

ANADOLU TÜRK MİMARİSİNDE TUĞLA VE KORUMA – RESTORASYON ÖNERİLERİ

Dokuz Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı

Serap GÜLER

Aralık, 1998

İZMİR

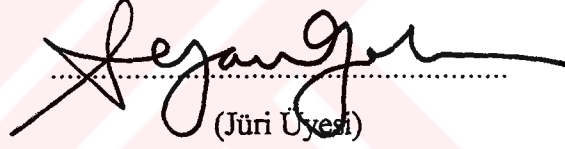
TEZ SINAV SONUÇ FORMU

Bu tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



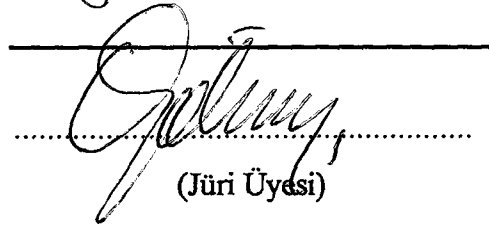
Doç. Dr. Eti Akyüz Levi
(Yönetici)

Doç. Dr. Sezai Göksu

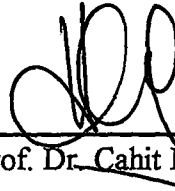


(Jüri Üyesi)

Öğ. Gö. Dr. Göksel Sezer



(Jüri Üyesi)



Prof. Dr. Cahit Helvacı
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

“Anadolu Türk mimarisinde tuğla ve koruma – restorasyon önerileri” konulu tez çalışması, ’97 Şubat ayından bu yana yapılan araştırma ve incelemelerle, gelinen aşamada tamamlanmıştır.

Çalışma, mimari mirasımıza verilen önemin artması, tarihi eserlerimizin korunması ve yaşatılması yolunda, sık sık karşılaşılan teori ve pratik arasındaki kopukluğu bir ölçüde giderebilmek amacıyla ortaya konmuştur.

Çalışma sürecinde kaynak araştırmaları kapsamında, İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi kütüphanesinden, İzmir Milli Kütüphane’den, O.D.T.Ü. ve ICCROM kütüphanelerinden yararlanılmıştır. Bu süreçte, kişisel görüşmelerden büyük faydalar gördüğüm, ICCROM kütüphanesi müdürü Marie Christine Uginet’a, English Heritage kurumundan konservatör mimar David Mason’a, Işıklar Tuğla yetkililerine, O.D.T.Ü. restorasyon laboratuvarı görevlilerine çok teşekkür ederim.

Çalışma sürecinde moral desteğini esirgemeyen arkadaşlarıma ve aileme de çok teşekkür ederim.

Tüm çalışma boyunca yardımlarını ve desteğini esirgemeyen anabilim dalı başkanımız sayın Prof. Dr. Recep Meriç’e ve tez danışmanım sayın Doç. Dr. Eti Akyüz Levi’ye de teşekkürü bir borç bilirim.

Serap GÜLER

ÖZET

Sayırsız medeniyete ev sahipliği yapmış Anadolu'da oldukça geniş bir kültür birikimi binlerce yıldır varlığını sürdürmektedir. Bölgede yaşamış çeşitli kültürlerin yaşam tarzları, inançları ve bunların yanında, yerleşim yerlerindeki olanaklar , kültür birikiminin önemli bölümünü oluşturan mimari ürünlerin niteliğini de belirlemiştir.

Mimari ürünlerin niteliklerinin tanımlanmasında, onları oluşturan malzemelerin- ki bu malzemeler bölgenin olanaklarıyla veya kültür etkileşimleriyle yakından ilgilidir- rolü büyüktür. Anadolu, yapı malzemesi açısından çeşitli olanaklara sahip bir bölgedir. Zengin taş yataklarının varlığı, özellikle kalıcı özellikte olması beklenen anıtsal yapılarda taş kullanımasını sağlamıştır. Fakat bu durum, taşın az bulunduğu bölgelerde veya Anadolu'da yaşamış çeşitli kültürlerin etkileriyle zaman zaman değişim göstermiştir. Bu değişimlerin sonucu olarak, genelde en fazla pişmiş toprak malzemeler, taşın alternatifi veya birinci derece yapı malzemesi olarak kullanılmıştır.

Önemli bölümünü tuğlanın içerdii pişmiş toprak malzeme kullanımı, M.Ö. 3500 dolaylarında ve büyük olasılıkla Mezopotamya bölgesinden, diğer kültürlerle yayılmıştır. Anadolu'da pişmiş tuğlanın ilk örnekleri M.Ö. 1000'den sonra Güneydoğu Anadolu'da, Zincirli yakınlarındaki Sakçagözü'nde bulunmuştur.

Hellenistik Dönemde yaygın olan tuğla kullanımı, yapı kültürüne kazandırdıkları çeşitli tekniklerle birlikte, Romalılarca Anadolu'ya taşınmıştır. Roma mimari kültürü birçok yönden Bizans ve Osmanlı mimarlığına kaynaklık etmiştir. Roma geleneklerinin, Yunan gelenekleri ve hristiyanlık öğeleriyle kaynaşmasından oluşan

Bizans mimarisi de, bir tuğla mimarisidir. Özellikle son dönem Bizans mimarlığına ait süsleme sanatı, Osmanlı ile çeşitli yönlerden paralellikler göstermektedir.

Selçukluların, Türk toplumu olarak 11. yüzyılda Anadolu'ya gelmeleri ile inanç sistemleri ve bundan büyük ölçüde etkilenen yapı kültürleri bölgeyi etkilemiş, yeni üslupların şekillenmesine neden olmuştur. Böylece Selçukluların tuğla kültürleri de Anadolu yapı kültürünü etkilemiştir.

Anadolu, yapı malzemesi açısından değişik alternatiflere sahip bir bölge olduğundan, yeni gelen kültürlerin etkileri belirleyici olmamakla birlikte, varolan özgün üsluplara çeşitli katkılarda bulunmaktadır.

Erken Devir Osmanlı mimarisinde tuğla, yapı malzemesi olarak birinci derecede önem kazanmış, Bizans ve Selçuklu kültürlerinin etkileri ve yerel olanaklar, kalıcılık istenen önemli yapılar dışındaki yapıların, yapısal ve süsleme özellikleri açısından, tuğla - taş birlikteliği temeline oturmasına neden olmuştur.

Osmanlı mimarisinde, tuğla malzemenin yapısal ve süsleme amaçlı olarak son derece özgün tarzlar yaratılarak kullanılması nedeniyle, tez çalışmasında diğer kültürlerle oranla daha fazla ağırlık verilmiştir.

Genel anlamda pişmiş toprak malzeme kullanımı, yapısal amaçlı olarak; kemerlerde, kubbelerde, döşemelerde, ocaklarda, ısıtma ve su tesisatlarında kullanılmıştır.

Tuğla malzeme, yapım aşamasında genel olarak üç şekilde elde edilmekteydi;

- piyasadan doğrudan ücret ödenerek almak,
- ocak sahibi üreticilere özel olarak ısmarlamak,
- devlet tarafından işletilen harmanlardan sağlamak.

Ayrıca, Sultan Ahmet ve Süleymaniye gibi önemli anıtsal yapılar için özel üretimler yapılmıştır.

Tuğlalar, yapı elemanlarında kullanıldıkları yerlere, üretildikleri harmana veya boyutlarına göre çeşitli isimler almışlardır. Bu isimler ayrıntılı bir biçimde listelenmiştir.

15. yüzyıl sonlarına gelene kadar tuğla kullanımında, sistematik bir boyutlaşma görülmemektedir. Ayverdi, 15. yüzyıl sonrasından, 18. yüzyıl'a kadar, özellikle kalınlıklarda sistematik bir azalmadan söz etmektedir.

Özellikle Erken Devir Osmanlı mimarisinde tuğla, süsleme amaçlı olarak taşla birlikte kullanılmıştır. Bu konuda en önemli kaynak, Bizans mimarisidir. Yerel olanaklar ve kültür etkileşimi, süsleme sanatında benzer çizgilerle karşılaşılmasına neden olmuşsa da, temel fark olarak, cephenin bütününe egemen olan Bizans tarzı süslemeler, Osmanlı mimarisinde sınırları çizilmiş panolar içinde kalmıştır.

Osmanlı mimarisi süsleme sanatında uygulamalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır;

- Duvar yüzeyinde uygulanan süsleme
 - Almaşıklık
 - Rozet
 - Pano
- Pencere alınlığı
- Kemer (Dekoratif amaçlı)
- Mukarnas
- Kirpi saçak

Bu kullanım yerleriyle ilgili özgün örnekler konu kapsamında verilmektedir.

Anadolu Türk mimarlığında özgün kullanımlarıyla dikkat çeken tuğla, yapı malzemesi olarak mimari kültürümüzün önemli bir ögesi olmuştur. Bu özgün kullanımları içeren, eşsiz örneklerden günümüzde halen varlığını sürdürenleri, gelecek nesillere ulaştırmak amacıyla, tarihi yapılarda kullanılan tuğla malzemenin temizlenmesi, korunması ve onarımı konusu, konu ışığında ülkemizde ve yurtdışında yürütülmüş örnek çalışmalarla birlikte, tez çalışmasının dördüncü bölümünde sunulmuştur.

Anadolu’da, özellikle Erken Devir Osmanlı mimarisinde yapılan anıtsal yapılarda Bizans etkisiyle, taş ve tuğla malzemenin birlikte kullanılması, günümüzde koruma ve onarım çalışmalarında konuyu daha karmaşık hale sokmaktadır.

Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler başlıklar halinde;

- imalat
- su etkisi
- ısı etkisi
- biyolojik etkiler
- hareket, olarak sıralanmıştır.

Yukarıda sayılan etkiler, özellikle yurtdışında yapılmış olan çeşitli deneylerle araştırılmıştır. Bunlar arasında su etkisi, malzemede kimyasal ve fiziksel olarak, çok yönlü bozulmalara neden olmaktadır. Su, kimyasal olarak, malzemenin bünyesinde varolan çözünebilir özellikteki maddelerin, özellikle de çözülebilir tuzların, malzemeye zarar vermesine, fiziksel olarak da, malzemenin gözeneklerine girip donarak, çatlamasına neden olmaktadır. 7. Uluslararası Berlin Kongresi’nde bu konuda sunulan çalışmalar tez kapsamında anlatılmıştır.

Tuğla malzemede meydana gelen bozulmaların sağlıklı bir şekilde giderilmesi için çeşitli teşhis sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler döküman ve bilgisayar programı halinde, tarihi yapıların onarım çalışmalarında verimi artırmak amacıyla hazırlanmıştır.

Tuğla malzemede temizlik ve koruma çalışmaları:

Tarihi yapılarda kullanılan tuğla malzemelerde gerekli teşhis çalışmaları yapıldıktan sonra, temizleme ve koruma işlemleri uygulanmaktadır, bunlar kısaca;

- yıkama
- mekanik temizleme
- kimyasal temizleme
- yüzey uygulamaları
- takviye malzemeleri kullanımı şeklindedir.

Yapılan temizlik ve koruma çalışmalarının her zaman malzemeye minimum zarar vermesi beklenmektedir. Bu nedenle, kullanılacak yöntemlerin, malzemenin doğasına uygun olması ve uygulama yapan kişilerin deneyimli olmaları gerekmektedir.

Tuğla malzemeli yapı elemanlarında meydana gelen yıpranmalar, çeşitli deneylerle gözlemlendikten sonra belirlenmekte ve uygun çözümler üretilmektedir. Bunlar, temizlikten onarıma kadar çeşitli teknikleri içerir. Uygulamada hangi tekniklerden yararlanılacağı uzmanlar tarafından belirlenmektedir.

Malzemede meydana gelen yıpranma onarım gerektirdiğinde, günümüzde aşağıda sözedilen tekniklerden yararlanılmaktadır;

- Tuğlaları bütün olarak değiştirmek
- İkinci el tuğla kullanımı
- Arka yüzleri kullanılan tuğlalar
- Özel üretim tuğlalar
- Yapının kendisini kaynak olarak kullanmak
- Yeni malzemede ton ayarlaması
- Ölçülü ve dekoratif işçiliğin onarımı
- Çıkıntı ve kırılmaların onarımı

Olduğu gibi bırakmak

Noktasal onarım

Dikiş atmak ve yerinde harç takviyesi yapmak

Tamamen söküp yeniden yapmak

- Derzlerin onarımı

Onarım tekniklerinden yararlanmadan önce, yıpranmanın nedenleri ve niteliği tam olarak belirlenmeli, en uygun çözüm uygulanmalıdır. Uygulamalar “restorasyon ahlakı” açısından, orijinallik ön planda tutularak yapılmalı ve her zaman minimum olmalıdır.

Bugüne kadar çeşitli araştırma ve deneylerle oluşturulan temizlik ve onarım teknikleri, teorik ve uygulama düzeyinde incelenerek tartışılmıştır. Çalışma kapsamında sunulan beş örnek bu tartışmaları içermektedir.

Örneklerde genel olarak, tarihi yapılarda kullanılan tuğla ve harçların fiziksel ve kimyasal yapıları incelenerek, aynı veya farklı dönemlerde kullanılan malzemeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Bu karşılaştırmalarda üzerinde durulan konu, malzeme dayanımlarındaki değişimdir.

Son bölümde, tarihi tuğla malzemeli yapıların temizlik, koruma ve onarım çalışmalarında kullanılan teknikler, tablolar şeklinde hazırlanarak, konu ile ilgili kullanımlar için pratik gösterimler halinde sunulmuştur.

ABSTRACT

THE USE OF BRICK IN ANATOLIAN TURKISH ARCHITECTURE AND SUGGESTIONS ABOUT CONSERVATION AND RESTORATION

Anatolia, a land of so many cultures over thousands of years, inherited various heritages from these cultures some of which still survive. The life styles, beliefs of those cultures and the resources nearby the inhabitable regions effected the qualities of the architectural products, which constitute an important part of the cultural heritages.

Building materials, which have close relation with the resources and the cultural states of the regions, play the main role to determine the qualities of the architectural products. In terms of building materials, Anatolia has pretty much choice. The existence of wide range of stone beds allowed the people to build their monumental buildings with stone, but this situation is different in the places where there is no stone or in the places, which are under the effect of different cultures. As a result of this difference, brick mostly became the main alternative of stone and in some places it was used and still being used as the main building material in Anatolia.

The use of baked bricks as a building material goes back about 3500 B.C. in Mesopotamia and most probably from there it was spread out to the other cultures around the world. In Anatolia, the earliest types of baked bricks were used about 1000 B.C. The first samples of those bricks have been found in Sakçagözü near Zincirli in the south - eastern part of the country.

