşeme altında hava sirkülasyonu sağlanmıştır.

Dış zemin kotuna indirilen iç döşeme içerisine aralıklı moloz duvarcıklar örülmüştür.

Ana duvarlardaki uygulamada modül betonları dökülürken çeşitli yerlerde 10 X 10 cm. ölçüsünde delikler bırakılmış daha sonra bu yerlere dıştan delikli taş kapak koyulmuştur.

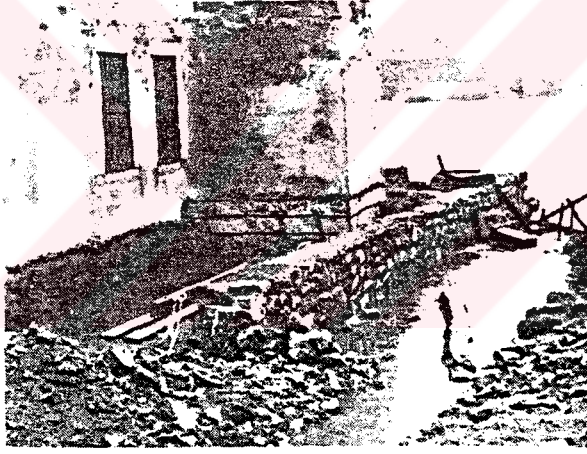
Cami içerisinde küçük canlı yaratıkların barınmaması için 5-10 cm. kalınlıkta kum serilmiştir.

İçteki moloz duvarcıklar üstüne ahşap döşeme yapılmış ve modüldeki deliklerden ahşap döşeme altında havanın sirkülasyon yapması sağlanmıştır. Ahşap döşeme altında 60 cm. boşluk vardır.

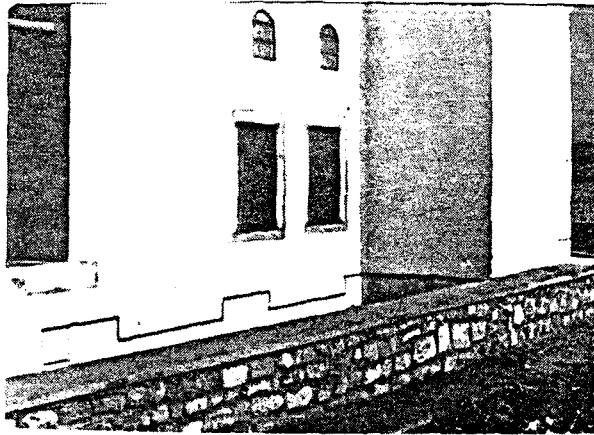
Dışarıda açık drenaj yapılarak duvara yerleştirilen kurşun levha altında kalan duvarın hava ile teması, ite ve dışta daha fazla yüzeyde sağlanmıştır.

Duvarın i ve dış cephesine yapılan sıva kurşun levhanın geçtiği kademeli çizgiden 5 cm. genişlikte sıva kalınlığı kadar kesilmiştir. Sıvada fuga aılmasındaki amaç estetikle birlikte sıvadan yükselecek nemi de kesmektedir.

Yapının onarım öncesi ve onarım sonrası durumunu belgeleyen fotoğraflarda da görüleceği gibi uygulamadan olumlu sonuç alınmıştır (Bkz.F.8,F.9).



Fotoğraf 8: Bodrum Cami'nin Onarım ncesi



Fotoğraf 9: Bodrum Cami'nin Onarım Sonrası

IV.2 - Dresden'deki "Palais im Grossen Garten" de Enjeksiyon Uygulaması¹⁰⁴.

Uygulamacılar : R. Zepnik

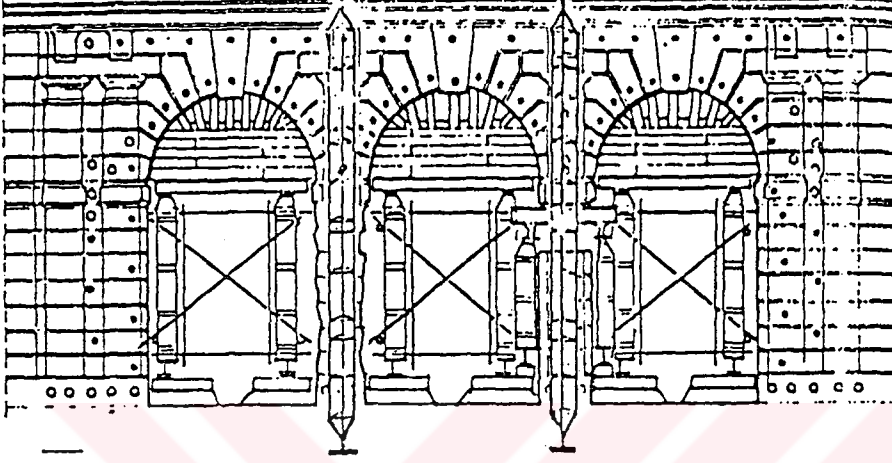
W.Schönbrodt - Rühl

Saray, İkinci Dünya Savaşı sırasında bombalanmış ve ciddi şekilde hasar görmüştür. Özellikle kuzey tarafı daha fazla etkilenmiştir. Bu kesimde geniş açıklıklı bir kemerin itkisi duvarı dışarıya doğru döndürmüş, 25 cm. eğilmesine neden olmuştur. Kuartzit kumtaşından iki sütun duvarın ortasında bulunmaktadır. Bu sütunların orijinal enkesit alanları 1.37 m²'dir. Fakat bu enkesit alanları yangından dolayı % 50 azalmıştır. 1950'li yılların başında sütunların yanlarındaki kemerler binanın yıkılmasını önlemek amacıyla harçla doldurulmuştur.

1984'deki enjeksiyon uygulamasında amaç kuzey duvarının bütün olarak sağlamlaştırılmasıdır. Uygulamadan önce sütunların yenileri ile değiştirilmesi düşünülmüş ise de, asıl sorunun duvarın sağlamlaştırılması olduğu düşüncesinden yola çıkılarak -sütunları değiştirmeden önce- çatlakların, boşlukların çimento + kil + su karışımı enjekte edilerek doldurulmasına karar verilmiştir.

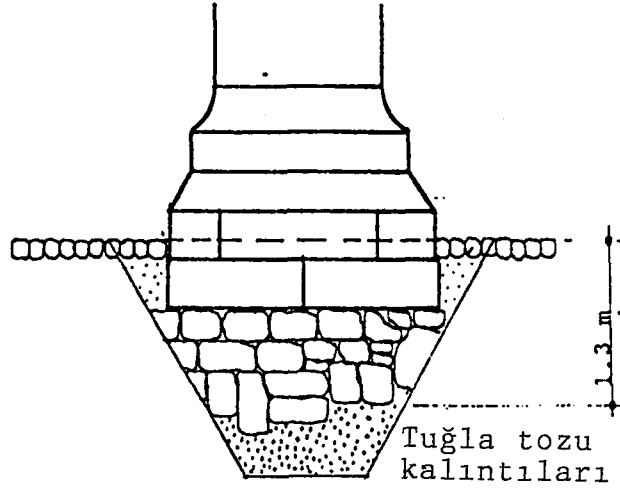
Yapının kuzey cephesinde ıslak kaya sondajı ile 154 adet delik açılmıştır. Zemin katında 14 mm. çapındaki donatı çubukları duvar ve kemerleri bağlamak amacıyla ankraj olarak deliklere yerleştirilmiştir (Bkz.Çizim 39).Daha sonra çimento + kil + su karışımından oluşan enjeksiyon malzemesi, açılan de-

liklere enjekte edilmiştir. Bu çalışmada yaklaşık olarak 3.4 t. Portland çimentosu (PZ 1/475) kullanılmıştır.



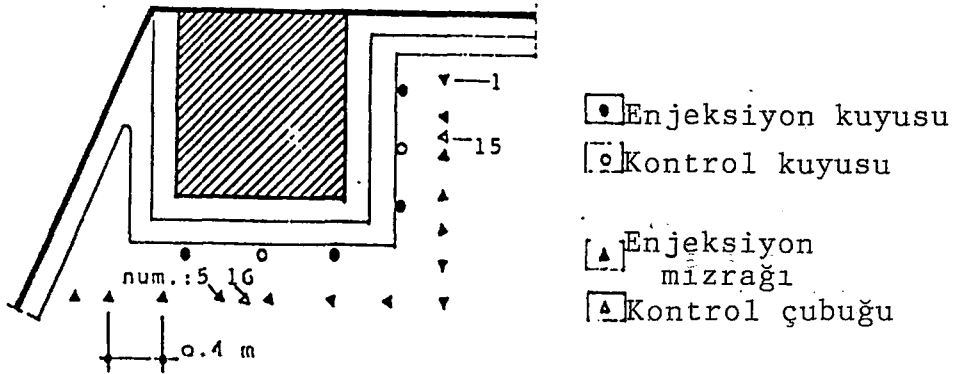
Çizim 39: Dresden Sarayı, Kuzey cephesi (Zepnik'den).