The Romans transferred the widespread use of brick of Hellenistic Period to Anatolia, together with the new methods in building techniques they had developed. Roman architectural culture was a source for Byzantine and Ottoman architecture in many ways. Byzantine architecture, which composed of Roman traditions and Christianity elements, was simply a 'brick architecture'. Particularly the ornamental art of the last period of Byzantine architecture displays some parallelism with the Ottoman art.

As a Turkish society, the Seljuks participated in the Anatolian cultural life in the 11th Century A.D. Their system of beliefs and their building culture, which was greatly under the influence of religion deeply, effected the whole region, causing to reshape of new building styles. Thus, Seljuks' 'brick culture' effected the building culture of Anatolia.

As mentioned before, since Anatolia, in terms of building materials, has a variety of choices so the effects of the newcomers' styles didn't become determining or dominating, but enriching and contributory to the existing unique styles.

In the early period of the Ottoman architecture, brick gained the importance as the main building material. The effect of both Byzantine and Seljuk architecture together with local resources caused the buildings to be built, in terms of structural and ornamental art qualifications, on the foundation of brick and stone, except for monumental buildings.

In the Ottoman architecture brick was widely used with the aim of producing both structural and ornamental styles creating original manners. For this reason the Ottoman architecture was studied more than the other cultures in the thesis.

Generally, in the Ottoman architecture brick was used for structural purposes in arches, domes, floors, chimneys, and heating and water installations.

In the building stage, brick was supplied in three ways;

- from the market,
- privately ordering to the owners of brick kilns,
- from the state-run brickyards.

Additionally some special productions were made for important monumental buildings, such as Sultan Ahmet Mosque and Süleymaniye Mosque.

Bricks were given different names according to places they were used in the building elements, to the brickyards from which they were taken or to their dimensions. Those names were listed in detail in the text.

Up to 15th Century there wasn't a measurement system relating to the dimensions of brick. From 15th Century until 18th, there was a systematic decrease in bricks' thickness.

Especially in the Early period of the Ottoman architecture, in ornamentation of the facades, brick was used with stone. At this point, the main source was Byzantine architecture. Although the local resources and cultural interaction caused us to meet some similar features in ornamentation with Byzantine architecture, as a main difference, the Byzantine type facade ornamentation, which dominated along the surface remained in a limited area in the Ottoman architecture.

The ornamentation types in the Ottoman architecture were as follows:

- Ornamentation on the walls
 - Alternation
 - Rosette
 - Panel
- Window tympanum
- Arch (decorative)
- Stalactite
- Saw tooth border (fringe)

(Original examples about these types are given in the text)

The brick, which draws attention by its original usage in Anatolian Turkish architecture, has an important part in the architectural culture as a building material. With the aim of transferring those architectural heritage of unique examples, which cannot be found anywhere out of Anatolian, to the future generations properly, it will be suitable to touch the techniques and applications, which have reached to an advanced level in our country and abroad.

One of the aims of this thesis has been to investigate the studies and works about cleaning, preservation and repairing of the original brickworks made both in the country and abroad, which can survive today and to provide a basis for the future studies.

In the Early period of Ottoman architecture, by the effect of Byzantine architecture, the buildings were built of brick and stone. This has caused the maintenance and repairing to become more complex.

We can classify the causes of deterioration in the historical brickworks under the following headings:

- manufacture
- water penetration
- heat transfer
- biological reasons
- movement

These events have been researched through the experiments particularly abroad. Among these causes, water penetration deteriorates the material in two ways; chemically and physically. Chemically, water dissolves the soluble salts inside the brick and decays the material, and physically it penetrates through the bricks and joints and causes cracking when it freezes. The studies covering this subject that was presented in the 7th International Berlin Congress were included in the thesis.

In order to get better results in getting rid of deterioration properly in the historical brickwork, various diagnostic systems have been developed. Such systems have been prepared in the form of documents and computer programs, aiming at increasing the efficiency.

After completing the required diagnostic works, cleaning and maintenance processes start. Those activities include;

- washing
- mechanical cleaning
- chemical cleaning
- surface treatments
- consolidates

As a rule, a minimum damage is calculated during the cleaning and maintenance processes. For this reason, it is necessary for the method used to be convenient for the material and the workers' level of experience.

When the deterioration in brickwork needs repair, today, the remedial works written below are used;

- replacing whole bricks
- use of second-hand bricks
- reversing bricks
- making new 'specials' to match
- use the building as a source
- toning in replacement of bricks
- repairing gauged and decorative brickwork
- treatment of bulges and fractures
 - leaving alone
 - cutting out and pointing
 - stitching and grouting in-situ
 - taking down and rebuilding
- treatment of joints

Before using those techniques, the causes of deterioration should be defined carefully and the best solution should be applied. Applications should be kept in minimum and carried out for the aim of originality in parallel with the 'restoration ethics'.

The cleaning and repairing techniques, on the levels of both theoretical and practical, which were developed through researches and experiments were discussed. Five examples of those studies presented in the thesis cover those discussions. The examples include the chemical and physical formation of historical bricks and mortars used in different periods and comparisons between them. In comparing the materials, the main point was durability.

For the techniques of cleaning, maintenance and remedial works, it is tried to find a practical way to express the whole study. For this purpose, some tables are used. The aim of the last part of the thesis is to make a contribution to the applications in restoration works.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İçindekiler	XVI
Levha Listesi	XX
Tablo Listesi	XXIII
Şekil Listesi	XXIV

Giriş	1
-------------	---

1. Bölüm

PIŞMIŞ TOPRAK MALZEMENİN ANADOLU'DAKİ TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1 Hellenistik dönem	4
1.2 Roma dönemi	5
1.3 Bizans dönemi	6
1.4 Selçuklu dönemi	8

2. Bölüm

OSMANLI MİMARİSİNDE TUĞLANIN YAPISAL AMAÇLI KULLANIMI

2.1 Tuğlanın kullanıldığı yapı elemanları.....	18
--	----

2.1.1 Kemer	19
2.1.2 Kubbe	20
2.1.3 Döşeme	21
2.1.4 Ocak	21
2.1.5 Isıtma ve su tesisatı	21
2.2 Tuğla çeşitleri ve üretim şekilleri	22
2.2.1 Malzemenin bileşenleri	22
2.2.2 Malzemenin pişirilmesi	22
2.2.3 Tuğlanın renklerine göre ayrımı	23
2.2.4 Osmanlı mimarisinde kullanılan tuğla çeşitleri	24
2.2.5 Osmanlı inşaat sektöründe tuğla üretim şekilleri	26

3. Bölüm

OSMANLI MİMARİSİNDE TUĞLANIN SÜSLEME AMAÇLI KULLANIMI

3.1 Duvar yüzeyinde uygulanan süsleme	31
3.1.1 Almaşıklık	31
3.1.2 Rozet	32
3.1.3 Pano	36
3.2 Pencere alınlığı	36
3.3 Kemer (Dekoratif amaçlı)	39
3.4 Mukarnas	39
3.5 Kirpi saçak	42

4. Bölüm

TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN TUĞLANIN TEMİZLENMESİ, KORUNMASI VE ONARIMI

4.1 Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler	51
4.1.1 İmalat	51
4.1.2 Su etkisi	51
4.1.3 Isı etkisi	65
4.1.4 Biyolojik etkiler	66
4.1.5 Hareket	66
4.2 Tarihi yapılarda bozulmanın teşhisi	67
4.3 Tuğla malzemede temizlik ve koruma çalışmaları	69
4.3.1 Yıkama	69
4.3.2 Mekanik temizleme	70
4.3.3 Kimyasal temizleme	70
4.3.4 Yüzey uygulamaları	73
4.3.5 Takviye malzemeleri kullanımı	73
4.4 Tuğla malzemede onarım çalışmaları	74
4.4.1 Tuğlaları bütün olarak değiştirme	75
4.4.2 İkinci el tuğla kullanımı	75
4.4.3 Arka yüzleri kullanılan tuğlalar	75
4.4.4 Özel üretim tuğlalar	77
4.4.5 Yapının kendisini kaynak olarak kullanmak	77
4.4.6 Yeni malzemede ton ayarlaması	77
4.4.7 Ölçülü ve dekoratif işçiliğin onarımı	79
4.4.8 Çıkıntı ve kırılmaların onarımı	80
4.4.9 Derzlerin onarımı	84
4.5 Örnek çalışmalar	86

5. Bölüm**TUĞLA MALZEMELİ TARİHİ YAPILARIN TEMİZLEME VE ONARIM
ÇALIŞMALARINDA İZLENECEK YÖNTEMLER KONUSUNDA MODEL
GELİŞTİRME 117**

Sonuçlar 126

Levha kaynakları 130

Kaynaklar 132



LEVHA LİSTESİ

Sayfa

Levha 1.1 Priene Tiyatrosu sahne yapısı	7
Levha 1.2 Serapis Tapınağı, Bergama	7
Levha 1.3 Pammakaristos Manastır Kilisesi	9
Levha 1.4 Konya Sahip Ata Hanekahı, iç mekan	11
Levha 1.5 Konya Karatay Mescidi, ön cephe	12
Levha 1.6 Malatya Ulu Camii, eyvan tonozu	12
Levha 1.7 Sivas Burucuyi Medresesi, Türbe, kubbeye geçiş	13
Levha 1.8 Çay, Taş Medrese, Mescit kubbesi	13
Levha 1.9 Konya İnce Minareli Medrese	15
Levha 1.10 İnce Minareli Medrese, minare gövdesi	15
Levha 1.11 Sivas Gök Medrese, minare gövdesi	15
Levha 1.12 Malatya Ulu Camii, kubbe görünüşü	16
Levha 1.13 Mardin, Hasankeyf, Zeynel Bey Türbesi	17
Levha 3.1 İznik Hacı Özbek Camii	33
Levha 3.2 İznik Nilüfer Hatun İmareti	33
Levha 3.3 İzmir Kızlarağası Hanı, batı cephesi	34
Levha 3.4 İznik Nilüfer Hatun İmareti, revak yanındaki tuğla rozet	34
Levha 3.5 Bursa Orhan Camii, yan cephede rozet motifi	35
Levha 3.6 Yenişehir Seyyid Mehmet Dede Zaviyesi, rozet motifi	35
Levha 3.7 İznik Nilüfer Hatun İmareti, cephede pano süsleme	37
Levha 3.8 Bursa Yıldırım Medresesi, pencere alınlığı ve pano	37
Levha 3.9 a, b Bursa Timurtaş Camii, pencere alınlığı	38
Levha 3.10 Ankara Karacabey Türbesi, alınlık süslemesi	38

Levha 3.11 Bursa Hüdavendigâr Camii, son cemaat yeri doğu cephesi	40
Levha 3.12 Bursa Koca Naib Camii minaresi, kemer dekorasyonu	40
Levha 3.13 Ankara Karacabey Camii minaresi, kemer dekorasyonu	41
Levha 3.14 Tire Narin Camii minaresi, kemer dekorasyonu	41
Levha 3.15 Manisa Muradiye Medresesi, mihrap, görünüş ve plan	45
Levha 3.16 Bursa Hüdavendigâr Camii minaresinden mukarnas detayı ...	45
Levha 3.17 Bursa Muradiye Camii, Harem kubbesine geçiş bölümü	46
Levha 3.18 Bursa Muradiye Camii, mukarnaslı kubbe	46
Levha 3.19 Edirne Yıldırım Camii, kirpi saçakları	47
Levha 3.20 Bursa Orhan Camii, kirpi saçakları	47
Levha 3.21 Tire Yeşil İmaret, kirpi saçakları	48
Levha 3.22 İzmir Kızlarağası Hanı, cephe detayı	48
Levha 3.23 Osmanlı dönemi mimarlığı, tuğla süsleme detayları	49
Levha 4.1 a, b Çürüme sürecine girmiş tuğla ve harç örneği	59
Levha 4.2 Tuğla örnekte çürümenin başlaması	60
Levha 4.3 Angera taşı örneğinde çürümenin başlaması	60
Levha 4.4 Çevre şartlarından dolayı duvar kesitinin kaybı	63
Levha 4.5 Laboratuvar testlerinde örneklerdeki bozulmayı ölçen araç	63
Levha 4.6 19. Yüzyıla ait tuğlada mekanik temizlemenin aşındırıcı etkisi ..	72
Levha 4.7 Tuğla yüzeyde hidroflorik asit uygulamasının yetersiz yıkanmasıyla ortaya çıkan lekeler	72
Levha 4.8 17. Yüzyıla ait tuğla duvarda onarım çalışması	76
Levha 4.9 16. Yüzyıla ait yapı cephesinde başarılı bir onarım çalışması ...	78
Levha 4.10 17. Yüzyıla ait bir yapıdan köşe detayı	81
Levha 4.11 Tarihi tuğla duvarın onarım amaçlı derz uygulamasında kötü bir örnek	85
Levha 4.12 Sahip Ata Mescidi, yapı strüktürünü gösteren kesit	93
Levha 4.13 a, b Kubbedeki çiçeklenme ve tonozdaki tuz kristalleşmesi ...	93
Levha 4.14 a-f Tuğla mikrofimleri	100
Levha 4.15 a-h Optik mikroskopi x 100	101

Levha 4.16 Aynı yapı elemanından seçilen iki tuğla örneğinde su geçirimsizlik uygulamasının sonucunun karşılaştırılması	105
Levha 4.17 Su geçirimsizlik uygulaması yapılmış tuğla yüzeyde gizli çiçeklenme	109
Levha 4.18 Molenaarsgraaf Kilisesi'nde su geçirimsizlik uygulaması yapılmış duvarda ufalanma	109
Levha 4.19 Tuğla duvar yüzeyinde asit testi uygulanmayan bölümde alg gelişimi	110
Levha 4.20 Leerdam Kilisesi'nde uygulama yapılmış yüzeyde alg gelişimi	110
Levha 4.21 Schagen Kilisesi'nde onarım sonrası harçlarda görülen bağ kaybı	112
Levha 4.22 a, b Tuğlada karbonat taneciklerinin jips'e dönüşümü	116

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 Kimyasal bileşenlerine göre tuğla renkleri	24
Tablo 2.2 Osmanlı mimarisinde kullanılan tuğla ile ilgili terimler	25
Tablo 4.1 Yapılardan alınan örneklerin fiziksel özellikleri	88
Tablo 4.2 Tuğla örneklerin aksiyal olmayan basınç dayanımları	91
Tablo 4.3 Sahip Ata Mescidi'nde kullanılmış tuğlaların su emme kapasitesi, gözeneklilik ve yoğunluk değerleri	96
Tablo 4.4 Tuğla örneklerin yapay ortamda su emme yüzdeleri	106
Tablo 4.5 Harderwijk Kilisesi'nde Karsten ölçümleri	107
Tablo 5.1 Tuğla yapıya müdahale kararı alındıktan sonra yürütülen çalışmalar	118
Tablo 5.2 Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler	121
Tablo 5.3 Tuğla malzemede uygulanan temizleme ve koruma teknikleri ..	122
Tablo 5.4 Tuğla malzemede uygulanan onarım teknikleri	125

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 4.1 Tuğla yoğunluğu / su emme katsayısı (W_o) ilişkisi	54
Şekil 4.2 Mikrogözeneklilik / gaz geçirgenliği ilişkisi	55
Şekil 4.3 Mikrogözeneklilik / su emme katsayısı (W_o) ilişkisi	55
Şekil 4.4 Tuğla ve taş örnekler üzerine işlenmiş grid sistem	64
Şekil 4.5 Taş örnekten alınan verilerle oluşturulan diagram	64
Şekil 4.6 Tuğla yüzeylerini birarada tutmak için kullanılan birleştirme yöntemleri	83
Şekil 4.7 Ağırlık kaybı / zaman diyagramı	89
Şekil 4.8 Tuz kristalleşmesi devirleri / ağırlık kaybı diagramı	90
Şekil 4.9 Tuğlaların su emme oranları	95
Şekil 4.10 Tuğlaların kuruma oranları	95
Şekil 4.11 Tuğla yüzeyde su geçirimsizlik uygulaması / su emme kapasitesi ilişkisi	104
Şekil 4.12 Harderwijk Kilisesinin, gerçek ve yüksek nemli ortamlarda duvar derinliklerindeki nem yüzdeleri	107

GİRİŞ

Günümüzün çağdaş yapı malzemelerinin henüz bulunmadığı zamanlarda, genelde ahşap ve kerpiç malzemenin kullanıldığı konut mimarisi dışında, toplumların güçlerini ve inançlarını yansıtan anıtsal yapılarda başlıca malzeme olarak taşın olanaklarından yararlanılmıştır. Taşın zor elde edildiği veya hiç bulunmadığı bölgelerde tuğla, taşın en büyük alternatifi olmuştur. Birçok kültürde ise tuğla ve taş birarada özgün nitelikteki kullanımlarıyla dikkat çekmiştir.

“Anadolu Türk mimarisinde tuğla ve koruma-restorasyon önerileri” adlı çalışmada konunun esasını, zengin mimari mirasımız içinde önemli bir yere sahip olan tuğla malzemeli yapıların miktarı ve çeşitliliğine göre oldukça yetersiz kalan koruma ve onarım çalışmaları oluşturmaktadır. Ülkemizde konu ile ilgili yetersizlikler ana başlıklar halinde şunlardır:

- teknik yetersizlikler (uygulama ve döküman),
- koruma politikalarındaki yetersizlikler,
- ekonomik yetersizlikler.

Mimarlık tarihi araştırmalarında yapı malzemeleri konusunda oldukça az sayıda çalışmanın yapılması ve bunların çoğunun taş malzeme ile sınırlı kalması da konu seçimindeki diğer önemli faktör olmuştur.

Çalışmada amaç, zengin mimari mirasın varlığını vurgulamak ve yapılacak koruma ve onarım çalışmalarında uygulama yapacak kişileri ilkesel bağlamda yönlendirmektir. Bu açıdan özellikle yurtdışı örnekleri, bir takım deneyimlerin, zaman kaybetmeden edinilmesine katkıda bulunması açısından önem kazanmaktadır.

Çalışma sürecinde, genel olarak tarihsel yöntemden yararlanılmakla birlikte, kişisel görüşmeler ve yerinde gözlemlerle de konu hakkında gerekli bilgiler elde edilmiştir.

Çalışma kapsamında konu;

- tarih boyunca tuğla malzemenin kullanım şekilleri,
- günümüze kadar ulaşabilen özgün kullanımların korunması ve yaşatılması, olmak üzere iki ana başlık altında toplanmıştır.

İlk bölümde tuğlanın, ne tür ihtiyaçlar sonucu, hangi kültürlerde kullanıldığı, Anadolu Türk mimarisini nasıl etkilediği, malzeme seçiminde inançların geleneklerin ve kültür etkileşimlerinin önemi üzerinde durulmaktadır.

İkinci ve üçüncü bölümlerde ise, ilk bölümde genel olarak ele alınan konu, özelde Osmanlı mimarlığı için irdelenmiştir. İkinci bölümde tuğla malzemenin yapısal amaçlı kullanımı, üretimi, boyutsal özellikleri, üçüncü bölümde ise malzemede kullanım yetkinliğinin artmasıyla, süsleme alanındaki üretimler üzerinde durulmuştur. Görsel malzemenin ağırlıklı olduğu üçüncü bölümde, Osmanlı mimari kültürünün özgünlüğünü yansıtan çok çeşitli kullanım yerleri olduğu görülmektedir.

Mimari mirasımızın korunması ve yaşatılmasının, dünya kültürleri arasında varlığımızı sürdürebilmemiz için en önemli şartlardan birisi olması, dördüncü ve beşinci bölümü oluşturan temel nedendir. Bu mirasın bir bölümünü içeren, özgün tuğla malzemeli yapılarımızı yaşatmak için başvuru alan temizleme, koruma ve onarım teknikleri, bu tekniklerin yurt içi ve dışındaki örnekler bağlamında incelenmesi ve karşılaştırılması dördüncü bölümün ana yapısını oluşturmaktadır. Beşinci bölümde ise, dördüncü bölümde sunulan ayrıntılı bilgiler, tablolar yardımıyla sistematize edilerek, pratik kullanımlar için uygun duruma getirilmiştir.

1. BÖLÜM

1. PIŞMIŞ TOPRAK MALZEMENİN ANADOLU'DAKİ TARİHSEL GELİŞİMİ

Anadolu, milattan önce onbinlere dayanan kültürel geçmişiyle günümüze kadar sayısız medeniyete ev sahipliği yapmış bir bölgedir. Sayısız medeniyetin bıraktığı geniş kültür birikiminin izleri binlerce yıldır varlığını, yaşanan tüm olumsuzluklara karşın sürdürmektedir. Varolan bu geniş kültür birikiminin önemli bir kısmını oluşturan mimari miras, bölgenin çok çeşitli kültürünün, yaşam tarzlarının, inançlarının, diğer kültürlerle yaşanan etkileşimlerin ürünü olmakla beraber, teknik açıdan bölgenin malzeme verileri ile de paralellik göstermiştir.

Anadolu'da varolan çeşitli yapı malzemeleri değişik bölgelerde bulunmaktadır. Toprak malzeme genellikle İç ve Güneydoğu Anadolu'da, taş malzeme İç, Güney ve Doğu Anadolu'da, ahşap malzeme ise genelde kıyı bölgelerinde özellikle Karadeniz Bölgesinde yoğunluk kazanmıştır. Ayrıca kullanım amacına yönelik yapılan bir sınıflamada dini, askeri ve sosyal amaçlı yapılarda kalıcılık özelliği göz önünde tutularak daha çok taş malzeme kullanılmıştır. Anadolu'da varolan zengin taş yatakları da bunun en büyük nedenidir. Fakat zaman zaman taşın ve ahşabın az bulunduğu bölgelerde, ucuz ve kolay üretildiği için, zaman zaman da Anadolu'ya hakim olan medeniyetler aracılığıyla pişmiş toprak malzeme de taştan sonra ikinci derecede, hatta bazen birinci derecede öneme sahip olarak Anadolu mimarisinde yerini almıştır.

Yapılarda kullanılan pişmiş toprak malzeme çeşitlerinin önemli bölümünü tuğla oluşturmaktadır. Tuğla'nın dışında yaygın pişmiş toprak malzemeler genel olarak, üst örtülerde kullanılan kiremit ve su tesisatlarında veya bacalarda kullanılan

künklerdir. Bunların içinde sadece tuğla, çeşitli versiyonları ile hem yapısal, hem de süsleme amaçlı kullanılmıştır.

Tuğla kullanımı M.Ö. 3500 dolaylarında ve büyük olasılıkla Mezopotamya’da, bölgede bol bulunan kerpiç malzemenin fırınlanarak pişmiş tuğla haline getirilmesiyle başlamıştır. Pişmiş tuğla üretimini zorlayan nedenlerin başında yerleşme merkezlerinin görkemli noktalarında, kerpiçten inşa edilen büyük ölçekli önemli yapıların iklim koşulları ile başa çıkamaması ve çabuk aşınmaları gelmektedir.

Tuğla üretiminin bu ilk aşamasında iki önemli gelişme olmuştur. Birincisi, fırınlamayı kolaylaştırmak için birim boyutların küçültülmesi, ikincisi ise yapıların farklı kısımlarında kullanılmak üzere değişik tuğla birimlerinin hazırlanmaya başlanmasıdır... M.Ö. 2100-1950 yıllarında ise tuğla boyutlarında belirgin bir standartlaşma söz konusudur (Bakırer, 1981, s.3).

Anadolu’da M.Ö. 1000’den sonra tarihlenen pişmiş tuğlanın ilk örnekleri ise yalnızca Güneydoğu Anadolu’da Zincirli ve yakınlarındaki Sakçagözü’nde bulunmuştur. “Zincirli’de pişmiş tuğlalar saraylarda kaldırım döşemesi ve yıkanma odalarında yer döşemesi olarak kullanılmıştır. Tuğlalar kareye yakın geometride olup, 30x30x8 cm. ölçülerindedirler” (Naumann, 1991, s.53).

1.1 Hellenistik dönem

Tuğla kullanımının tarihsel gelişiminden söz ederken, konuyla ilişkili olarak malzemenin Anadolu kültürü dışındaki kültürlerde de yoğun şekilde yer aldığı görülmektedir.

Tamamı tuğladan yapılmış, bilinen en eski Hellenistik yapı, Mezopotamya – Nippur’da bulunan, M.Ö. 3.Yüzyıla ait bir saraydır. Yapı, Grek stile sahip olup, tuğladan yapılmış kolonları antik Mezopotamya ile benzerlik göstermektedir. Bu da tuğlanın, Greko-Romen dünyasına Mezopotamya’dan girdiğini kanıtlamaktadır.

Aslında tuğla İtalya'da ve Yunanistan'da daha önce de kullanılmıştır, fakat bunlar ya güneşte kurutulmuş, ya da çok az pişirilmiştir. Son yıllarda bulunan ve Vitruvius'un kitabında sözettiği Etruria'da Arezzo (Arretium) kenti duvarlarındaki tuğlalarda olduğu gibi (Robertson, 1943, s.235).

Klasik devir öncesi, kerpiçle başlayan ve sonraları pişirilerek bol miktarda kullanılan tuğla, özellikle halka ait yapılarda önemini giderek kaybetmiş ve kullanım azalmıştır. Klasik devrin özelliği olarak gelişen bu durumla, Hellenistik devirde tuğlanın yerini tamamen başka bir malzemeye bıraktığı söylenemez. Çünkü tuğla bu devirde Priene, Delos ve Olynthos'ta olduğu gibi özel yapıların başlıca malzemesi idi (Levha 1.1'de Priene Tiyatrosu, sahne yapısının tonoz strüktüründe kullanılan kare tuğlalar görülmektedir). Ayrıca bu yapıların dışında Delos, Epir ve Epidauros gibi yerlerde de, halk yapılarına ek olarak yapılan portiko, depo vs. yapılarda 3.Yüzyıl ve sonrasında kullanılmıştır.

Buna benzer bir eğilim, tuğla ile paralel gelişen ve arkaik devrin en fazla tercih edilen malzemesi olan, kabartmalı ve boyalı dam bordürü gibi, pişmiş topraktan yapılmış elemanlarda görülmektedir. Zamanla, pişmiş toprak dam bordürünün koruyucu fonksiyonu, süsleme elemanı olarak gelişmiştir.

1.2 Roma dönemi

“Roma'da “tegulae” adı verilen pişmiş tuğla veya seramik, “Roma betonu” üzerine kaplama malzemesi olarak kullanılmıştır ” (Robertson, 1943, s.235).

Anadolu'nun Roma egemenliği döneminde kerpiç ve pişmiş tuğla, başlıca yapı malzemeleri olarak devrin mimari karakterine damgasını vurmuştur. Özgün bir yöntem olan çift cidarlı duvar yapım yöntemi Anadolu'ya Romalılarca getirilmiştir. Bu yapım yönteminde kare biçimli tuğlalarla önce iç ve dış duvar örülür, sonra arası dolgu harcıyla doldurulurdu. Bergama'daki Kızıl Avlu (Serapis Tapınağı, M.S.2. Yüzyıl) duvarları da bu yöntemle Romalılarca inşa edilmiştir (Levha 1.2).

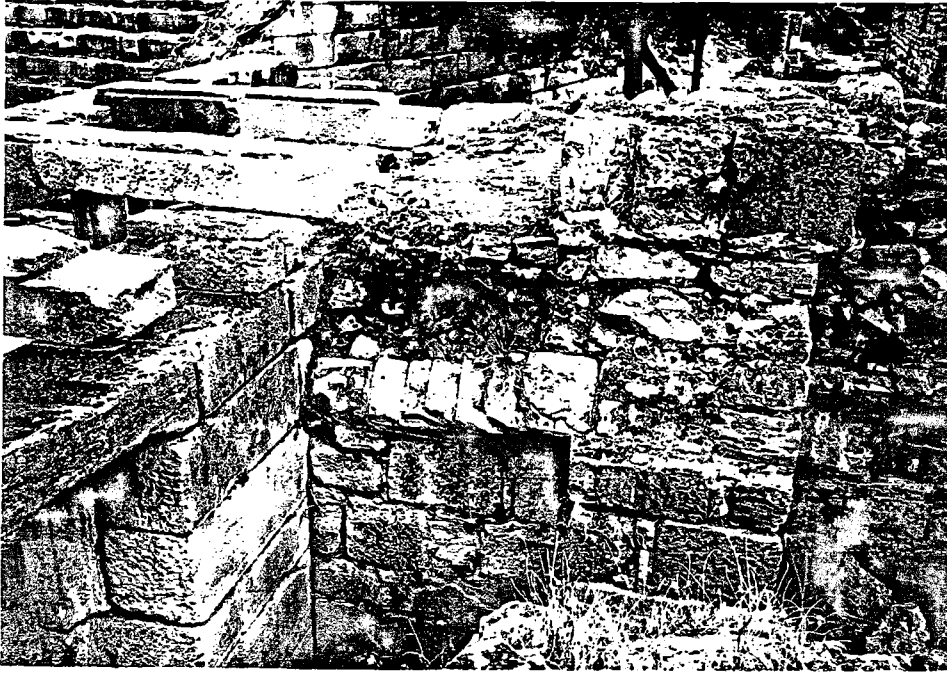
Duvar cephelerinde pişmiş tuğla kullanımı Augustus'tan hemen önce başlamış, imparatorluk zamanında yaygınlaşmıştır. Neron'un krallığına kadar, M.S. 1.Yüzyılın ortalarında tuğlalar dik üçgen şeklinde kesilerek, bu dönemin hemen sonrasında ise büyük boyutlu tek parça seramikler (bipedaes) kullanılmıştır. Her biri iki Roma ayağı büyüklüğünde olan bu seramikler, duvar yüzünde aralıklı olarak konumlandırılmıştır. Erken devirlerden beri önemli yapı cepheleri, özellikle parlak renkli stükko ile kaplanmış, taş ve tuğla yüzeyler çıplak bırakılmamıştır.