Enjeksiyonla sağlamlaştırma çalışmalarının yapıldığı 1984 yılından bugüne kadar çimento ve kagir malzeminin birbirine uygun olmadığını gösteren bir veri alınmamıştır. Bina ısıtılmadığından ve saray yalnız yaz aylarında kullanıldığından, kumtaşı yüzünde sülfat kristalizasyonunun oluşması beklenmemektedir.



Çizim 41: Albrechtsburg Şatosu Sütun Temelleri (Zepnik'den).

Temelin yetersizliğinden dolayı oluşan hareketleri önlemek amacıyla çimento + ince kum + kil ve sudan oluşan bir karışım temele enjekte edilmiştir. Maksimum 4 m. derinlikte, düşeyde 30° eğimli, 55 mm. çaplı dört sondaj deliği açılmıştır. 14 adet 33.5 mm. çaplı enjeksiyon borusu kazık çekici ile 5 m. derinliğe çakılmıştır (Bkz. Çizim 42). Uygulamada 16.4 t. çimento ve 5.2 t. ince kum kullanılmıştır.



Çizim 42: Albrechtsburg Şatosu Sütun Temel Planı (Zepnik'den).

Karışımın sertleşmesinden sonra iki sondaj kuyusu daha açılmış ve iki boru çakılarak enjeksiyonun etkisi kontrol edilmiştir. Kazıkların ilerleme hızları zemin mukavemetinin enjeksiyondan sonra arttığını göstermiştir. Bu kontrol çalışması sonunda enjeksiyonun derin ve büyük boşluklara ulaşamadığı, ancak zemini güçlendirdiği kanıtlanmıştır.

Çalışmalar 1988 yılında bitirilmiştir.



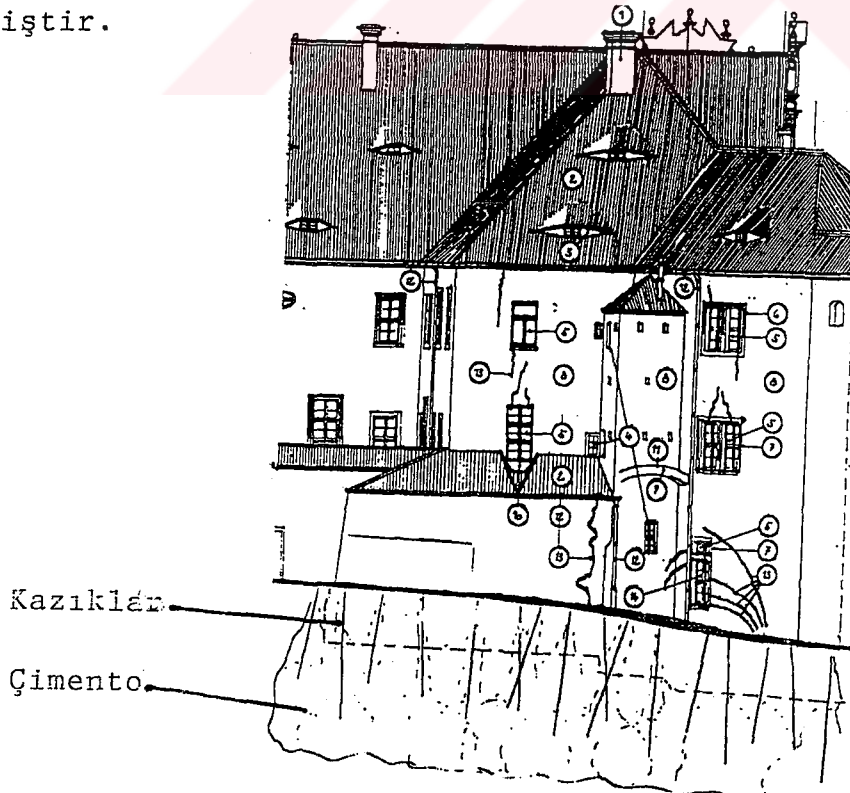
IV.4 - Ortenburg Şato'sunda Yüzey Altı Enjeksiyon Uygulaması¹⁰⁶.

Uygulamacılar : R. Zepnik

W.Schönbrodt - Rühl

Şatonun kuzeydoğu kısmında su etkisiyle yerdeğiştirmeler ve duvarlarda önemli çatlaklar görülmüştür. Temelaltı jeolojik şartları uzmanlarca incelenmiş; zeminin sülfat konsantrasyonunu ve pH değerini belirlemek için tesler yapılmış ve bu çalışmalar sonucunda, daha fazla oturmaları engellemek için yüzeyaltı enjeksiyonuna karar verilmiştir. Uygulama 1987 yılında gerçekleştirilmiş, 45 mm. çaplı 83 kuyu kazıklarla ve kaya sondajıyla açılmıştır. Açılan bu kuyulara % 50'si çimento, % 5'i ince kum (0..... 0.8 mm.), % 5'i kil ve % 40'ı su, toplam hacmi 198 m³ olan karışım enjekte edilmiştir (Bkz. Çizim 43).

Uygulama başarılı olmuş ve daha sonra başka oturma gözlenmemiştir.



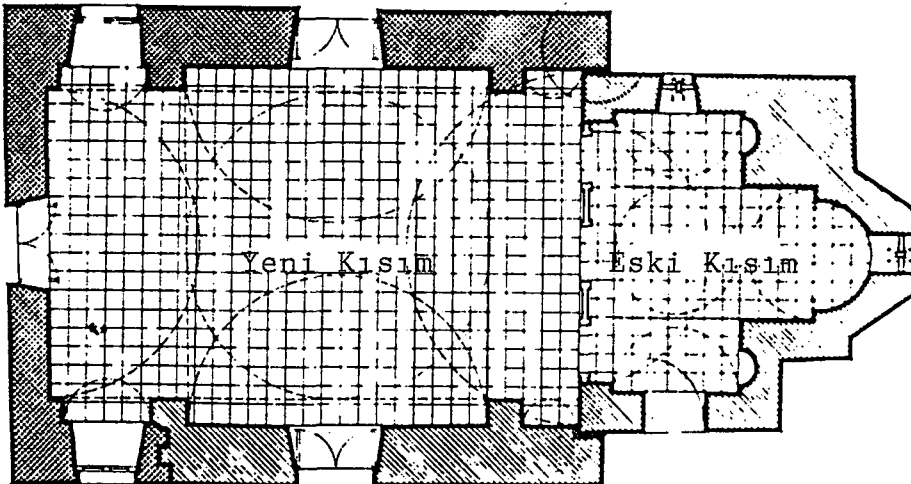
Çizim 43: Ortenburg Şato'sunda Temele Çimento Enjeksiyonu.

IV.5 - Kalamata Holy Aposles Kilisesinin Onarımı¹⁰⁷.

Uygulamacılar : Sotiris Vogiatzis

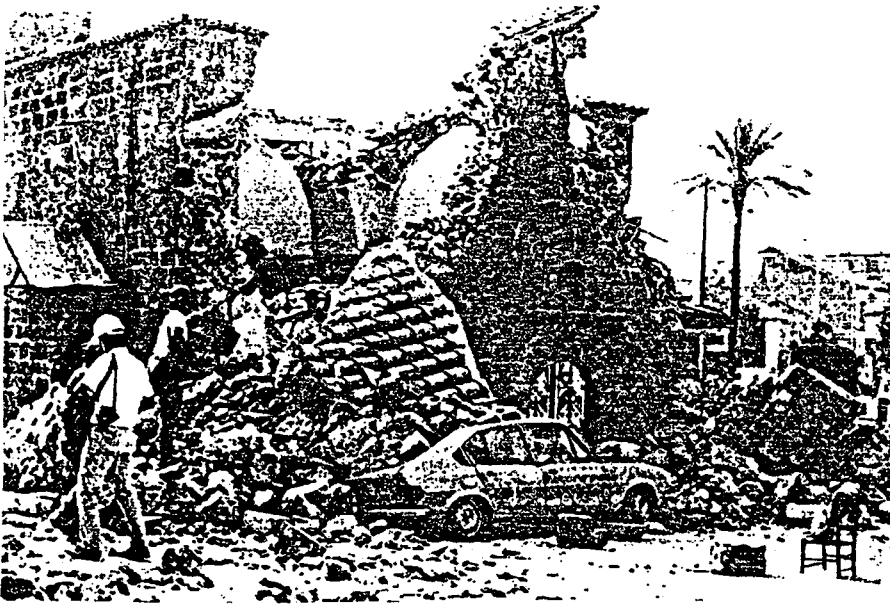
Kostas Floros

Holy Aposles Kilisesi 1821'deki bağımsızlık savaşının başladığı Kalamata şehri için büyük tarihsel önem taşımaktadır. Kilise şehrin tarihi merkezindedir. Birbirinden 400 yıl arayla yapılmış iki binadan oluşmaktadır. Doğudaki eski olanı 12.yy'da yapılmış, küçük tek kubbeli bir Yunan kilisesidir. Batıdaki kısım ise Venedik döneminde yıkılmış, yerine bugün naos olarak kullanılan, daha geniş kubbeli, tek açıklıklı bir yapı eklenmiştir (Bkz. Çizim 44). Yıkılan batı kısmının yerine yükleri alması için bir kemer inşa edilmiştir. Kuzeybatı köşesine ise, batı kısmına ek yapı yapılırken, bir çan kulesi eklenmiştir. Naosun duvarlarının dış kısmı kötü kalite kumtaşından, geri kalan duvarlar ise büyük ve kaba taşlardan yapılmıştır. Kubbe, 1950'lerde betonarme olarak (gerekli kubbe mesneti yapılmadan) eski tahta kubbenin yerine yeniden inşa edilmiştir.