İlkeri bölümlerde anlatılacak olan Bizans ve Osmanlı dönemi mimarlığında yoğun olarak kullanılan tuğla ve kesme taş birlikteliği ile oluşturulan “almasıık duvar” geleneği de Anadolu’da Roma dönemi mimarlığında kullanılmış bir yapım yöntemidir.

1.3 Bizans dönemi

Anadolu’da hüküm sürmüş son Hristiyan mimarisi olan ve Roma geleneklerinin Yunan gelenekleri ve Hristiyanlık öğeleri ile bir potada erimesinden oluşan Bizans mimarisi, genel olarak bulunulan yöredeki yapı malzemelerinin kullanımına gidilse de, gerçek anlamda bir tuğla mimarisidir. Özellikle İstanbul, Yunanistan, Güney Batı Rusya, Güney Mezopotamya ve Mısır’da tuğla, taşın yerine yapısal amaçlı olarak taşıyıcı duvarlarda ve üst örtülerde yoğun bir şekilde kullanılmıştır. Taş malzemeden yer yer, tuğla örgülerini sağlamlaştırmak amacıyla yararlanılmıştır. Bu devrin mimarisinin en karakteristik elemanı kubbedir. Kubbeler ve kemerler tuğladan inşa edilmişlerdir. Strüktürün ana ögesi olan tuğla malzeme, kireç, kum ya da horasandan oluşan harçla birleştirilmiştir.

* “...sönmüş kireç,mermer tozu, tebeşir tozu, tutkal ve çeşitli boyalar ile yapılan mermer görünüşünde bir çeşit iç sıva ...Bu çeşit karışımlarda çatlama olasılığı , çimento-kum sıvalarına göre daha azdır ve bundan dolayı daha uzun ömürlüdürler” (Hasol, 1995, s. 417).



Levha 1.1 Priene Tiyatrosu sahne yapısı, tonoz örtülerinde kullanılan kare tuğlalar



Levha 1.2 Serapis Tapınağı (M.S 2. Yüzyıl), Bergama

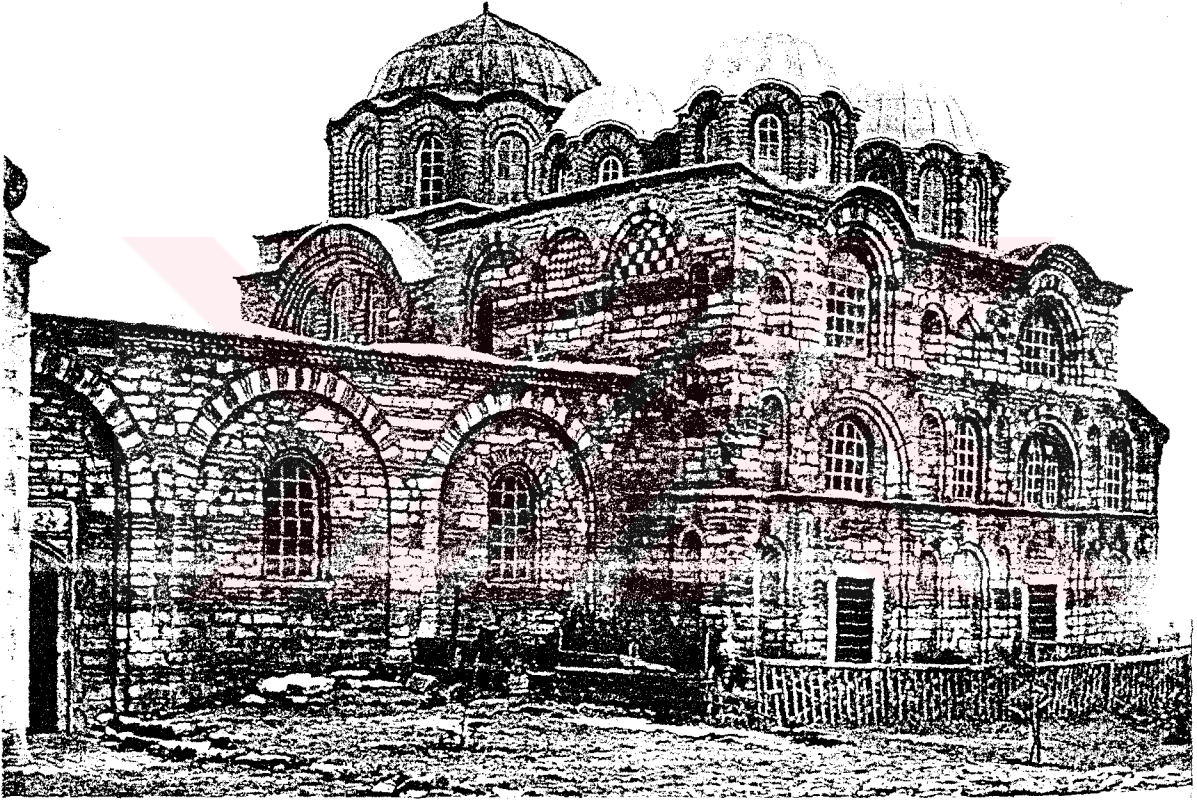
Bizans sanatında, süslemenin oldukça önemli bir yeri vardır. Geç dönem Bizans mimarisinde tuğla yapısal amaçlı kullanımın yanında süsleme amaçlı olarak da kullanılmıştır. Anadolu'da son dönem Bizans mimarlığı'nda özellikle cephe oluşumundaki tuğla kullanımı oldukça dikkat çekicidir. Tuğla, cephe düzeninde en etkin malzemedir. Cephe yüzeyinden dışa çıkıntılı biçimde yerleştirilen tuğlaların oluşturduğu plastik etki, ışık - gölge oyunları ile biçimlenir. Bu etki özellikle Lips ve Pammakaristos Manastır Kiliselerinde (Fenar-i İsa ve Fethiye Camileri) oldukça belirgindir. Tuğla süslemelerin tüm cephede devam ettirilmesiyle sağır duvar etkisi büyük ölçüde hafifletilmiş ve yapıya estetik bir görünüm kazandırılmıştır (Levha 1.3). Bu tarz, Bizans mimarlığının en belirgin özelliğidir ve Bizans yapılarının hemen hepsinde hissedilir. Tuğla süsleme konusunda Bizans sanatının Osmanlı sanatına etkileriyle ilgili olarak, ilerki bölümlerde daha kapsamlı bilgiler verilmektedir.

1.4 Selçuklu dönemi

Büyük Selçuklular Anadolu'ya girmeden önce ve 11.Yüzyıl boyunca büyük küçük tüm yapılarında tuğla kullanmışlar, malzemenin tüm olanaklarından yararlanmışlardır. Türk toplumu olarak Selçukluların 11. Yüzyılda Anadolu'ya hakim olmasıyla Anadolu Türk mimarisi, toplumun ekonomik düzeyi ve kültürüne bağlı olarak bazı sanat üsluplarının tercihi ile yavaş yavaş şekillenmeye başlamıştır. Malzeme verilerine bağlı olarak bazı teknikler gelişmiş ve bunların sonucunda da bir takım mimari üsluplar kendini göstermeye başlamıştır.

Bölgesel malzemelerin kullanıldığı konut mimarisi dışında anıtsal değeri olan, çoğunlukla dini mimari örneklerinde, kalıcı malzeme olma özelliğine sahip ve geleneği itibarıyla Orta Asya ve İran'a uzanan taş ve tuğla gibi kargir malzemeler kullanılmıştır.

Çağlar boyunca, açıklık geçmede ufak ve parçalı malzemenin zorunlu olarak getirdiği tonoz, kubbe ve konik formlar, yapıya anıtsal bir değer kazandırdığı için üzerinde devamlı araştırılmış ve sürekli geliştirilmeye çalışılmıştır.



Levha 1.3 Pammakaristos Manastırı Kilisesi (İstanbul Fethiye Camii) 1312 - 1315

Anadolu, İslamiyetin kabul edilmesiyle birlikte yeni yaşam biçiminin gereksinimlerini karşılayabilecek cami, medrese, türbe, zaviye, tekke, kervansaray gibi değişik işlevli yapılarla donanırken, varolan geleneksel teknikler ustalıklı kullanılmış, bunlara İran ve Orta Asya'dan gelen tuğla kubbe ve tonoz eklenmiştir.

Anadolu Selçuklularının kümbet mimarisinde benimsedikleri kare veya çokgen plan üzerine oturan konik form anlayışı, Türklerin daha geniş anlamda düşündükleri, İslam felsefesi içinde yer alan “kubbenin göğü simgelemesi” fikri ile bir bütünlük kazanmış ve özellikle 14.-15. Yüzyıl Osmanlı mimarisinde görülen, kare planlı beden duvarları üzerine oturtulmuş, açıklığın kubbe ile geçildiği büyük mekânı kurmaya doğru yönelmiştir. Böylelikle taş ve tuğla malzemenin verileri de bu form ile en rasyonel kullanımına erişmiştir.

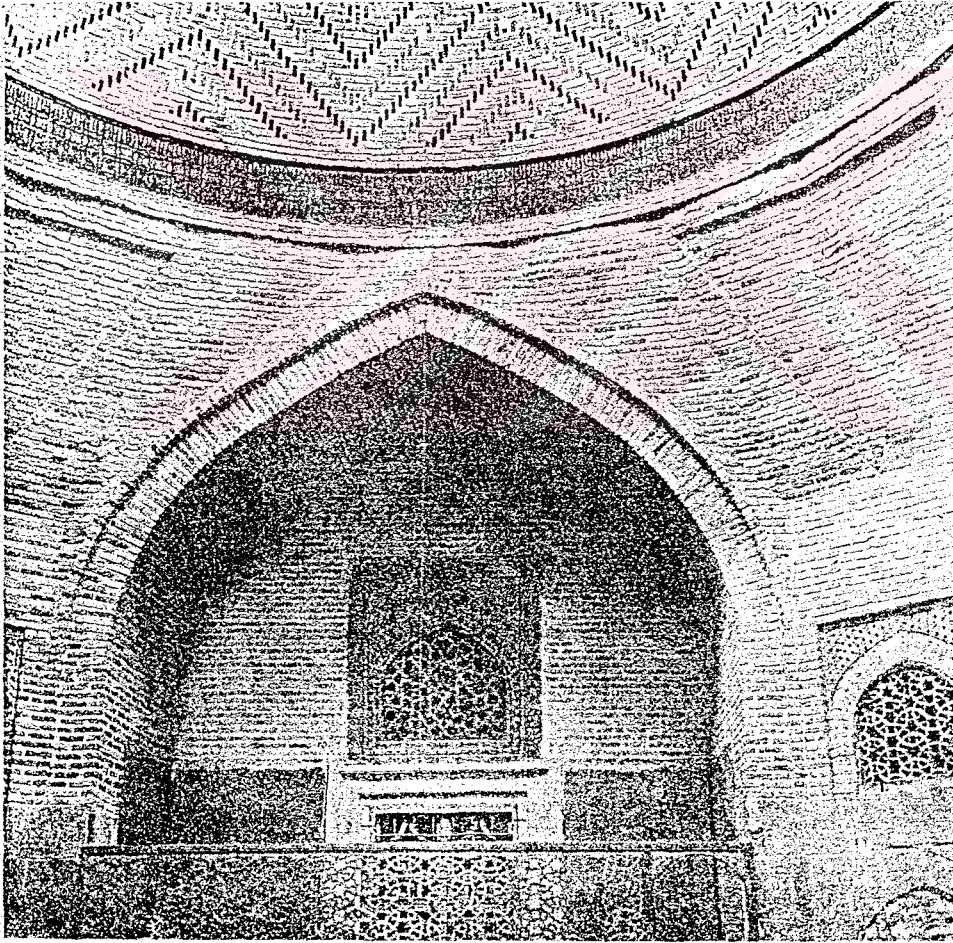
Tuğla, Selçukluların geleneksel yapı malzemesi olarak Anadolu'ya taşınmıştır. Fakat Anadolu'da tuğla, İran'da olduğu gibi büyük ve küçük ölçekli tüm yapılarda kullanılan başlıca yapı malzemesi değildir. Selçuklu öncesi ve Selçuklu dönemi Anadolu mimarisinde bölgenin yöresel malzemesi olan taş öncelik kazanmış ve tuğlanın yerini almıştır. 12. Yüzyıl sonlarında ise artık Anadolu'da taş yapı geleneği yerleşmiş olup malzeme anlayışı olarak tuğladan taşla geçilmiştir. Bu geçiş simgeleyen iyi bir örnek Divriği Kale Camiidir.

Bu dönem Anadolu mimarisinde taş, esas yapı malzemesi olurken, tuğla taşın yanı sıra ikinci derecede öneme sahip olmuş ve sayıca az, ancak nitelik açısından dikkat çekici örnekler verilmiştir. Tuğla'nın Anadolu'da bu kısıtlı sayılabilecek kullanımı daha önce denenmiş ve yerleşmiş uygulamaların devamı niteliğinde olmuştur.

Selçuklular yoluyla gelişmiş bir tuğla yapı geleneğinin gelişi Anadolu mimarisindeki uygulamalarda yaratıcı gücü kısıtlamamış, tersine daha önce yapılan örnekler geliştirilmiş ve yeni çeşitlemeler aranmıştır. Bunun doğal sonucu olarak, Anadolu'daki uygulamalar, ön uygulamaların bir kopyası olmamış, kendine özgü yenilikler ve çeşitlemeler geliştirmiştir. Bu sonuç, Anadolu'da varolan köklü

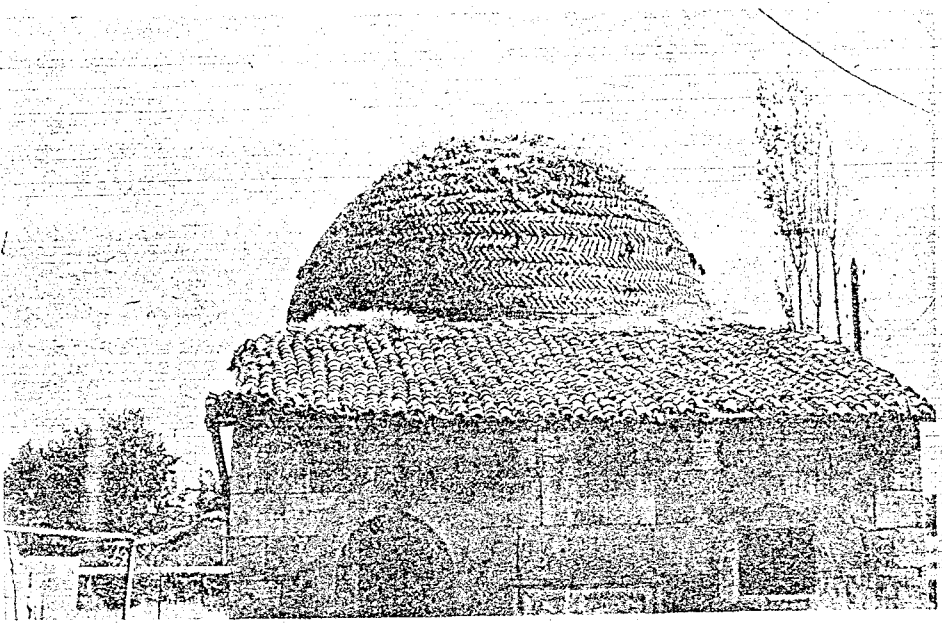
mimari kültürün kanıtıdır. Daha önce de belirtildiği gibi Anadolu’da taş yataklarının bol oluşu, tuğlanın Türk mimarisinin gelişim süreci içerisinde ikinci derecede değerlendirilmesine neden olmuş ve malzeme mescit, türbe gibi küçük boyutlu yapılarla, minarelerde kullanılmıştır.

Selçuklu öncesi ve Selçuklu döneminde Anadolu’da tuğla kullanımı yapısal ve süsleme amaçlı olmuştur. Genel olarak yapının dış duvarlarında yapısal amaçlı, iç mekanlarda, üst örtüde veya minarede hem yapısal, hem süsleme amaçlı kullanımlar görülmektedir (Levha 1.4). Ayrıca taştan yapılmış kimi yapıların üst örtü ve minarelerinde, taş malzemeye renk katmak amacıyla tuğladan yararlanılmıştır (Levhalar 1.5,1.6,1.7,1.8).

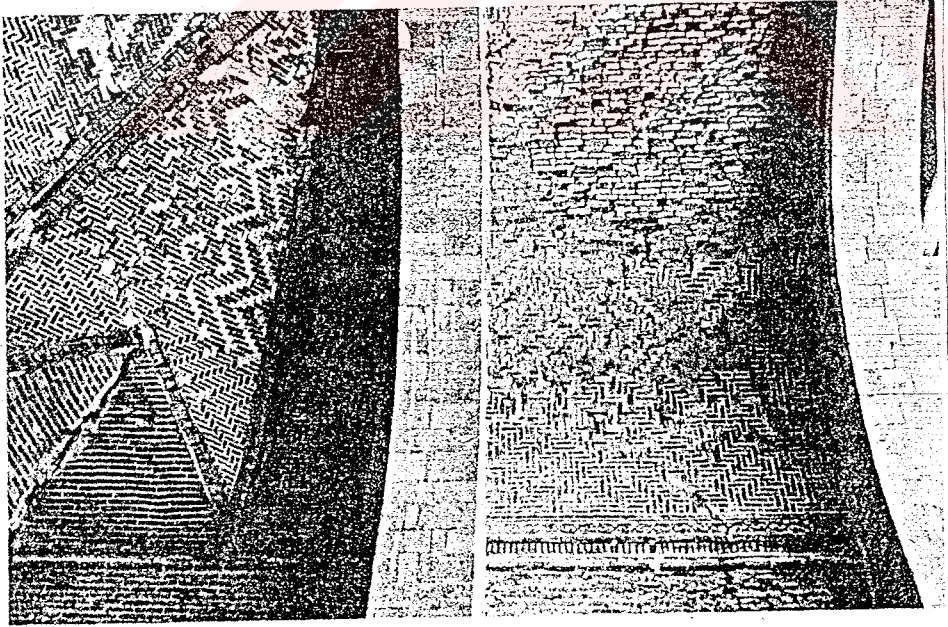


Levha 1.4 Konya Sahip Ata Hanekahı, iç mekan

* Eskiden gezmenlerin ve yoksul yolcuların barındıkları, misafirhane niteliğindeki tekke (Hasol, 1995, s.195).



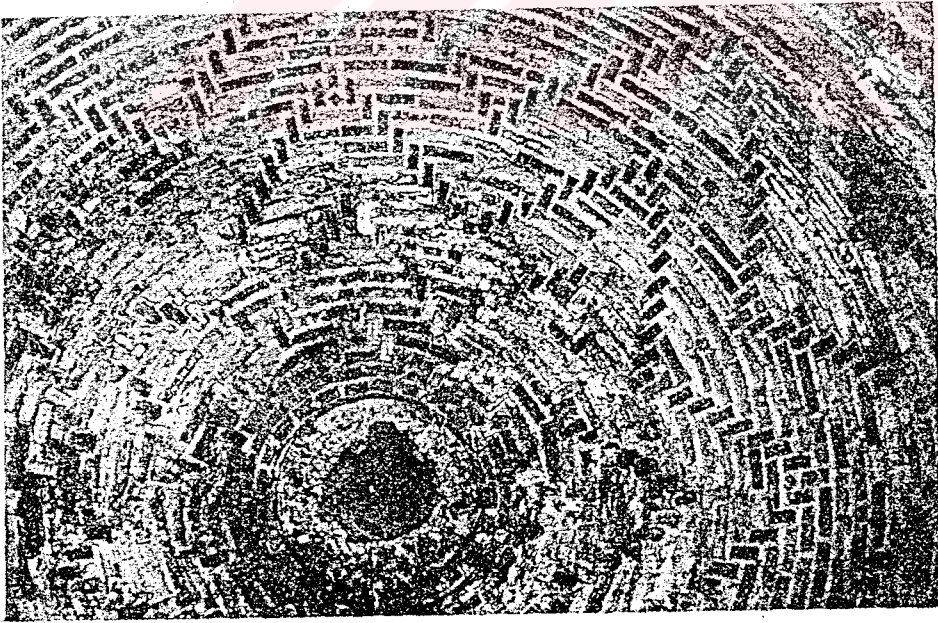
Levha 1.5 Konya Karatay Mescidi, ön cephe



Levha 1.6 Malatya Ulu Camii, eyvan tonozu



Levha 1.7 Sivas Burucuyi Medresesi, Türbe, kubbeye geçiş



Levha 1.8 Çay, Taş Medrese, Mescid kubbesi

Tuğla malzemenin ilk çağlardan beri yapısal olarak kullanımı, geleneksel formlara uyum, üretim kolaylığı ve ekonomik nedenlerden dolayı tercih edilmiştir. Tuğla birimlerinin uygulanması üst örtülerde, özellikle tonoz ve kubbelerde biçime uyum açısından taşa göre daha pratiktir. Hem yapısal, hem süsleme amaçlı olarak kullanımı ise, geleneğin yanısıra sanatçıların ve işverenlerin eğilimlerinin sonucudur. Örneğin Selçuklu veziri Sahip Ata Fahrettin Ali'nin Konya'da yaptırmış olduğu İnce Minareli Medrese'de, taşın yanında yoğun tuğla kullanımına da yer verilmiştir. Ayrıca, İnce Minareli Medrese ile Sivas'taki Gök Medrese minarelerindeki tuğla işçiliklerin aynı olması yapının ve yaptıranın tercihleri ile ilgilidir (Levhalar; 1.9, 1.10, 1.11).

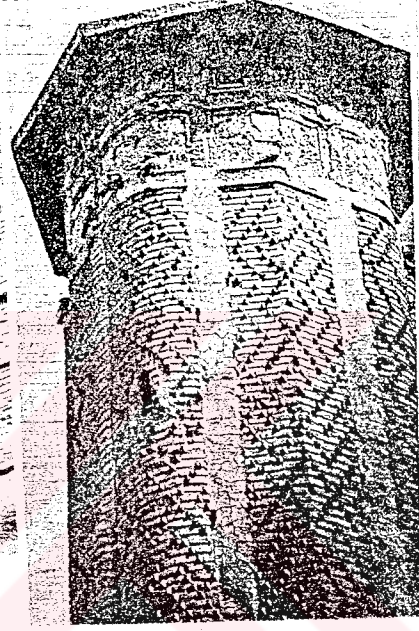
Selçuklu döneminde mescit ve türbelerde genelde sadece tuğla kullanılırken, cami ve medrese gibi büyük ölçekli yapılarda tuğla, bazı bölümlerde veya üst örtülerde kullanılmıştır. 13.Yüzyılın başında yapılan Konya İplikçi Camii, tamamı tuğladan yapılmış büyük ölçekli tek cami yapısıdır. Bu dönemde cami yapılarında tamamen tuğla kullanmak yerine, ana malzeme olarak taş, bazı bölümlerde ve özellikle minarelerde tuğla tercih edilmiştir.

Monoton bir renk ve doku sergileme eğilimi olan taş yapıların bazı bölümlerinde, bu monotonluğu bozmak için tuğladan yararlanılmıştır. Malatya Ulu Camii'nde (1224) ise, yalnız minarede değil, yapının iç mekan ve üst örtüsünde de tuğla farklı istif yönleri sayesinde hem yapısal, hem de süsleme amaçlı olarak değerlendirilmiştir (Levha 1.12).

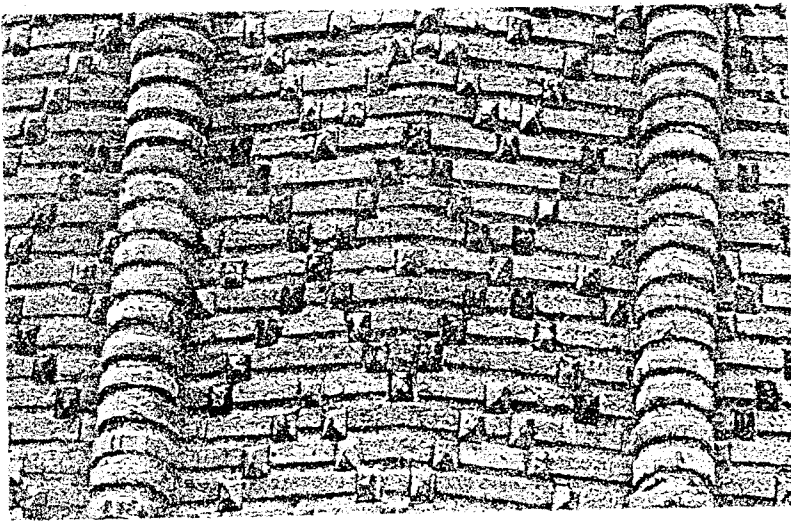
Beylikler dönemine ait, Akkoyunlu Hanedanının oğlu Zeynel Bey için, Mardin, Hasankeyf'te yaptırılmış olan Zeynel Bey Türbesi (1473), Anadolu ile diğer kültürler arasında tuğla birleşimleri ve fayans kullanımındaki farklılığı göstermesi açısından önemli bir örnektir. Portal cephesinde kullanılmış olan kesme tuğla süslemeler, geometrik düzenin ulaştığı seviyeyi göstermektedir (Levha 1.13).



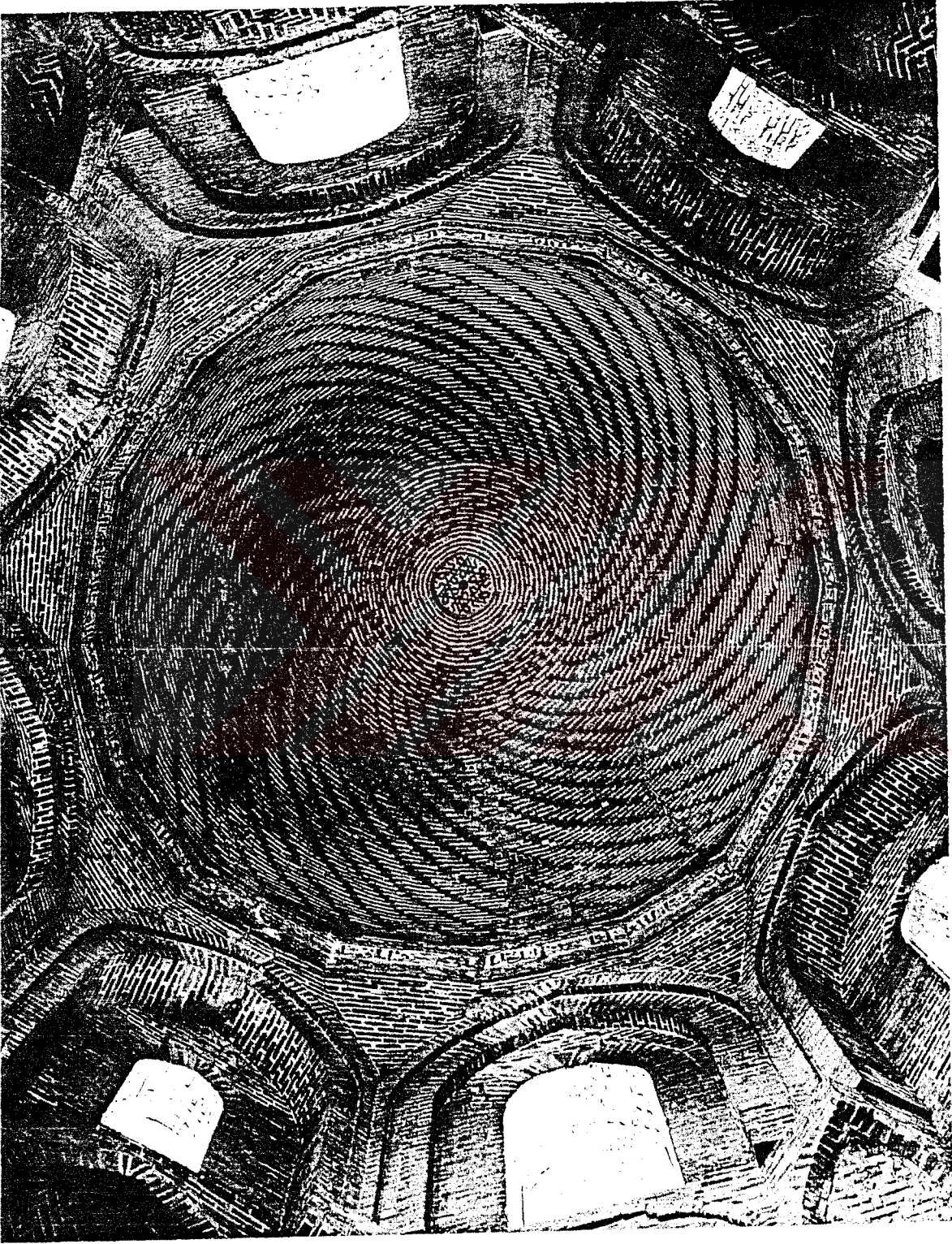
Levha 1.9 Konya İnce Minareli Medrese



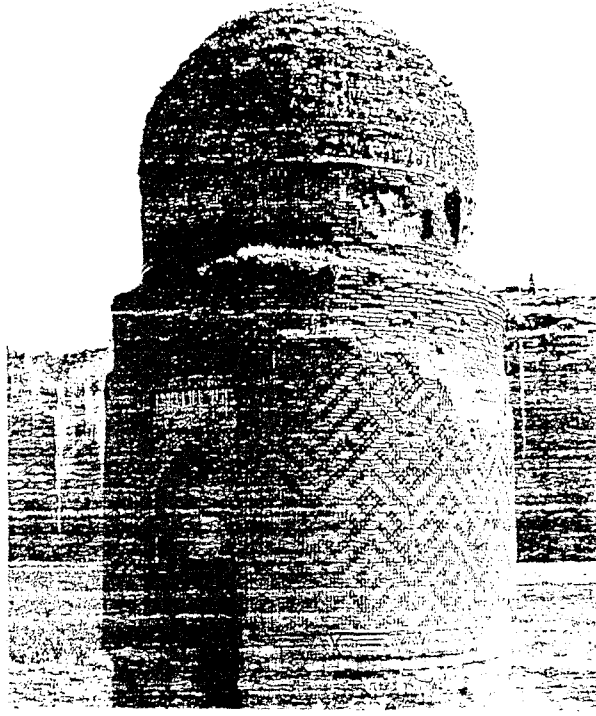
Levha 1.10 Konya İnce Minareli Medrese, minare gövdesi