Çizim 44: Kalamata Holy Aposles Kilisesinin Planı
(Vogiatzis'den).

1986 depreminde kubbe bütünüyle tapınağın içine düşmüş ve duvarların bir kısmının yıkılmasına neden olmuştur (Bkz. F. 10). Geride kalan duvarlarda da önemli hasarlar oluşmuştur. Kuzey duvarında eski çatlaklar yeniden hareketlenmiş ve duvarın altından 2 m. yükselen yeni çapraz bir çatlak ortaya çıkmıştır. Ayrıca duvarın dış kısmı ana tabakadan ayrılmıştır. Batı duvarı tamamen yıkılmış, güney duvarının bir kısmı ayakta kalmasına rağmen duvarın altında, yıkılan kubbenin neden olduğu itkiden dolayı yatay yerdeğiştirme çatlağı oluşmuştur. Yıkılmamasına rağmen eski kısımda da önemli hasarlar ortaya çıkmıştır. Yapı malzemelerinin ayrışmasıyla kubbenin altında önemli çatlaklar oluşmuş, harç dökülmesi ve hareketler nedeniyle birkaç kemer yıkılma noktasına gelmiştir. Freskolar ise su sızması ve binadaki çatlaklardan dolayı zarar görmüştür.



Fotoğraf 10: Holy Aposles Kilisesi'nin Deprem Sonrası
(Vogiatzis'den).

Çan kulesi daha iyi durumda olmasına rağmen, onunda üst kısmında çan titreşimlerinden dolayı çatlaklar oluşmuştur.

Depremden iki gün sonra anıt iksalandırılarak onarım projelerinin hazırlanmasına başlanmıştır.

En iyi çözümü bulabilmek için birçok araştırma yapılmıştır.

Yapılan araştırmalar şunlardır:

- a) Harç örneklerinin fiziksel, mekanik ve kimyasal özelliklerini saptamak için laboratuvar analizleri yapılmıştır. Burada yeni kısmın yapımında tuzlu su kullanıldığı saptanmıştır.
- b) Tapınağın içinde ve dışında zemin hafriyatı yapılarak temeller incelenmiştir. Kilise, 1-1.5 m. derinliğinde sıkıştırılmış kil tabakasına oturtulmuş olduğundan temel sorunu olmadığı anlaşılmıştır.
- c) Eski kısımda, duvarlardaki boşlukların ölçümü için sondaj yapılmış; dış yüzeyler çoğunlukta iyi durumda olduğu halde genel olarak harçın bozulduğu ve boşluk oranının % 30 olduğu saptanmıştır.

Bu araştırmalar sonucunda alınan uygulama kararları ise şunlardır:

- a) Liturjik öneminden dolayı binanın deprem öncesi haline getirilmesi.
- b) Binanın eski ve yeni bölümlerini yapısal olarak ayırarak, herhangi bir deprem sırasında yeni kısmın eski kısma yapacağı itkinin engellenmesi.
- c) Yeni binanın yapımında betonarme yerine geleneksel malzeme (tuğla, taş) kullanılması.

d) Mevcut duvarların enjeksiyon kullanılarak onarılması.

. Yeni Kısımdaki Çalışmalar

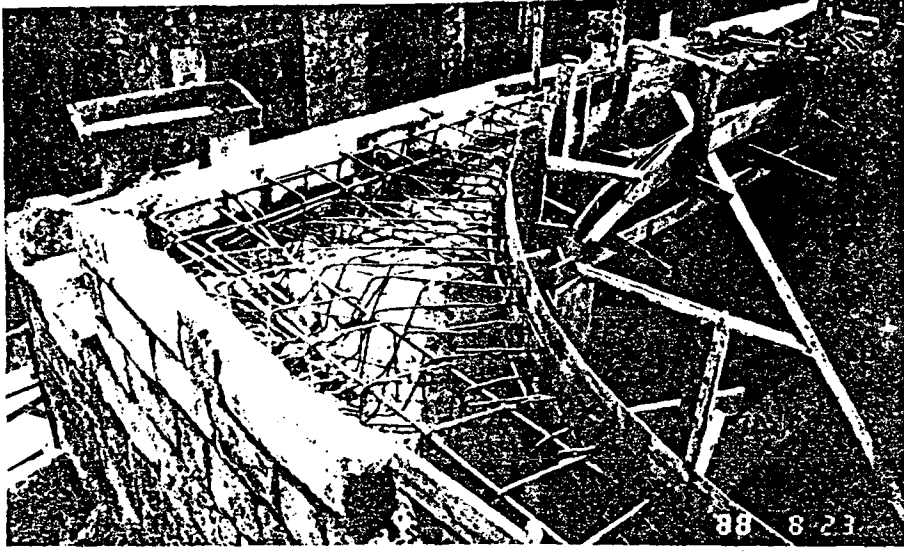
Öncelikle kuzey ve batı duvarları parça parça taşınarak dış yüzeydeki her taş sonradan yerine koyulmak üzere numaralandırılmıştır. Geriye kalan duvarlarda , mekanik özelliklerini yeniden kazandırmak için enjeksiyon uygulanmıştır. Enjeksiyonda portland çimentosu + ince kum + su (karışım oranları 1-1-2-5) dan oluşan bir karışım kullanılmıştır. Eski harçın SO₄ içeriği 41.57 mg/100gr. (standartlarda belirtilen 100 mg/100 gr.'ın altında) olduğundan, portland çimentosunun uygulanmasında bir zarar görülmemiştir. Enjeksiyon çatlaklardan ve her 1 m.'de bir açılan deliklerden, elle kumanda edilen enjeksiyon pompasıyla yapılmıştır.

Güney duvarında oluşan yatay çatlak dört adet dikey ek donatıyla dikilmiştir. Dikiş sonrası çatlağı kapatmak için, büzülmesinin az olması ve gerilme mukavemetinin yüksekliği nedeniyle polymer betonu kullanılmıştır.

Yapının taşıyıcı sistemini güçlendirmek için duvarların çevresine betonarme bir kiriş yerleştirilmiştir.

Kaba kesilmiş taşlar ve çimento harçı kullanılarak bozulan dört kemer yeniden yapılmıştır. Güney kemerini eski duvara bağlamak için de enjeksiyondan yararlanılmış ve kubbenin yanal etkisini karşılayabilmek için yeni bir betonarme kiriş yapılmıştır (Bkz.F.11).

İki yapının birleşme yerlerinin ayrı tutulmasına dikkat edilmiş, duvarların yapımı sırasında arada açıklık bırakılarak, bu açıklık daha sonra poliüretanla doldurulmuştur (Bkz. Çizim 45).



Fotoğraf 11: Holy Aposles Kilisesi Onarımında Betonarme Kiriş Yapımı (Vogiatzis'den).



Çizim 45: Holy Aposles Kilisesi Birleşme Yerlerinin Ayrı Tutulması (Vogiatzis'den).

. Eski Kısımdaki Çalışmalar

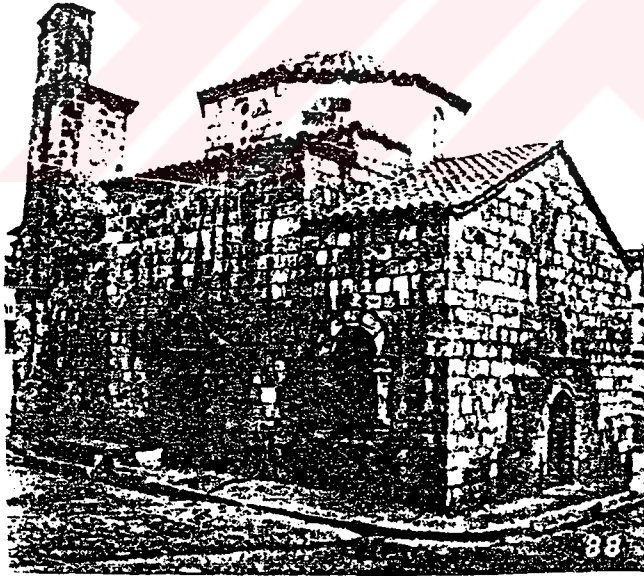
Bütün duvarlarda (zemin kotundan kemirlerin üzengi düzeyine kadar açılan deliklerden) yeni kısımdakine benzer bir karışımla enjeksiyon yapılmıştır. Yüzeydeki tuz konsantrasyonu freskolara zarar vereceğinden, kemerlerde, kasnakta ve kubbe- de çimento enjeksiyon kullanılmamıştır (Bkz.F.12). Onun yerine, boşlukların doldurulması için enjeksiyon malzemesi olarak uygun bir epoksi reçinesi tercih edilmiştir. Çatlaklar önce epoksi macunu ile kapatılmış ve sonra elle kumanda edilen bir pompayla epoksi reçinesi enjekte edilmiştir. Taş duvarlardaki Boşluk oranı % 30 olduğundan epoksi reçinaya 1/3 oranında ince agrega (mermer tozu) karıştırılarak, katılaşma derecesi azaltılmıştır. Ancak bu karışımın birkaç uygulamadan sonra freskoların altındaki ince çatlaklardan ve dıştaki kumtaşlarının boşluklarından sızarak dış yüzeyi kirlettikleri gözlenmiş ve kullanılmaktar vazgeçilmiştir. Birkaç denemeden sonra orta akıcılıkta thixotropic karışım seçilerek duvara enjekte edilmiştir.