Levha 1.11 Sivas Gök Medrese, minare gövdesi



Levha 1.12 Malatya Ulu Camii (1224), kubbe görünüşü



Levha 1.13 Mardin, Hasankeyf, Zeynel Bey Türbesi (1473)

Erken Devir Osmanlı mimarisinde ise tuğla, yapı malzemesi olarak birinci derecede önem kazanmış ve özellikle mimari süsleme sanatının en önemli elemanı olmuştur. Bu konuda Bizans sanatının önemli bir etkisi olduğu açıktır. Taşın zor elde edildiği bölgelerde, özellikle İznik ve Bursa'da ekonomik yetersizlikler nedeniyle ancak çok önemli yapılar, örneğin İznik Yeşil Cami, Bursa Yeşil Cami, Bursa Yıldırım Cami gibi kalıcı olması birinci derecede istenen anıtsal yapılar dışında Erken Devir Osmanlı mimarisinin yapısal ve süsleme sanatındaki gelişimi tuğla-taş örgüsüne dayanmak zorunda kalmıştır. Ayrıca yörenin jeolojik yapısı doğal olarak Bizans mimarisinin de bu doğrultuda gelişmesini sağlamış ve yerel olanakların aynı olması her iki üslup arasındaki etkileşimi güçlendirmiştir.

Tuğla kullanımında özgün örneklerin bulunduğu Osmanlı mimarisinde, malzemenin hem yapısal, hem de süsleme amaçlı kullanımları, tez çalışmasında diğer kültürlerdeki kullanımlara göre daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Diğer tüm kültürlerde olduğu gibi Osmanlı mimarisinde de tuğla öncelikle yapısal amaçla kullanılmış, daha sonraları kullanımdaki yetkinlik, işveren ve sanatçıların talepleri doğrultusunda süsleme amaçlı kullanımlar başlamıştır. Bu açıdan öncelikle malzemenin yapısal amaçlı kullanımlarına değinilmektedir.

2.BÖLÜM

2. OSMANLI MİMARİSİNDE TUĞLANIN YAPISAL AMAÇLI KULLANIMI

2.1 Tuğlanın kullanıldığı yapı elemanları

Osmanlı mimarisi üzerine yapılan araştırmalar genellikle mimari form ve konstrüksiyon üzerinde yoğunlaşmıştır. Çoğunluğu batılı araştırmacıların ürünü olan bu incelemelerde, ağırlık kubbe formu kaynağının araştırılmasına verilmiştir.

Osmanlı yapım teknolojisi ve malzeme kullanımlarının incelenmesi ise belli başlı konular üzerinde yapılmıştır. Yapım teknolojisi ile ilgili yapılan araştırmaların önemli bir kısmı özel ayrıntılar ve tekil yapı örneklerinin özgün sorunları ile ilgilidir. Aynı şekilde malzeme konusunda da geleneksel mimari örnekler dışında kalan anıtsal yapılarda çoğunlukla kullanılmış olan taş malzeme üzerinde çalışılmıştır. Fakat, Osmanlı mimarisinde ilk devirden son devire kadar Selçuklu ve Bizans kültürünün etkileriyle pişmiş toprak malzeme kullanımı gerek yapısal amaçlı, gerekse süsleme amaçlı olarak oldukça yoğun ve de özgün bir biçimde kullanılmıştır. Bu nedenle ağırlıklı olarak incelenmesi gerektiği düşünülmüştür.

Anadolu'da özellikle İznik, Bursa, İstanbul ve Edirne'deki Osmanlı anıtsal mimari örneklerinde pişmiş toprak malzeme en az taş kadar fazla tercih edilmiştir.

Osmanlı yapım teknolojisinde pişmiş toprak malzeme, kemerlerde, kubbelerde, döşemelerde, ocaklarda, ısıtma ve su tesisatlarında başlıca malzeme olarak kullanılmıştır. Bu kullanım yerlerinin yanı sıra, yapım aşamasında malzemenin hangi kaynaklardan elde edildiği, özel yapılar için yapılmış özel üretimler açıklanmış,

ayrıca elde edilen kaynaklara, biçimlerine, boyutlarına, yapı elemanlarında kullanıldıkları yerlere göre çeşitli isimler alan tuğla çeşitleri, tablo halinde sunulmuştur.

Tuğlanın yapı elemanlarındaki kullanım yerleri;

2.1.1 Kemer

Kemer, mimarlık tarihinde strüktür sistemlerinin gelişmesinde niteliksel bir değişmeyi gerçekleştiren yapı elemanıdır. Ayrıca kemer çok işlevli bir elemandır. Strüktür sistemindeki ve yapı içindeki yeri ve görevi değiştikçe biçimlenme koşulları, dolayısıyla da biçimi değişmektedir. Osmanlı mimarisinde kemerin kullanım amacı strüktürel işlevden dekoratif işleve kadar geniş bir yelpazeye yayılmıştır.

Kullanımdaki bu çeşitlilik malzemelerde görülmez. Osmanlı Devletinin kuruluş yıllarında dini mimaride kemer malzemesi tuğla veya tuğla/taş'tır. Bilinen örneklerden, ilk yapılarda tuğla kemer kullanımının daha yaygın olduğu görülmektedir. Kılıcına konmuş tuğlalarla örülen kemer, moloz taş duvardan tek sıra tuğla ile çevrilerek ayrılmaktadır.

14. Yüzyılın ortalarına doğru kemerlerde tuğla/taş tekniği yaygınlaşmaya başlar. Kemerlerde kullanılan tuğla/taş tekniği, duvarlardaki kullanımdan daha sonra gelişmiştir. Saptanabilmiş en erken tuğla/taş kemer, İznik'teki Hacı Özbek Camii (1333) kemeridir. Bu arada tuğla kemer kullanımı da bir süre daha devam etmiştir. Bursa Alaeddin Camii'nde (1336) tuğla kemer, Bursa Orhan Camii'nde (1339) ise tuğla/taş kemer kullanılmıştır.

16. Yüzyılın sonuna doğru tuğla/taş kemer örnekleri giderek azalırken, 17. Yüzyılda hemen hemen tamamen unutulmuş, 18.Yüzyılda ise yeniden canlanmıştır.

Osmanlı mimarisinde kemer ister tuğla, ister tuğla/taş olsun kemer sırtının genişliği daima bir tuğla genişliğinde olmuştur. Yalnız 18. Yüzyılda tuğla kemerlerde sırt genişliği iki tuğla genişliğindedir.

Tuğla boyutları ilerleyen konularda anlatılmakla beraber, kemerlerde 20x20x4 ve 35x35x5 en sık rastlanan boyutlardır. Ayrıca kemerleri çeviren şeritlerin dekorasyonunda kullanılan, boyutları değişik ve konik kesilmiş tuğlalar da bulunmaktadır.

2.1.2 Kubbe

Osmanlı kubbe örgüsü çok büyük bir genellemeyle, özel üretilmiş kare biçimli ince tuğlalarla yapılmaktaydı. Kubbe yapımı için, “büyük” ve “yarım büyük” diye adlandırılan iki boy tuğla kestirildiği biliniyor. Söz konusu yarım büyük tuğlanın boyutu Kanuni Türbesinin dış kubbesinde ölçülebilmüş ve 5x24x49 cm olarak saptanmıştır. Süleymaniye'nin ana kubbesinde kullanılan büyük tuğlalarinsa bunun iki katı kadar, yani yaklaşık 5x49x49 cm boyutlarında olduğu somucuna varılabilir... (Tanyeli, 1993, s.136).

Kubbe örgüsü içinde yer yer “sebu” adı verilen özel, içi boş pişmiş toprak elemanların yerleştirildiği bilinmektedir. Bu uygulamanın gerekçesi özellikle Süleymaniye gibi büyük ölçekli bir yapıda akustik amaçlı olmakla beraber Diyarbakır'da bulunan ve 16.Yüzyıl yapısı olan Hasan Paşa Hanı'nda küçük kubbelerden oluşan üst örtünün hafifletilmesi amaçlanmış olabilir. Tanyeli,* konu hakkında daha farklı bir yaklaşımda bulunarak, özellikle Süleymaniye Camii kubbesinde kullanılan sebuların akustik işlevli olamayacağını, çünkü kaba inşaat bittikten sonra ağızlarının sıkıca kapatılmış olduğunu ve üstlerine de kalın bir sıva katmanı vurulduğundan söz etmektedir.

* Akustik kontrol amacıyla kubbe kesiti içine yerleştirilen içi boş seramik küre. Süleymaniye kubbesi için 255 adet sebu alındığı bilinmektedir (Sönmez, 1997, s.97).

• Tanyeli, 1973, s.137.

Kubbelerin her zaman tuğlayla yapılmasına karşın, sultan camileri gibi büyük strüktürlerde pandantiflerin kesme taşla örüldüğü görülmekte ve bu uygulamanın, deformasyonları önlemekte yararlı olduğu düşünülmektedir.

2.1.3 Döşeme

Döşemelerde genellikle altıgen şekilli “şeşhane tuğlası” adı verilen malzemeye yer verilmiş, bazı durumlarda da kare ve dikdörtgen şekilli tuğlalar kullanılmıştır. Bu tarz tuğlaların boyutları genellikle 30x30, 35x35 ve 25x40’tır.

2.1.4 Ocak

Klasik bir Osmanlı yapısının içerdiği teknik konfor öğeleri özellikle ısıtma ile temiz ve pis su donatılarından oluşmaktadır. Isıtma işlevi için ocaklar kullanılmıştır. Halk mimarlığının dışında kalan yapılarda, örneğin bir 16. Yüzyıl yapısında ocak, yalın bir bacaya bağlanan konik bir davlumbazdan oluşmaktadır. Davlumbaz, birbirlerine perçinlerle bağlanan dövme demir çubukların oluşturduğu bir yapı elemanıdır. Bu iskeletin üzeri nadiren pirinç, çoğunlukla da çini ile kaplanmıştır. İç yüzey kaplaması olarak tüm ocaklarda ateş tuğlası kullanılmıştır.

2.1.5 Isıtma ve su tesisatı

Isıtma donanımı özellikle hamamlarda oldukça karmaşık bir teknik içeriğe sahiptir. Bu konuda Roma teknolojisinden öğrenilenlerin büyük payı vardır. Osmanlı hamamlarında ocaklardan çıkan duman bacalardan kısmen dışarı atılmaktadır. Dumanın önemli bir kısmı ve sıcak hava ise, hamamın sıcaklık bölümü döşemelerinin altında bırakılan boşluktan (cehennemlik) ve duvarların içinden geçen düşey künklerden (tüteklik) geçerek yapıyı ısıtmaktadır.

Klasik Osmanlı yapım teknolojisinde, yapı içinde pişmiş toprak künklerle ve kurşun borularla gerçekleştirilmiş iki tür temiz su tesisatına rastlanmaktadır. Ancak künklerin daha çok yapıya ana şebekeden su veren sistemde kullanıldığı, buna karşın

yapı içindeki tesisatın, özellikle musluklarla olan bağlantının kurşun borularla yapıldığı görülmektedir.

2.2 Tuğla çeşitleri ve üretim şekilleri

2.2.1 Malzemenin bileşenleri

Tüm pişmiş toprak malzemelerin ana bileşenleri kum ve kildir. Malzeme yapıda kullanılacak aşamaya gelene kadar; hamurunu hazırlama, kalıba dökme, kurutma ve pişirme aşamalarından geçmektedir. İyi kalitede pişmiş toprak malzeme, homojen yapıda olmalı, çatlaklıklar olmamalı, sönmemiş kireç, taş veya çakıl içermemelidir.

Malzemenin ana bileşenlerinden olan kil mineralleri, silikon dioksit (silika – SiO_2) ve alüminyum oksit (alumina – Al_2O_3) içerir. Kil mineralleri bir çok tabakadan meydana gelmektedir. Bu tabakalardan her biri, iki üç alümina ve silikadan oluşmaktadır. Tabakalar arasına giren su molekülleri şişmeye, suyun kaybı ise büzülmeye neden olmaktadır. Kilin esnek karakterli olması, nemli ve az basınçlı ortamlarda tabakaların birbirleri üzerinde kaymalarından kaynaklanır. Kilde bulunan diğer bileşenler ise, kireçtaşı, demir, magnezyum sülfatları ve magnezya, kalsiyum, sodyum, potasyum ve organik maddelerdir.

2.2.2 Malzemenin pişirilmesi

Pişmiş toprak malzemeye karakteristik özelliklerini kazandıran en önemli adım pişirme aşamasıdır. Pişme sürecinde su ve karbon dioksit çıkarak, alüminyum silikat ve kuvarz oluşmaktadır. Kilin içerdiği sodyum veya potasyum bir miktar erimeye neden olmaktadır. Eriyen kil soğudukça camlaşır. Malzemenin pişirilme derecesi normalde 800°C ile 1200°C arasında olmakla beraber, ne kadar çok pişirilirse o kadar dayanıklı, yoğun ve sert hale gelmektedir.

En erken tuğlalar çeşitli türevleri olan mengenerlerde pişirilmiştir. Ana prensip, iyi pişmiş tuğlalardan bir zemin oluşturup, bu zemin arasında enine ve boyuna açılan kanalları yakıtla (ağaç, kömür vs.) doldurmaktır.

Mengene kullanımının ardından ocak kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu yöntem genelde başarılı olmasına karşın, ateşten uzak olan tuğlaların az pişip, yakın olanların ise fazla sıcaklık nedeniyle çatlayıp, deforme olmalarına neden olmuştur.