Fotoğraf 12: Holy Aposles Kilisesi'nde Çimento Enjeksiyon Kullanımı (Vogiatzis'den).

Son olarak batı kemerinin kalıntılarının altına yapılan yük taşıyıcı kemerin sağlamlaştırılması için, kemerin içine yerleştirilen ve enjeksiyonla kaplanan dört çelik payandanın duvar kütlesine bağlanması düşünülmüştür. Fakat bu kemerin üstünde ilginç freskolar taşıyan ikinci bir kemer ortaya çıkınca, çelik payandaların uygulanması bırakılmış ve eski kemer kalıntısındaki taşları yapıştırmak için epoksi reçinesi kullanılmıştır.

Onarım çalışmaları el yapımı kiremitlerin çatıya döşenmesi ile son bulmuş ve yapı bugünkü görünümünü kazanmıştır (Bkz. F.13).



Fotoğraf 13: Holy Aposles Kilisesi Görünüşü (Vogiatzis'den).

IV.6 - Arc De Triomphe L'etoile - Paris'de Onarım Çalışması¹⁰⁸.

Uygulamacılar : Michel Marot

Michel Bancon

. Temizleme

1965'de kullanılan yöntem tekrar edilmiştir. Bu yöntem anıtın birkaç saat su püskürtülmesine tabi tutularak doğal yollarla taşta oluşan sülfatın yok edilmesidir. Yüzeyde oluşan siyah lekeler basınçlı kum püskürtmesiyle temizlenmiş ve yüzeydeki yapışkan lekeler ise buhar jetleri ve jel halinde klor metilen uygulamasıyla yok edilmiştir.

. Kâğıt ve Heykellerin İşlenişi

Temizleme işi yapılırken, taş blokların ve heykellerin değiştirilmesi için gereken çizimler hazırlanmıştır. Hasar görmüş taş blokların ve heykellerin değiştirilmesi yerine, bunların sağlamlaştırılması için son 25 yılda geliştirilen ürünler ve teknikler kullanılmıştır. Aynı zamanda Centre Experimental des Batiments et Travaux Publics ve laboratoire des Monuments Historiques at Champs-sur-Marne adlı koruma kuruluşlarında Rhone-Poulenc ve Dupond de WNemours'un yeni ürünleri üzerinde testlerle bazı kontroller yapmıştır. Aynı çevre şartlarında, aynı malzemeler üzerinde yapılan bu testler diğer koruma problemleri için de önemli bilgiler sağlamıştır. Consolidant veya mineralisants denilen bu ürünler hasarlı taşları onarabilmektedir. Bu uygulamada kullanılan malzeme Rhone-Poulenc ürünü olan PR 70'dir. Yalnız hasarlı bloklar sağlamlaştırılmıştır.

. Consolidation / Sağlamaştırma

Anıttan küçük bir taş düştükten sonra, yapı 1985 yılında bütünüyle incelenmiştir. İncelem, yapı hareketlerinden dolayı çok ince çatlakların varlığını ortaya çıkarmıştır. Kemerlerin altına bir güvenlik ağı yerleştirilerek uzman laboratuvar ve şirketlerin aşağıdaki çalışmaları yapmaları sağlanmıştır.

- a) Anıtın yer seviyesinde ve üst kısmındaki titreşimlerin ölçümü,
- b) Bütün çatlaklara 1 micron hassasiyetinde ölçüm aletleri yerleştirilerek, harekete neden olan sıcaklıkların kaydedilmesi,
- c) 1/100 mm. hassasiyetli 16 tesfiye ölçüm aleti yerleştirilmesi,
- d) Ayakların düşeyliği ve dönmesinin ölçülmesi,
- e) Pervazların yataylığının belirlenmesi,

Bu çalışmalar yapıdaki temel oturmalarının ve kuzeybatı ayağını merkez alan spiral hareketlerin varlığını ortaya çıkarmıştır.

Yağmur suyu drenajları kontrol edilmiş ve kaçak olduğu saptanmıştır. Temeldeki hareketlere yağmur suyu drenajlarındaki kaçağın neden olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu su kaçağı harç kompozisyonunda önemli değişiklikler yapmış ve diferansiyel oturmalara neden olmuştur.

Teras şekli bozulmuş, uzun yüzlerde az bir konkavlık, kısa yüzlerde ise az bir konvekslik oluşmuştur. Relaksiyon metoduyla yapılan analiz, yüklerin ayaklara eşit olarak dağılmadığını göstermiştir.

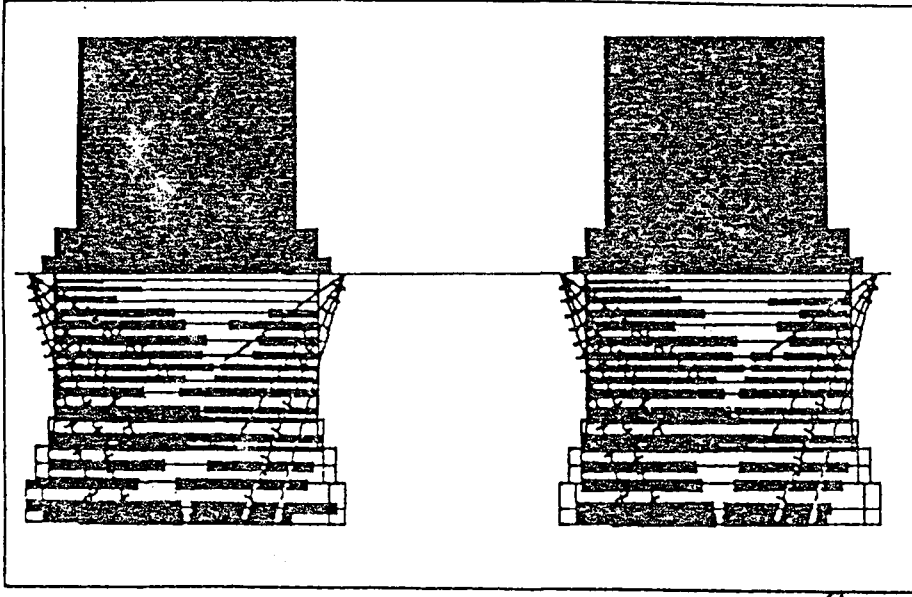
Temel mafsallarındaki hasarların önlenmesi için,şu iş planı izlenmiştir:

- a) Ocak-Mart 1988 - Her ayağın 1/8'i altında ve kuzeybatı ayağının 1/4'ü altında enjeksiyon prosedürünün test edilmesi,
- b) Eylül 1988 - Kemerlerin üstündeki çatlaklara enjeksiyon yapılması,
- c) Eylül-Aralık 1988 - Üst yapıya gerilme halatlarının yerleştirilmesi,
- d) Ocak-Nisan 1989 - Temellerin geri kalan kısımlarına enjeksiyon yapılması,
- e) Nisan-Haziran 1989 - Esplanadın yüzey kaplamasına su yalıtımı yapılması.

. Temelde Enjeksiyonlar:

3 m. aralıklı, açıları 30°'den 70°'ye değişen (böylece enjeksiyonla her noktaya ulaşılabilirlik amaçlanmıştır) delikler açılmıştır. Buradan çıkan malzeme, temelleri ters etkilemeden veya fazla nemlendirmeden enjeksiyon yapılması için, analiz edilmiştir.

Enjeksiyon için iki sıvı bileşik seçilmiştir. Mikrosol, az viskoz çimentolu ürün, harçtaki boşlukları doldurmak için kullanılmıştır. 4 bar'lık bir basınçla enjekte edilmiştir.Harcın ayrışan bölümlerini yeniden mineralizasyonla sağlamlaştıran, kimyasal bir ürün olan silacsol ise 2 bar basınçla enjekte edilmiştir (Bkz.Çizim 46).



Çizim 46: Temele Enjektasyon Yapılması (Marot'dan).

Enjektasyon üç kısımda yapılmıştır:

1. Microsol enjektasyon için ön sondaj kullanılmıştır.
2. Ön enjektasyonun sonuçlarını görmek ve ilave microsol enjektasyonu için ek sondaj yapılmıştır.
3. Üçüncü sondaj ise önceki iki enjektasyonun sonuçlarını incelemek ve silacsol enjekte etmek için yapılmıştır.

. Üst Yapıda Enjektasyon:

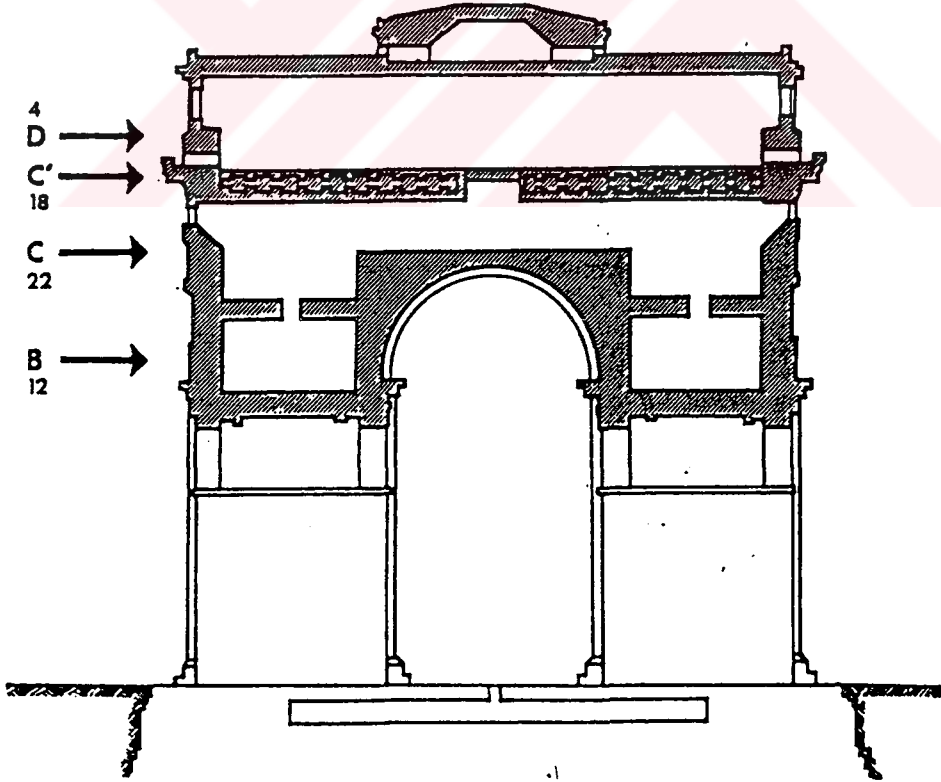
Temelerde yapılan enjektasyon gibi, üst yapıda da gerilme halatları sıkılaştırılmadan önce, enjektasyon malzemesinin ne olacağı dikkatlice araştırılıp, taşların sertliğine ve geçirimsizliğine uygun bir ürün seçilmiştir. Duvarların dış kaplaması iyi kalite taştan, iç malzemesi ise düşük kalitededir. Bu durum uygulamada önemli zorluklar çıkarmıştır.

. Gerilme Halatlarının Yerleştirilmesi:

Küçük kemerlerle, ana kemerlerin üstünde ve büyük binanın alt katında, 3 seviyede 50 çift çekme halatı yerleştirilmiştir (Bkz.Çizim 47). İnşaat sırasında anıta halkın ulaşımının engellenmek istenmemesi, halatların yerleştirilmesini iyice zorlaştırmıştır.

Dış duvarlardaki ankrajlar içeriden yerleştirildiği için dıştan gözükmemektedir.

Bu çalışmalar 1989 yılında tamamlanmıştır.



Çizim 47: Çekme Halatı Yerleştirilmesi (Marot'tan).

IV.7 - Salerno'nun Eski Kesimindeki Bir Anıtsal Yapının
Strüktürel Sağlamlaştırılması¹⁰⁹

Uygulamacılar : Amalia Scielzo

Giovanni Castellano

Palazzo D'avasso adlı bu anıtsal yapı, mevcut mimari formuyla 18. yüzyılın birinci yarısına ait bir binadır. Salerno'nun en eski kısımlarından biri olan ve dei Barbuti diye bilinen bölümde, 3. veya 4. yy.dan kalma Roma duvarları içinde yer almaktadır. Bina değişik zamanlarda yapılmış parçalardan oluşmuştur.

Via Botteghelle'den girilebilen ve geniş bir avluyu çevreleyen eski kısım, ilk yapımında ahırların bulunduğu bir zemin kat ile üstündeki iki kattan oluşmaktadır. Batı kısmında, girişin önünde, geniş bir terasa açılan ayrı bir bölüm vardır. 1685-1688-1694'deki depremlerden sonra yapı büyük ölçüde hasar görmüştür. Orijinal bina yeniden yapılmış ve genişletilmiştir. Birinci ve ikinci katlar genişletilerek dar bir sokağın üzerine kemerle uzatılmış ve güneyde bir bütün blok oluşturulmuştur. Buna paralel olan ikinci bir dar sokak bir terasla köprülenerek, bina Via Merconti'nin köşesine ulaştırılmıştır. Mermer büstlerle süslü teras ve üzerinde bulunduğu alçak bina Drapperia'nın en ilginç yerlerindedir. Binadaki en değerli kısımlar, ahırın girişinde ve ana girişte bulunan, yontulmuş taştan yapılmış olan, iki kapıdır. Birinci kapı alçak ayaklar üzerine inşa edilmiş ve yuvarlak kemerlidir.

Kilittaşında Davasso ailesinin amblemi vardır.

17.yy.'ın sonu veya 18.yy.'ın başına ait 5 heykelle dekore edilmiş olan avlu, kemerli bir koridorla girişe bağlanmaktadır. Bu heykellerden biri İ.Ö. 5.yy.da yapılan bir Yunan eserinin Roma kopyasıdır. Balkon ve pencereleri süsleyen stükolar katların ve düz kemerlerin değiştirilmesinde parçalanmıştır. Binanın bugünkü restorasyonu, ofis olarak kullanıma yöneliktir.

. Yapıdaki Strüktürel Tahribatların Durumu:

Palazza D'avasso (terasın dışında) üst katlarda birleşen iki ayrı binadan oluşmakta ve 1330 m² alana oturmaktadır. 4 katlı ve 20 m. yükseklikteki yapı, nehir tortularından oluşan poroz taşılı kagirdendir. Duvar kalınlıklarındaki büyük stabilite eksikliği ve harcın yüzyıllardır aşınması sonucu yükleme şartlarının dengesizliği, aşağıda bahsedilen yapısal hasarlara neden olmuştur.

- 1980 depreminden sonra duvarlardaki, döşemelerdeki çatlaklardan ve döşemeyle duvar arası bağlantının ekiskliğinden anlaşılacağı gibi, Via Botteghele'ye bakan ön taraf dönmüştür.

- Eski ahır kemerlerindeki birçok çatlakla, birinci katın döşemesindeki hasarlar, sütunların yer döşemesini ezdiğini göstermektedir. Bütün bunlar duvarlarda yaratılan basıncın 30 kg/cm²'den fazla olduğunu doğrulamaktadır. Kemerler ve yer döşemesi arasına inşa edilen takviye duvarı, hasarın daha önceden de oluştuğunu göstermektedir. Önceki restorasyon sırasında yapılan döşemeler, eski tahtalardan daha ağır olduğundan, durumu daha da kötüleştirmiştir.

- Via Botteghelle ve Vicolo Grimoaldo köşesindeki duvarlar ezilmiştir. Bunun nedeni de eski binada yapılan değişikliklerde odaların anormal bölünmesi ve sonra yapılan 2. katta da benzer anormallikler olmasıdır.

- Avlu duvarlarında ve yerdöşemesindeki kagir kötü durumdadır. Bu olaylar 2 taş kapının baş açıklıklarının konumuna bağlıdır ve 18.yy. genişletme çalışmalarıyla daha da kötü olmuştur.

- Ana merdiven kemerinin en üst noktasında, yapım hatası nedeniyle açılma olmuştur.

Yapının temelleri mütemadi türden ve sokak seviyesinden 2 m. aşağıdadır. Temeller iyi durumdadır ve yapıda temellerden dolayı bir hasar oluşmamıştır.

. Sağlamlaştırma Çalışmaları:

Sismik riske karşı duvarları güçlendirmeye yönelik sağlamlaştırma çalışmasında ana amaç, yatay kısımları, düşey elemanlara bağlamaktır. İşe başlamadan, eski tahta döşemeler, demir döşemeler ve tuğla kirişlerle değiştirilmiştir. Eski tahta döşemeler duvarın içine 20 cm.girdiğinden döşeme ve duvar arasında yetersiz bir bağ oluşturmaktaydı. Bağlantıların, yetersiz derinliklerinden doğan eksikliği gidermek için, orta kısımlarda boyutları 30x5 mm. ve duvar boyunda 40x80 mm. olan demir parçaları, kirişlere kaynatılmıştır.

Dış ve iç yüzeylere, 110 cm. yüksekliğinde Ø4'lük çelikten ve 10x10 cm. aralığında hazırlamak, çelik hasır, yapının

çevresinde yatay bir bant oluşturacak şekilde, sıvalar 4 cm. kazınarak, yerleştirilmiştir. Oluşturulan yatay bantlar duvara her 50 cm'de bir Ø6'lık demir çubuklarla ankrajlanmıştır. Dışta ve içte, döşemenin altında ve üstünde olmak üzere, ikişer adet yatay bant oluşturulmuştur. Çelik hasırlar ankrajlandıktan sonra yerleştirilmesi için duvarda açılan boşluklar çimento püskürtülerek doldurulmuştur.