İngiltere’de Roma döneminde mengenerlerden başka “yukarı tüten ocaklar” kullanılmıştır. Bu ocaklar, kazı ve yapım işlerini en aza indirmek için tepe yamaçlarına kurulmuştur. Ocakların alt kısımlarında, yakıt bulunan bölme üzerine tuğlalar yerleştirilerek, 1000° C civarındaki sıcaklıklarda pişirilmiştir. Bu konum, doldurma ve boşaltma işlemlerini de kolaylaştırmıştır.

Bir başka geleneksel sistem ise –ki halen kullanılmaktadır– “aşağı tüten ocaklar”dır. Bu ocaklar, düz duvarlı ve üst örtüleri tonozlu veya kubbelidir. İç yüzeyleri ateş tuğlasıyla kaplanmıştır. Ateş yerleri duvarların tabanında aralıklı olarak oluşturulmuştur. Duvarların arasından geçen ısı, dairesel geometriye sahip üst örtüden yansıyarak pişmeyi gerçekleştirir. Yanma sonucu oluşan gazlar, zeminde açılan deliklerden bacalara bağlanarak dışarı atılmaktadır. Bu yöntemde ısı kontrolü mümkün olmaktadır.

2.2.3 Tuğlanın renklerine göre ayrımı

Tuğla malzemenin renkleri, kimyasal bileşenlerine, ısıya, atmosfere ve kum yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir.

Tuğla çoğunlukla, 900° C – 1000° C arasında okside olmakta ve kırmızı renk almaktadır. Bu ısının üzerine çıkıldığında renk, mor, kahverengi veya gri olmaktadır. 1200° C’de hava azaltılır ve oksijen kısıtlanır veya tamamen kesilirse, mor veya içi siyah, mavi renkte tuğlalar elde edilmektedir.

Tablo 2.1 Kimyasal bileşenlerine göre tuğla renkleri

Kireç (yüksek oranda) ve demir parçaları	Beyaz
Kireç (düşük oranda) ve demir parçaları	Gri
Yumuşak kireç (tebeşir) (düşük oranda) ve demir parçaları	Krem
Demir oksit (% 2'ye kadar)	Soluk sarı
Demir oksit (900°C' de az hava ile)	Kahverengi
Demir oksit (900°C' de oksitlenmiş havada)	Parlak pembe
Demir oksit (1100°C' de az havada)	Kırmızı
Demir oksit (% 7 – 10)	Mavi
Demir oksit (% 7 – 10 + manganez oksit)	Siyah

Pişirme aşamasından önce tuğla hamuruna katılan metal oksitler renk değişimine neden olmaktadır. Örneğin; manganez: kahverengi, krom: pembe, kobalt ve manganez: siyah, antimon: sarı, bakır: yeşil, kobalt: mavi renk vermektedir.

2.2.4. Osmanlı mimarisinde kullanılan tuğla çeşitleri

Osmanlı mimarisinde kullanılmış olan tuğla çeşitleri ile bunların büyüklükleri ve nitelikleri ile ilgili sıfatlar, satışında geçerli olan birimler, kullanıldığı yer ve üretildiği harmana göre almış olduğu isimler; birkaç özelliği belirtilen ya da özellikleri tam olarak bilinmeyen çeşitler, tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Osmanlı Mimarisinde kullanılan tuğla malzeme ile ilgili terimler

BIÇIMI	BOYUT, NİTELİK, SATIŞ BIÇIMI	KULLANILDIĞI YERE GÖRE ADI	ÜRETİLDİĞİ HARMANA GÖRE ADI	BİRKAÇ ÖZELLİĞİ BEKİRTİLENLER	ÖZELLİĞİ BİLİNMEYENLER
Tuğla-i eğri	Battal	Tuğla-i döşeme	*Tuğla-i miri/ miriye	Tuğla-i miri çarşu	Tuğla-i eğri
Tuğla-i topac	Kebir	Tuğla-i kubbe		*Tuğla-i haric-i çarşu	Tuğla-i topac
*Tuğla-i	Büzürlük	Tuğla-i döşeme-i	*Beylik tuğla	Tuğla-i haric-i nime	*Tuğla-i meyane
şeshane	Meyane	fırın	Tuğla-i harici	Tuğla-i şeshane-i	Tuğla-i habbazin
*Tuğla-i	Kuçek		Tuğla-i bazari	battal	*Tuğla-i nime-i
yaşmak	Nim / nimte		Tuğla-i çarşu	Beylik topac tuğla	büzürlük
Tuğla-i çarkuşe	Adet		Tuğla-i	Tuğla-i çarşu-i bazari	
Tuğla-i kalıb	100 Adet		Darica-i çarşu	Tuğla-i bazari-I çarşu	
*Tuğla-i pare/	1000 Adet			Tuğla-i bazari-I kalıb	
Pareha-i tuğla	2000 Adet			Tuğla-i çarşu-yi	
*Tuğla-i				büzürlük	
meyane				Tuğla-i kubbe-I çarşu	
Tuğla-i ekmekçi				Tuğla-i kubbe-I nime	
*Tuğla-i puhte				Tuğla-i kubbe-I kebir	
Sebu				Tuğla-i kubbe-I topac	
				Pareha-i tuğla,	
				horasani	
				*Tuğla-i kebir-I	
				çarkuşe	

*Aşağıda açıklaması yapılan tuğla çeşitleri.

Tuğla-i harici /Tuğla-i çarşu / Tuğla-i haric-i çarşu (Çarşı tuğlası) : Özel harmanlarda üretilerek (100 veya 1000 adetlik satış birimiyle) serbest piyasada satılan; duvar ve kemer örgüsünde kullanılan adi, yassı tuğla.

Tuğla-i kebir-i çarkuşe: Kaynaklarda “aded” ile satıldığı ve “ferş için” (döşeme, zemin) alındığı belirtilen büyük, dörtköşe döşeme tuğlası.

Tuğla-i meyane: Kaynaklarda tuğla büyüklükleri ile ilgili çeşitli sıfatlar (battal, büzürlük, sagir, nime...) kullanıldığı için “meyane” sözcüğünün malzeme kalitesi ile ilgili olduğu düşünülebilen, ancak özellikleri hakkında başka bilgiye rastlanmamış tuğla türü.

Tuğla-i miri / Tuğla-i miriye / Beylik tuğla: Devletin kurup işlettiği harmanlarda üretilerek öncelikle resmi inşaatlarda kullanılan ve “miri” (beylik) için gerekenden fazlası serbest piyasada satılan adi tuğla.

Tuğla-i nime / Tuğla-i nimte / Tuğla-i nim (yarım tuğla): Adi çarşı tuğlasının yarısı boyutundaki tuğla. Duvar, kemer, örtü örgülerinde yarım tuğla gereken durumlarda, bütün bir tuğla kesilmeyip; özel olarak üretilen “nim” (yarım) boyutlular kullanılmıştır.

Tuğla-i pare / Pareha-i Tuğla: Parça tuğla; horasan harcı için alındığı belirtilmiş, ayrıca duvar örgüsünde dolgu olarak da kullanıldığı düşünülen tuğla parçaları.

Tuğla-i puhte: Fazla pişirilmiş, ateşe dayanıklı tuğla

Tuğla-i şeşhane: 1640 tarihli Narh Defterinde karşılıklı kenarlar arasındaki uzunluğu “kebir” (büyük) türü için 15 parmak (46,5 cm.), “vasat” (orta) türü için 12 parmak (37.2 cm.) olarak belirtilen altıgen döşeme kaplama tuğlası.

Tuğla-i yaşmak: “Aded” ile satılan ve Sultanahmet Camisi ile ilgili belgelerde niş ve ocaklarda kullanıldığı belirtilen bir tuğla türü (Sönmez, 1997, ss.106 – 108).

2.2.5 Osmanlı inşaat sektöründe tuğla üretim şekilleri

İnşaatın ana malzemelerinden biri olan pişmiş toprak 16. Yüzyılda hem özel sektör, hem de devlet eliyle üretiliyordu. Gerek Süleymaniye Camii’nde, gerekse Sultan Ahmet Külliyesi’nin inşaatında gerekli olan tuğla ve kiremit malzeme üç şekilde elde ediliyordu;

- 1) *Piyasadan doğrudan ücreti ödenerek alınması,*
- 2) *Ocak sahibi imalatçılara özel olarak ısmarlanması,*
- 3) *Devlet tarafından işletilen tuğla harmanlarında dökülmesi* (Barkan, 1970, s. 381).

Devlete ait veya devlet denetiminde üretim yapan kiralık harman ve fırınlara “miri”, özel kişilerin harmanlarından ve tüccar kaynaklı alımlara ise “harici” adı verilmektedir. “Süleymaniye Camii inşa edilirken pişmiş toprak malzemeler içinde en önemlisi olan büyük boyutlu kubbe tuğlalarının önce yaptırılması planlanmışken , daha sonra İstanbul’dan gönderilen özel kalıplar geri istenmiş ve yapım miri harmanlarda gerçekleştirilmiştir” (Tanyeli, 1993, s.129).

Osmanlı tuğla yapım teknolojisi 20. Yüzyılın ortalarına kadar fazla değişmeden devam etmiştir ve tekniğin ana hatlarıyla Avrupa’da uygulanan yöntemden farkı yoktur.

Kullanılan tuğla boyutları :

Genel anlamda tuğla boyutları irdelenecek olursa; aslında tuğla boyutları için 15. Yüzyılın sonlarına gelene kadar genel ve tutarlı ölçüler bulunduğunu söylemek zordur. Ayverdi 14.Yüzyıl için 14x28 ve 30x30 ölçülü iki tip belirlemektedir. Tuğla kalınlıkları genellikle 4 cm, nadiren 4,5 cm olup, Sinan döneminde 3,5-4 cm’e kadar incelmekte ve zaman içinde incelmeye devam etmekte, 17.Yüzyılda 3 ve 3,5 cm, 18. Yüzyılda 2,5 veya 3 cm olmaktadır. Fakat tuğla kalınlıklarıyla ilgili bu düzen diğer boyutlar için geçerli değildir.*

Osmanlı mimarisinde yapısal amaçlı olarak yaygın şekilde kullanılan tuğla malzemeden, daha sonra kültürel ve estetik değerlerin etkisiyle, süsleme alanında da yararlanılmıştır. Genelde Anadolu Türk mimarisinde, özelde Erken Devir Osmanlı mimarisinde bu konuda oldukça özgün örnekler verilmiştir. Üçüncü bölümde bu konuya değinilmektedir.

* Ayverdi, 1966, s. 536

3.BÖLÜM

3. OSMANLI MİMARİSİNDE TUĞLANIN SÜSLEME AMAÇLI KULLANIMI

Tuğla kullanımının özgün bir tarz oluşturduğu, özellikle Erken Devir Osmanlı mimarisine ait seçkin örnekler tez çalışmasının bu bölümünde sunulmuştur. Malzemenin, devrin mimarisindeki önemi ve kullanımlardaki çeşitliliği hakkında bilgi verecek örnekler seçilmiştir.

Süsleme sanatındaki kullanımları aşağıdaki gibi gruplandırmak mümkündür:

3.1 Duvar yüzeyinde uygulanan süsleme,

3.1.1 Almaşıklık

3.1.2 Rozet

3.1.3 Pano

3.2 Pencere Alınlığı

3.3 Kemer (Dekoratif amaçlı)

3.4 Mukarnas

3.5 Kirpi saçak

Tuğla, ilk kullanımlarında yalnızca yapısal amaç taşımış, sonraları yapı kültürünün gelişmesiyle, süsleme sanatındaki yerini almıştır. Anadolu’da taş malzemenin bol bulunması tuğlaya daha az gereksinim duyulmasını sağlamışsa da, Romalılardan devraldıkları tuğla malzemeli yapı sanatını, özellikle süsleme alanında sürdüren Bizanslılar ve malzemeyi tüm olanaklarıyla kullanan Selçuklular tuğla yapım kültürünü bölgeye taşımışlardır.

Osmanlı öncesinde süsleme, yalnızca tuğla örgüye ve kaplamaya dayanmaktadır. Erken Devir Osmanlı mimarisinde tuğla süsleme, kökenini Osmanlı öncesi Anadolu Türk mimarisinde bulmuştur. 14. ve 15. Yüzyıllarda Osmanlı döneminde tuğla kullanımı oldukça önem kazanmış, mimari süslemede öncelikle tercih edilmiştir. Tuğla, iki boyutlu yüzey düzenlemelerinden, üç boyutlu kütle düzenlemelerine kadar bazen taş malzeme ile birarada, bazen de yalnız kullanılarak yapılara hareket kazandırmıştır.

İki boyutlu yüzey düzenlemelerinden en yaygın olanı, tuğla ve taşın çeşitli sayısal sistemlerle biraraya getirilmesiyle oluşturulan, Bizans kaynaklı “almaşık” örgü sistemidir. Almaşık örgü sisteminde amaç, malzeme ve renk farklılığı yaratarak yapının dış duvarlarında, tek çeşit malzeme kullanımının oluşturduğu monotonluğu yokederek yapıya estetik açıdan hareketlilik kazandırmaktır. Erken Devir Osmanlı mimarisinde iki, üç, dört tuğla ve bir taş almaşıklığı yaygındır. Bazı yapılarda düşey almaşıklığın yanı sıra, özellikle Bizans mimarisinde sık görülen, bir taş - bir dikine tuğla olacak şekilde yatay almaşıklık da uygulanmıştır.

Almaşık duvar örgüsünde, tuğla süsleme motifleri gibi yüzeysel ayrıntılarda da Bizans sanatıyla benzer çizgilerle karşılaşılacaktır. Sürekli ilişki halindeki iki dönem mimarlığının birbirini etkilemesi oldukça doğaldır. Fakat bazı benzerlikler dışında, Osmanlı tuğla süslemesinin motif repertuarı, Bizans’tan oldukça uzak olup, doğu Türk sanatı geleneklerine çok daha fazla bağlıdır. Bu iki dönemin malzemeyi kullanım farkı, tuğla süslemelerin Bizans mimarlığında cephenin bütününe egemen olmasına karşın, Erken Devir Osmanlı mimarisinde sınırları çizilmiş panolar içinde ya da tek başına rozet gibi motif düzeninde uygulanmış olmasıdır.

Tuğlaların düşey, yatay ve eğik dizilişleriyle dalgalı, balık sırtı, başak, sepet, fırıldak gibi isimler alan örgü çeşitleri ve tuğla – taş dizilmeleriyle üçgen, kare, eşkenar dörtgen, altıgenler oluşturan geometrik düzenlemeler, kemer alınlığı ve pencere alınlığı gibi iki boyutlu yapı öğelerine görsel zenginlik katmaktadırlar. Bazı duvar yüzeylerinde bu tür örgüler, dikdörtgen ya da sivri kemerli panoların içlerini doldurmaktadırlar. Bursa İbrahim Paşa Camii'nde, ışınsal tuğla – taş dizilişleri kemer aralarında ve alınlıklarında rozet ögesi oluşturmaktadır. Meander ve zencirek motifleri oluşturan şeritler pano ve pencereleri çevirmektedirler. İznik Nilüfer Hatun İmaret, Bursa Yıldırım Medresesi, Bursa Orhan Camii, Edirne Yıldırım Camii, tuğla süslemenin uygulanmış olduğu en seçkin örneklerdir.