Bu uygulamada müellifler ek donatılarla sağlamlaştırma yöntemini uygun görmüş ve uygulamışlardır.



IV.8 - Kemerlerin Hafif Beton Uygulamasıyla Güçlendirilmesi¹¹⁰.

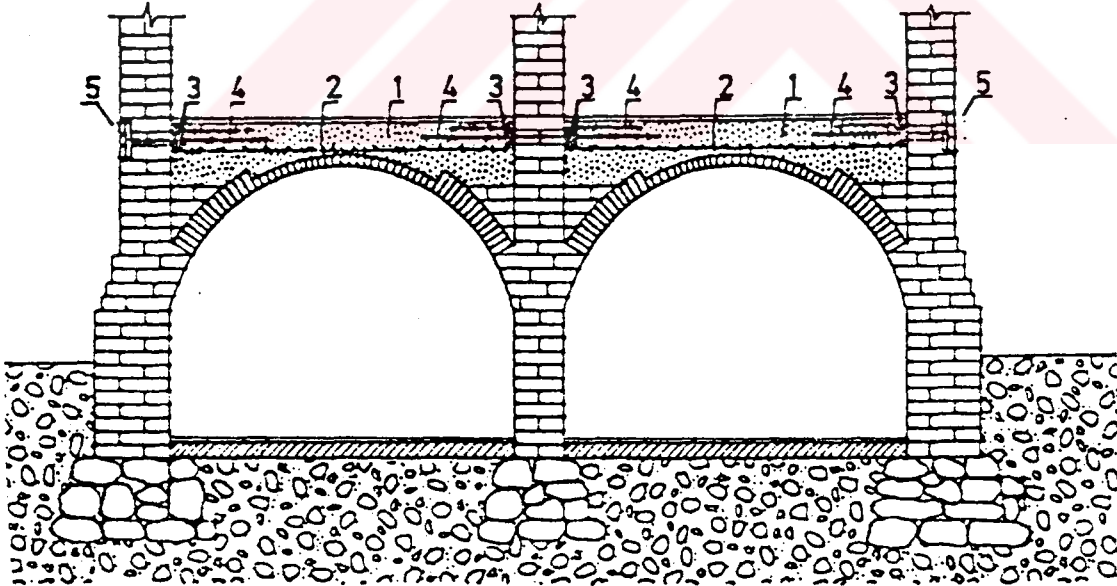
Uygulamacı : Roko Zornic

Birçok nedenlerle, eski yapıların kagir kemerlerinde ve taşıyıcı duvarlarındaki yer değiştirmelerden ve malzemenin çürümesinden doğan hasarların onarılması gerekmektedir. Mevcut kemerlerin taşıma gücü bazen yetersizdir ve çevre duvarlarıyla bağlantılarının uygun olmaması bütün kagir yapı sisteminin sismik dayanımını azaltmaktadır. Ljublyana'nın tarihi şehir merkezindeki eski yapıların yenileme tasarımı sırasında, kagir kemerlerin güçlendirilmesi için orjinal bir yöntem uygulamaya sunulmuştur. Bu yöntem uygulanarak elde edilen hafif beton (köpük beton) arazide basit bir teknolojiyle üretildiği için iyi sonuçlar vermiştir.

Teknik, Ljublyana'da "Malzeme ve Yapı Araştırma ve Test Etme Enstitüsü"de geliştirilen ve PENOBETON denilen, hafif köpük betonun uygulamasına dayanmaktadır. Hafif beton, arazide organik köpükle genel özelliklerini taşıyan beton karıştırılarak üretilir. Köpük betonun mekanik özellikleri betona koyulan köpük miktarına bağlıdır. Önerilen ortalama özgül ağırlığı, kagir kemer uygulaması için 1600 kg./m³ civarındadır ve 20 kg./cm² basınç dayanımı vardır. Bu malzemenin avantajları, çalışabilirlik, yeterli mukavemette uygun bir özgül ağırlık ve elastikiyetinin yüksek olmasıdır.

Köpük betonu uygulanmadan önce, kemer yüzeyi temizlenmeli ve çatlaklarla diğer arızalar normal tekniklerle onarılmalıdır.

Köpük beton tel ızgarayla takviye edilmelidir. Minimum donatı yeterlidir. Tel ızgara, kemerin 30 mm. üzerine yerleştirilmeli ve çevre duvarlara çelik ankrajla tutturulmalıdır. Çevre duvarlarının her 1.50-2.0 metresine yerleştirilen 16 mm. çaplı çelik çubukların, dikdörtgen çelik plaka ve somunlar yardımıyla duvara ankrajlanması önerilir. Çelik çubukların köpük beton uygulamasında normal uzunluğu 1 metredir. Köpük betonun büzülmesinden doğabilecek çatlakları engellemek için, köpük betonun üst yüzeyinin altına (kemerin kilit taşı üstüne) 1 metre eninde ilave tel ızgara yerleştirilmesi önerilir (Bkz.Çizim 48).



Çizim 48: Kemerlerin Hafif Betonla Güçlendirilmesi (Zornic'den).

IV.9 - Saint Mark Kilisesi'nin Ana Giriş kapısının Üstündeki
Kemerlerin Temizlenmesi ve Sağlamlaştırılması¹¹¹

Uygulamacılar : Mario Piana

Emanuela Zucchetta

St.Mark Kilisesi'nin ana girişindeki üst üste üç kemerin üzerindeki kabartmalar 13.yy.'lın ilk yarısına aittir.

Her üç kemerdeki kabartmaların ve ana girişin mermer yapısının endişe verici bir şekilde hızla bozulması nedeniyle: malzemelerin kimyasal, fiziksel, minerolojik analizlerinin yapılmasından sonra, 1981'de koruyucu restorasyon çalışmaları için hızla projelendirmeye geçilmiştir.

Testler, sistematik ve detaylı bir onarım programı için temel oluşturmuşlardır. Seçilen yöntemler oluşturulan bir "Bilim Komisyonu" tarafından devamlı olarak incelenmiş ve kontrol edilmiştir.

Bütün kemer panelleri mermerdendir. Kapı girişinin çevresindeki üç kemerin mermeri Marmara Adası'ndan gelmiştir. Galeriden yükselen dördüncü kemer ise Carrara'da taş ocağından çıkarılan Luni mermerindendir.

Mermerlerde kabuklaşmanın oluşması, kırılan veya hava olaylarıyla aşınan malzemelerin önemli kaybı görülmektedir. Oymaların yüzeylerinin hemen hemen tamamı kalın bir siyah bir kabukla kaplanmıştır. Bunların karbon parçaları, organik maddeler, çözünebilir tuzlar (sülfatlar, karbonatlar, kloridler), demir oksitler açısından zengin oldukları saptanmış-

tır. Mermerin 5-10 mm. içine kadar yapılan klorid ve sülfat araştırmaları, sülfatlanma olayını çok ileri aşamalara ulaştığını göstermiştir. Isı değişimleri, tuzlar ve hava kirliliği taş yapının ayrılmasını sağlayan ana etkenlerdir.

Yıllar boyunca, ısı değişimleri yüzünden oluşan büzülme ve genişlemeler gözenekliliğin artmasına yol açmıştır. Yağmur suyu ve atmosferik nem, tuzlar ve sülfür bileşenleri ya da asit çözeltileri gibi kalsitle birleşip cips oluşturan zararlı maddelerle beraber taşın yüzey katmanından içeriye sızmışlardır. Sodyum klorid gibi tuz kristalleri oluşturan çözeltiler iç gerilmelerle mikro çatlaklara yol açmışlardır. Mikro organizmaların varlığı ve güvercin pisliklerinin etkileri dahil olmak üzere biyolojik olaylar da bozulmaya neden olmuşlardır.

Birçok kirletici madde arasında en zararlı olanı sülfürdioksittir. 1972'de Grand Canal'da kirletici maddelerin varlığı ve yoğunluğu ile bozulma arasındaki ilişkiyi inceleyen bir gözlem istasyonu kurulmuştur. 1981/82 kışından sonra buna ek olarak kilisenin cephesinde çalışmalara başlanmıştır.

Toplanan veriler, kış aylarındaki sülfürdioksit oranının yaz aylarına göre on kat fazla olduğunu ortaya çıkarmıştır. Özellikle de merkezi ısıtma sisteminin çalıştığı zamanlarda kirlilik en yüksek oranlara ulaşmaktadır.

Restorasyon çalışmalarının başlangıcında halledilmesi gereken son bir ana problem ise binanın yüzyıllar boyunca sürdürdüğü yavaş fakat farkedilir hareket sonucunda, oymalı kemerlerde görülen bozulmadır. Bu yüzden Kasım 1981'de cephenin fotogrametrik ölçümü yapılmıştır.

Çökmeyle oluşan basıncın bir başka etkisi de özellikle panel-lerin köşelerindeki çatlaklarda malzeme kaybına neden olmaktadır.

Oymaların güven vermeyen durumu mermer ve yüzeyindeki tüm maddelere ön sağlamlaştırma yapılmasını gerektirmektedir. Tortuların, sağlamlaştırma çalışmalarıyla birlikte uygulanan temizlik işlemleriyle, kademe kademe atılması sağlanmıştır. Kullanılan maddeler akrelik ve nitro seyrelticisi içinde Paraloid B72, silikon ve aseton çözeltilerinden oluşan silikon reçinesidir.

Temizlik işlemi, bir oluşum fazıyla başlayan işlemler dönüşünü ve yüzeyde kalmış sağlamlaştırma malzemelerinin izlerinin bir çözücüyle çıkartılmasını içerir. Bunu, seliloz macununa amonyum bikarbonat ve "desojen" eklenimiyle temizleme kompreslerinin uygulaması izler.

Bu işlemlerin tekrarı sağlamlaştırıcının ideal ölçüde içeri sızmasını ve temizleme işleminde ilerleme kaydedilmesini sağlayacaktır. Temizlemenin son aşamaları, sağlamlaştırma işlemi tamamlandıktan sonra, daha güçlü lekeleri çizerek çıkartmak

için ince bir bıçak kullanımını ve alüminyum oksitli bir hava - aşındırıcı aletin kullanılmasını içerir.

Restorasyon uygulaması sadece üç kemer üzerindeki oymaları değil, kolonları, köşeleri, kapı girişinin mermer yüzünü ve "St. Joseph'in Rüyası" diye bilinen grubuda içermektedir.

Dış kemerin üst yüzeyi yağmur sızıntılarından korunmak için kurşun tabakayla kaplanmıştır.

Uzun deneylerden sonra, suyun, mermerin gözenekli yapısından içeriye sızmasını önleyecek ek bir koruma maddesi bulunmuştur. dört değişik koruyucu madde mermerler üzerinde denenmiş ve sonuçlar (renk, kapılar emme, buhar geçirgenliği, temas açısı ölçülüp) işleme tabi tutulmamış mermerlerle karşılaştırılmıştır. Daha sonra bütün örnekler yapay yaşlanmaya tabi tutulmuştur.

Elektron mikroskopuyla yapılan incelemelerde, en iyi sonucun akrelik reçinesi (Paraloid B57) ve silikon ürünü (Dry Film) karışımı ile elde edildiği saptanmıştır. Aynı karışım mermerin sağlamlaştırılması için de kullanılmıştır.

Kemer içlerindeki tuğlaların kötü durumu bilindiğinden, dış kemerin dış yüzündeki mermer panelleri çıkartılıp, özel tuğlaların kullanımıyla bozulan bölümlerin yenilenmesi yapılmıştır. Daha sonra oymalı mermer paneller paslanmayan çelik çivilerle yerlerine yerleştirilmişlerdir.

Son olarak oymalı mermer panelleri güvercinlerden korumak için özel bir ışık ve hemen hemen görülmeyen bir ağ koyulmuştur.

SONUÇ

Bu çalışma kapsamında, kagir yapılardaki bozulma nedenleri araştırılmış, bozulmaların giderilmesi için günümüzde var olan yöntemler incelenmiştir.

Araştırmalar sonucu bu yöntemlerin doğru ve yanlış yönleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın sonucunda edinilen bilgiler ışığında, bozulma nedenleri, bozulmalar ve bozulmaların giderilme yöntemleri bir genel tablo altında toplanmıştır. Ancak, her yapı kendi içinde özel konumlara sahip olduğundan, bozulma nedenleri çok dikkatli saptanmalı ve sağlamlaştırma yöntemleri titizlikle seçilmelidir.

NEDENLER	BOZULMALAR	GİDERİLME YÖNTEMLERİ
DEPREM	Yapı genelinde hareket sonucu çatlakların oluşumu ve yıkılmalar	Enjeksiyon+Dikiş+Öngerme
SU BASKINI	Temelde hareket sonucu çatlamlar duvarlarda yıkılmalar, aşırı rutubet.	Enjeksiyon+Dikiş+Öngerme+Havalandırma
TOPRAK KAYMASI	Temelde hareket sonucu yıkılmalar ve çatlaklar	Enjeksiyon+Dikiş+Öngerme
YANGIN	Aşırı sıcaklık sonucu malzemede dökülmeler ve çatlamlar.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması+ yenilenmesi
FIRTINA	Özellikle yüksek yapılarda çatlakların oluşumu ve yıkılmalar, dış yüzeylerde aşınmalar, çatıda uçma ve kopmalar.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması+ yenilenmesi
ISI FARKLILIKLARI	Malzemenin iç bünyesinde çatlamlar.Termik hareketler sonucunda yapı bütününde hareket ve çatlamlar.	Malzemenin bünyesel sağlamlaştırılması+ yenilenmesi+ enjeksiyon
YAĞMUR SUYU	Yoğuşma sonucu nemin oluşması.	Havalandırma ya da ısıtma
DON ve KAR	Malzemelerde kılcal çatlakların oluşması.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması
ZEMİN SUYU	Nemin oluşturduğu zararlar	Nemin giderilmesi+ malzemelerin sağlamlaştırılması ve yenilenmesi
HAVADAKİ NEM	Nemin oluşturduğu zararlar	Havalandırma+ ısıtma+ malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması ve yenilenmesi
RUTUBET	Malzemenin eriyip zayıflaması, kırılmalar ve çatlamlar, sıva dökülmeleri, derzlerde dökülmeler, çiçeklenme.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması+ yenilenmesi derzleme/harç yenileme
RÜZGAR	Cephede aşınmalar. Çatı elemanlarının uçması veya kopması.Yüksek yapılarda hareket sonucu çatlamlar.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması+ yenilenmesi
ZEMİN TITREŞİMİ	Döşemelerde deformasyonlar, çatlaklarda açılıp kapanmalar, yeni çatlak oluşumu.	Titreşim kaynağının yok edilmesi, enjeksiyon+dikiş+öngerme+ hafif beton

AKUSTİK/ SES TİTREŞİMİ	Sıvalarda çatlaklar, mozaik, fresk gibi elemanlarda duvardan ayrılma	Kaynağın yok edilmesi + malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması
ATMOSFERİK KIRLENME + YAĞMUR	Cephede kirlenme ve lekeler, malzemede kimyasal değişim sonucu kırılmalar, dökülmeler.	Temizleme + lekelerin çıkarılması + malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması + yenileme
JEOLOJİK DENGELERİN BOZULMASI	Nem artışı, dış etkenlere karşı uygun konuma gelinmesi.	Bozulma nedeni saptanarak, gerekli yöntemin uygulanması
KULLANIMA BAĞLI YANLIŞLIKLAR	Kullanım amacına göre değişebilen her türlü bozulma	Bozulma nedeni saptanarak gerekli yöntemlerin uygulanması
HAYVANSAL VE BITKİSEL ZARARLAR	Kuş pisliklerinin malzemeyi zayıflatarak delmesi, ilkel bitkilerin malzemelerin üstüne yapışarak kopartması, ot ve ağaçların malzemelerin bileşimini değiştirerek, toprağa dönüştürmesi ve ayrışmalar, çatlaklar, dökülme	Temizleme + malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması + yenilenmesi + derzleme/harç yenileme
MALZEMEYE BAĞLI BOZULMALAR	Yapının ve bölgenin koşullarına uymayan malzemelerin kullanılması sonucu malzemelerde oluşan çatlaklar, kopmalar.	Malzemelerin bünyesel sağlamlaştırılması + yenilenmesi + derzleme/harç yenileme
DETAY YANLIŞLIKLARI	Dış etkenlere karşı, yapının yeterli korunmaması sonucu dış etkenlerle oluşabilecek her türlü bozulmalar.	Uygun detayların uygulanması
STRÜKTÜR TAŞARIM YANLIŞLIKLARI	Zeminde farklı oturmalar nedeniyle oluşan çatlaklar ve kırılmalar, yanlış kesit seçimi nedeniyle büyük çatlaklar ve yıkılmalar, ilavelerden gelen ek yük sonucu oluşan çatlaklar ve kırılmalar.	Enjeksiyon + dikiş + öngerme + hafif beton

DİPNOTLAR

- 1- Aksoy, Temel sistemler, s.64.
- 2- İbid.
- 3- Çelebi, Yapı Elemanları, s.30.
- 4- Eldem, Yapı, s. B2.3.
- 5- Hasol, Mimarlık Sözlüğü, s.274.
- 6- Arseven, Türk Sanatı, s.194.
- 7- İbid.
- 8- Hasol, op.cit., s.310.
- 9- İbid., s.312.
- 10- İbid.
- 11- İbid., s.504.
- 12- Feilden, Historic Buildings,s.118.
- 13- İbid., s.118.
- 14- İbid.,s.94.
- 15- İbid.,s.95.
- 16- İbid.,s.96.
- 17- İbid.,s.98.
- 18- İbid.
- 19- İbid., s.185.
- 20- Massari, Humidity, s.29.
- 21- İbid.
- 22- ——— , "Nem", s.281.
- 23- Feilden, op.cit., s.323.
- 24- Massari, op.cit., s.27.
- 25- İbid., s.28

- 26- İbid., s.29.
- 27- Akıllı, "Taş Eserlerin", s.131.
- 28- Feilden, op.cit., s.107.
- 29- İbid., s.109.
- 30- İbid., s.158.
- 31- İbid., s.157.
- 32- İbid., s.159.
- 33- İbid., s.154.
- 34- Akıllı, loc.cit.
- 35- Feilden, op.cit., s.110.
- 36- İbid.
- 37- İbid., s.163.
- 38- Aydın, "Onarım Teknikleri", s.24.
- 39- Gürdal, "Anıtlarda ve Yapılarda", s.29.
- 40- Eriç, "Taş Yapıların", s.61.
- 41- Sönmez, "Bozulma Nedenleri", s.37.
- 42- İbid., s.39.
- 43- Aydın, op.cit., s. Yok.
- 44- Massari, op.cit., s.42-43.
- 45- Lufsky, Yapılarda Su İzolasyonu, s.211.
- 46- İbid.
- 47- İbid.
- 48- İbid., s.212.
- 49- Massari, op.cit., s.46.
- 50- İbid., s.47.

- 51- Lufsky, op.cit., s.210.
- 52- İbid.
- 53- İbid.
- 54- Erincin, "Eski Yapılarda", s.21.
- 55- Lufsky, op.cit., s.213.
- 56- İbid., s.214.
- 57- İbid., s.215.
- 58- İbid.
- 59- Wenzel, "Structural Repair", s.400.
- 60- İbid.
- 61- İbid.
- 62- İbid.
- 63- İbid.
- 64- İbid., s.401.
- 65- İbid.
- 66- İbid.
- 67- İbid., s.402.
- 68- İbid.
- 69- İbid.
- 70- İbid.
- 71- Sözen, Sanat Sözlüğü, s.181.
- 72- Wenzel, op.cit., s.404.
- 73- İbid., s.405.
- 74- Zornic, "Strengthening of Masonry", s.292.
- 75- İbid.

- 76- Feilden, op.cit.,s.334.
77- ibid.
78- ibid.
79- Aydın, op.cit., s.32.
80- ibid.
81- Feilden, op.cit., s.335.
82- ibid., s.336.
83- Aydın, op.cit., s.37.
84- ibid., s.39.
85- Geilden, op.cit., s.337.
86- ibid., s.339.
87- ibid., s.341.
88- ibid.
89- ibid., s.342.
90- ibid.
91- ibid.
92- Aydın, op.cit., s.53.
93- ibid.
94- Feilden, loc.cit.
95- Mocan, "Kagir Yapılarda", s.5-7.
96- Aydın, op.cit., s.62.
97- Eriç, loc.cit.
98- ibid., s.62.
99- ibid.
100- Aydın, op.cit., s.59.

- 101- Feilden, op.cit., s.343.
- 102- Aydın, op.cit., s.60.
- 103- Erincin, loc.cit.
- 104- Zepnik, "Application of Cement Grouting", s.444.
- 105- İbid., s.445-446.
- 106- İbid., s.447-448.
- 107- Vogiatzis, "Conservation of the Church", s.485-494.
- 108- Marot, "Arc De Triomphe", s.513-521.
- 109- Scielzo, "Structural Problems", s.595-603.
- 110- Zornic, op.cit. s.291-298.
- 111- Piana, "The Sculptured Arches", s.115-127.

BİBLİYOGRAFYA

- Akıllı, Hüseyin "Taş Eserlerin Tahribatına Neden Olan Etkenler", Rölöve ve Restorasyon Dergisi, Sayı no.6, 1987, s.129-134.
- Aksoy, İ. H., İstanbul'da Tarihi Yapılarda Uygulanan Temel Sistemleri, İstanbul, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, 1982.
- Arseven, C. E., Türk Sanatı, İstanbul, Cem Yayınevi, 1984.
- Aydın, Serdar, "Taş ve Ahşap Mimari Anıtların Bozulma Nedenleri ve Onarım Teknikleri", Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, Yıldız Üniversitesi, 1987.
- Cecil, C. H. - Moberly, A. H., Building Materials Science and Practice, VI. Baskı, The Architectural Press, Yayın No:1, London, 1967.
- Çelebi, Rifat, Yapı Elemanları, İstanbul, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, 1984.
- Eldem, S. H., Yapı, İstanbul, Birsen Kitabevi, Tarih yok.
- Eriç, Murat, "Eski Eserlerimizde Malzeme Sorunları", Taç Vakfı Dergisi, C.1, Sayı no.4, Aralık 1986, s.23-28

- Eriç, M. - Ersoy, H. Y., "Taş Yapıların Yenileme Çalışmalarında Beton Malzemenin Özellikleri Açısından Kullanılabilirliğinin Araştırılması", Taç Vakfı Dergisi, C.2, Sayı no.5, Nisan 1987, s. 61-67.
- Erincin, Özkan, "Eski Yapılarda Zeminden Gelen Rutubetin Önlenmesi Konusunda Bir Uygulama", Taç Vakfı Dergisi, C.1, Sayı no.1, Şubat 1986, s.21-22.
- Feilden, B. M., Conservation of Historic Buildings, London, Butterworths, 1982.
- Gürdal, Erol, "Anıtlarda ve Yapılarda Kullanılmış Doğal Taşların Bozulmaları ve Korunmaları", Rölöve ve Restorasyon Dergisi, Sayı no.4, 1982, s.27-30.
- Hasol, Doğan, Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, II.Baskı, Yapı , Endüstri Merkezi, Yayın No:A2, İstanbul, 1979.
- Lufsky, Karl, Yapılarda Su İzolasyonu - İzolasyon Tekniğinde Bitüm ve Plastikler, Çev.: Ali İpekoğlu, İstanbul, Seyaş, 1980.

- Marot, M. - Bancon, M., "Arc De Triomphe De L'Etoile - Paris",
Structural Conservation of Stone
Masonry - Conservation Structurale De La
Maçonnerie En Pierre, International
Technical Conference Athens, 31.X.-
3.XI.1989, Athènes Conférence Internationale
Technique, Rome, ICCROM, 1990, s.513-521.
- Massari, G., Humidity in Monuments, Rome, ICCROM, 1970.
- Mocan, İ. A., "Kagir Yapılarda Onarım Belirtme
Teknikleri", Rölöve ve Restorasyon Dergisi,
Sayı no.5, 1983, s.3-18.
- "Nem", Meydan - Larousse Ansiklopedisi,
C.9, İstanbul, Meydan Yayınevi, 1972, s.281.
- Özer, Muzaffer, Yapıların Isı ve Buhar Yalıtımları,
İstanbul, Haşmet Basımevi, 1974.
- Piana, M. - Zucchetta, E., "The Sculptured Arches on the
Middle Portal of Saint Mark's Basilica",
Twenty Years of Restoration in Venice,
Venezia, ERI, 1987, s.115-127.
- Scielzo, A. - Castellano, G. "Structural Problems of Conservation
and Reinforcing Work of A Monumental
Building in the Old Part of Salerno (Italy)",
Structural Conservation of Stone Masonry -
Conservation Structurale De La Maçonnerie
En Pierre, International Technical Conference
Athens, 31.X.-3.XI.1989, Athènes Conférence
Internationale Technique, Rome, ICCROM,
1990, s.595-603.

- Sönmez, N., "Koruma ve Restorasyon Ders Notları" (Çoğaltma), İstanbul, Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Restorasyon Ana Bilim Dalı, 1990, s.34-39
- Sözen, M. - Tanyeli U., Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü, İstanbul, Remzi Kitabevi, 1986.
- Vogiatzis, S. - Floros, K., "Conservation of the Church of the Holy Apostles in Kalamata", Structural Conservation of Stone Masonry - Conservation Structurelle De La Maçonnerie En Pierre, International Technical Conference Athens, 31.X.-3.XI.1989, Athènes Conférence Internationale Technique, Rome ICCROM, 1990 s.485-494.
- Wenzel, Fritz, "On the State of Structural Repair of Masonry", Structural Conservation of Stone Masonry - Conservation Structurelle De La Maçonnerie En Pierre, International technical Conference Athens, 31.X.-3.XI.1989, Athènes Conférence Internationale Technique, Rome, ICCROM, 1990, s.399-407.

Zornic, Roko, "Strengthening of Masonry Vaults By Foam Concrete Application", Structural Conservation of Stone Masonry - Conservation Structurelle De La Maçonnerie En Pierre, International Technical Conference Athens, 31.X.-3.XI.1989, Athènes Conférence Internationale Technique, Rome, ICCROM, 1990, s.291-298.

Zepnik, R. - Schönbrodt - Rühl, W., "Application of Cement Grouting to Historic Buildings", Structural Conservation of Stone Masonry - Conservation Structurelle De La Maçonnerie En Pierre, International Technical Conference Athens, 31.X.-3.XI.1989, Athènes Conférence Internationale Technique, Rome, ICCROM, 1990, s.443-451.

ÖZGEÇMİŞ

1963 İstanbul doğumluyum. İlk öğrenimimi Şişli Ondokuz Mayıs ilkokulunda, orta öğrenimimi İstanbul Erkek Lisesinde tamamladım. 1982 yılında Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümüne girdim. 1987 yılında mimarlık öğrenimimi tamamladım. Aynı yıl kısa bir süre TAÇ Vakfında çalıştım.

Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Rölöve - Restorasyon Lisansüstü programına 1987 yılında başladım.

1988 yılından beri mimarlık konusunda özel çalışmaktayım.