Erken Devir Osmanlı Mimarisinde geliştirilmiş diğer bir süsleme düzenlemesi, özellikle Bursa'daki tek kubbeli camilerde kalkan duvar olarak adlandırılan, ana kütteden yüksek, son cemaat yeri cephe düzenlemesidir. Son cemaat yerinin yapısal bir eleman olarak uygulanmasıyla, daha önceleri cami, medrese ve kervansaraylarda karşılaşılan köklü taç kapı geleneği son bulmuştur. Bu gelenek, son cemaat yeri cephesindeki düzenlemelerde yaşamaya devam etmiştir (Akşin, Kunt, Ödekan, Toprak, 1993, s. 305).

14. ve 15. Yüzyıl Anadolu Türk Mimarisi'nde önemli bir süsleme tarzı olan tuğla süsleme, duvar yüzeylerinde 16. Yüzyıl Klasik dönem yapılarında ikinci derece yapılarda, örneğin Sinan Paşa Camii ve medreselerde devam etmiştir. Tuğla – harç - taş dizisinin yaratmış olduğu renk ve malzeme almasıklığının oranlarında değişimler görülmüştür. Harç kalınlıkları çoğalırken, tuğla yükseklikleri azalmıştır.

Tuğlanın üç boyutlu yapı elemanlarında kullanımı, kemer, kemer çerçeve şeridi, saçak kornışı, rozet çerçeve şeridi, kirpi saçak (testere dişi) dekorasyonlarında, özellikle cephede yarattıkları ışık- gölge oyunları nedeniyle tercih edilmiştir.

Erken Devir Osmanlı mimarisinde görülen özgün tuğla süsleme örneklerinin etkileri sonraki dönemlerde de devam etmiştir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında ileriiki dönemlere ait örnekler de yer verilmektedir.

3.1 Duvar yüzeyinde uygulanan süsleme

3.1.1 Almaşıklık

Almaşıklık, kelime anlamı olarak ele alındığında; farklı iki malzeme veya farklı iki nitelik arasında “ardarda gelmek” gibi değişmeyen bir ilişkiyi ifade etmektedir. Ayrıca duvarda farklı iki malzemenin birlikte kullanılması sözkonusu olduğu zaman bu malzemelerin ardarda kullanılmasının yapım ve yapı statiği bakımından sağlamlık ve denge sağlayıcı bir işlevi olduğu söylenebilir. Bir başka deyişle almasıklık, süsleme anlayışının sonucu olduğu kadar işlevsel bir anlam da taşımaktadır.

Tuğla/taş yapım geleneğinde Osmanlı mimarisini etkileyen yakın kaynak geç Bizans devri yapılarıdır. İlk bilgisini ve ivmesini Bizans tuğla/taş yapımından alan Osmanlı mimarisi kısa sayılabilecek bir sürede kendi özgün sistematiğini oluşturmuştur.

Osmanlı almasıık duvarının kendine özgü bir “yapı” ortaya koymasında en büyük katkı, tuğla ve taş katlarının sıraları arasında bulunan sayısal ilişkinin son derece düzenli ve kararlı oluşudur. Bu, Bizans almasıık sistemini Osmanlı’dan ayıran en önemli özelliktir. Örneğin üç sıra tuğla ve bir sıra taş uygulanan bir yapıda bu düzen yapının tüm beden duvarlarında görülmektedir. Sistemin aynı yapıda farklılık gösterdiği çok az örnek bulunmaktadır. Bu tür uygulamalar ya dekoratif amaçlı, ya da onarımlar sonucunda oluşmuştur.

Osmanlı mimarisinde iki tür almasııklık sistemi vardır; basit ve bileşik. Bileşik sistem erken dönemde, basit sistem ise daha geç dönemde kullanılmıştır. Bileşik almasııklık sistemi Bizans uygulamalarıyla paralellik göstermektedir. Geç dönem Bizans yapılarında, örneğin İstanbul Fethiye Camii (Pammakaristos Manastırı Kilisesi 1312- 1315). dış hollerinde, beş veya altı tuğla sırasının ardından dört taş sırası gelmektedir, ayrıca her taş dizisinin arasına birer tuğla şeridi konmuştur. Bu örnek, 14. Yüzyılın ilk yarısında kullanılmış bileşik sistemlerin, Bizans geç dönem sanatından etkilendiğini göstermektedir (Levha 1.2.).

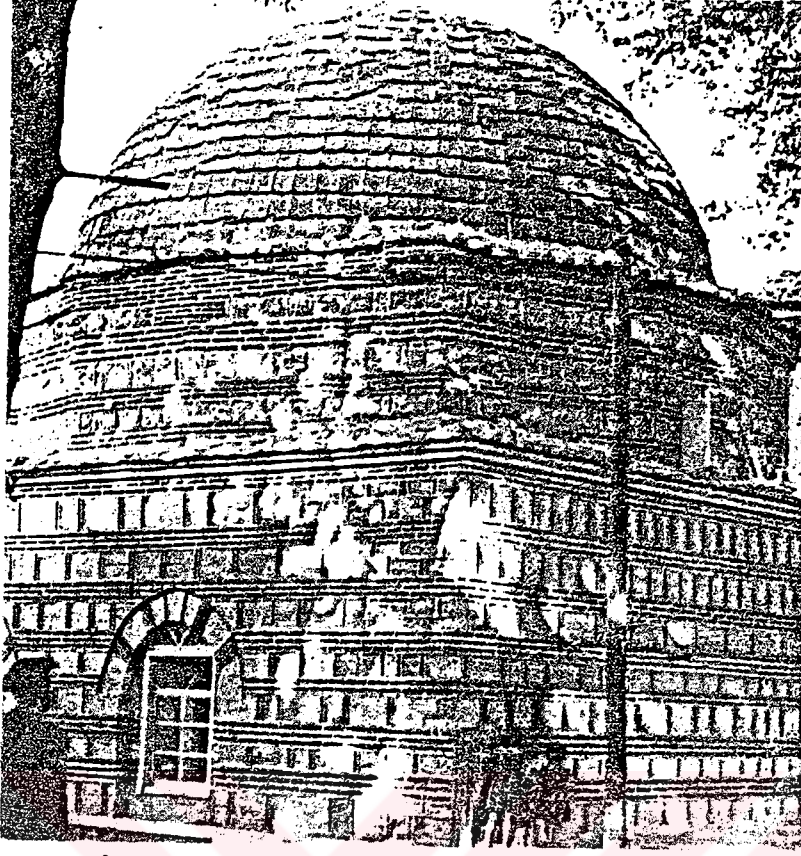
Osmanlı yapılarında kullanılan almasıklık sistemi, taş katının tek sıra oluşu üzerine kurulmuştur, fakat Bizans'ta taş katı iki, üç, hatta dört sıra olabilmektedir. En sık kullanılan sistemler; üç sıra tuğla – bir sıra taş ve iki sıra tuğla – bir sıra taş sistemleridir. Bu iki sistem zaman ve mekan farketmeksizin, Osmanlı yapılarının bulunduğu bütün yerleşmelerde kullanılmıştır (Levhalar 3.1, 3.2). Levha 3.3'te, 18. Yüzyıl yapısı olan Kızlarağası Hanı'nda da bu düzene uyulduğu görülmektedir.

Dikine tuğlalarla yatay yönde yerleştirilmiş almasıklık yöntemi ise Bizans kaynaklıdır. Bu yöntem, İstanbul dışındaki geç devir Bizans yapılarında sıkça kullanılmıştır.

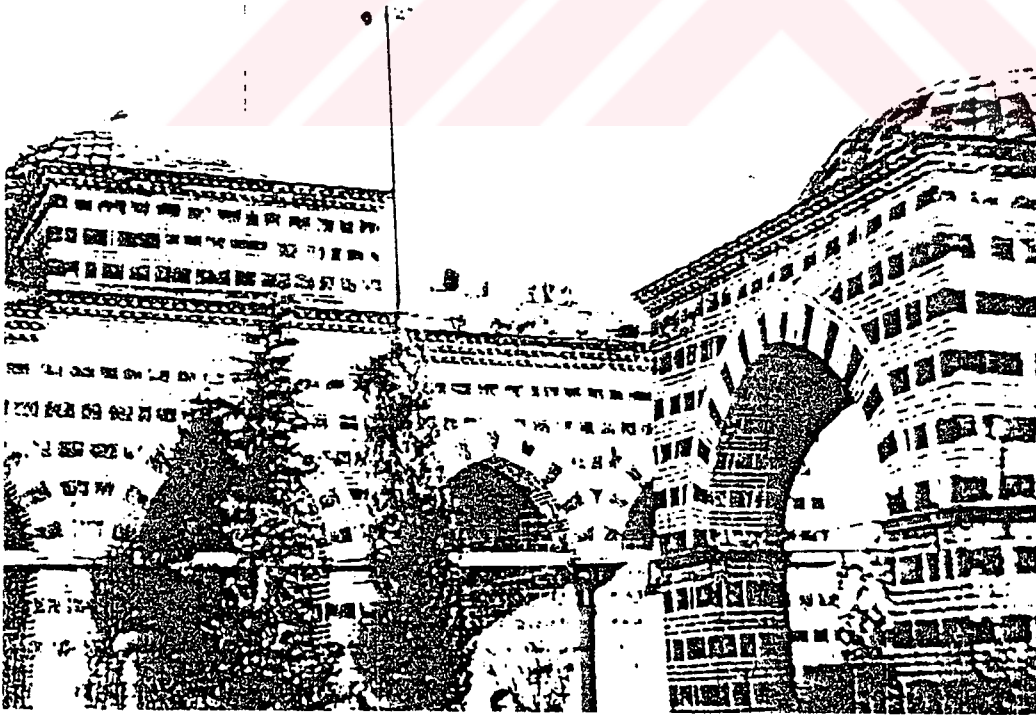
3.1.2 Rozet

Duvar yüzeyinde uygulanan ikinci süsleme türü rozettir. Oldukça yaygın bir şekilde kullanılmış olan ve cephenin belirli yerlerinde tuğlaların radyal yerleştirilmesiyle elde edilen bir süslemedir. Bu rozetlerin Bursa Orhan Camii (1340), Yenişehir Seyyid Mehmet Dede Zaviyesi (?), İznik Nilüfer Hatun İmaret (1388- 89), Bursa Timurtaş Camii gibi (1404) 14. Yüzyıl yapılarında belli bir düzene uyulmaksızın çeşitli yerlere yerleştirildiği görülmektedir (Levhalar 3.4, 3.5, 3.6).

Bu süsleme öğelerine bazı araştırmacılar tarafından “güneş kursu” denilmekte ve birtakım sembolik anlamlar yüklenmektedir. Fakat sadece dekoratif amaçla yapılan bu rozetlerin çok erken bir örneği Talas'ta Balaci Hatun Türbesinin cephesinde görülür. Böylelikle birçokları tarafından Bizans tarzı olarak kabul edilen tuğla cephe süslemesinin bir motifi daha Türk sanatının beşiği olan bölgelerde bulunmuştur (Demiriz, 1979, s.15).



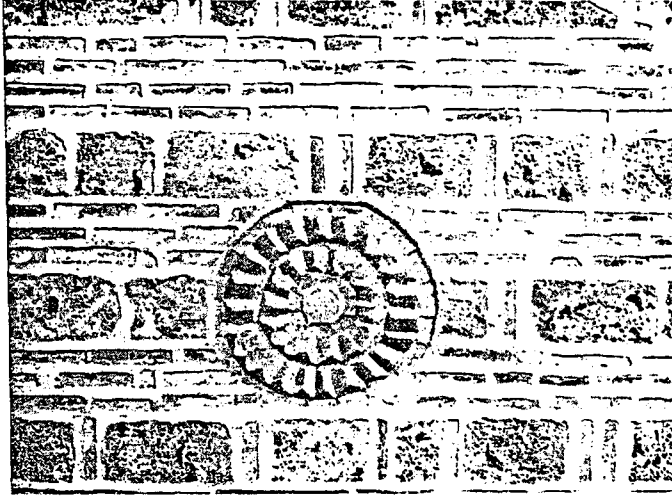
Levha 3.1. İznik Hacı Özbek Camii (1333)



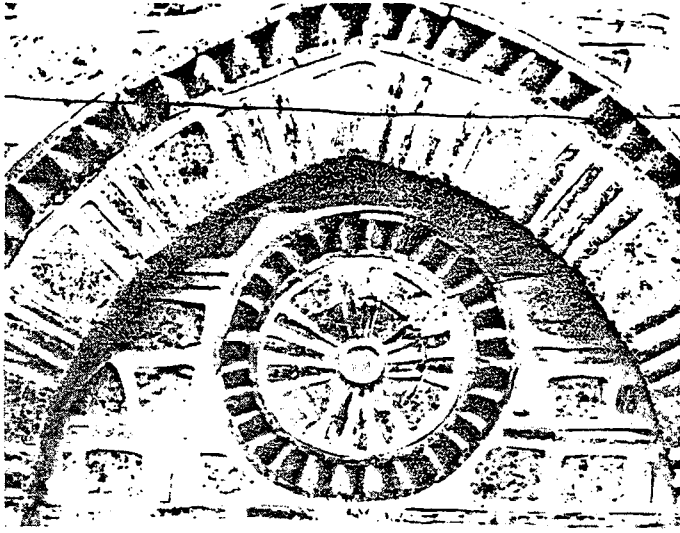
Levha 3.2. İznik Nilüfer Hatun İmareti (1388)



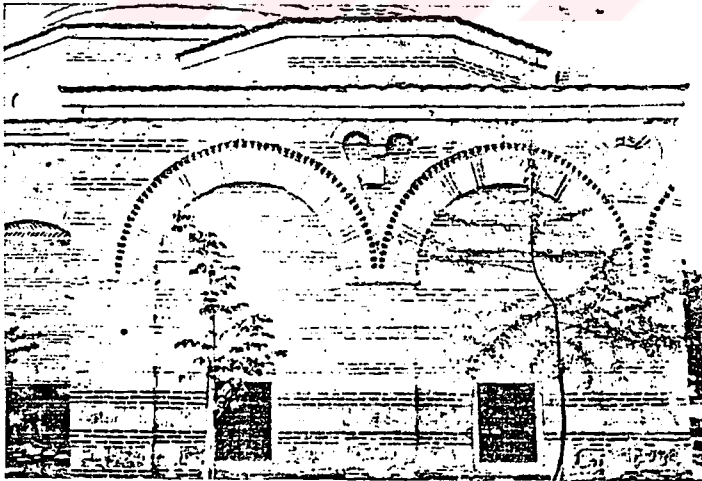
Levha 3.3 İzmir Kızlarağası Hanı (1744), batı cephesi



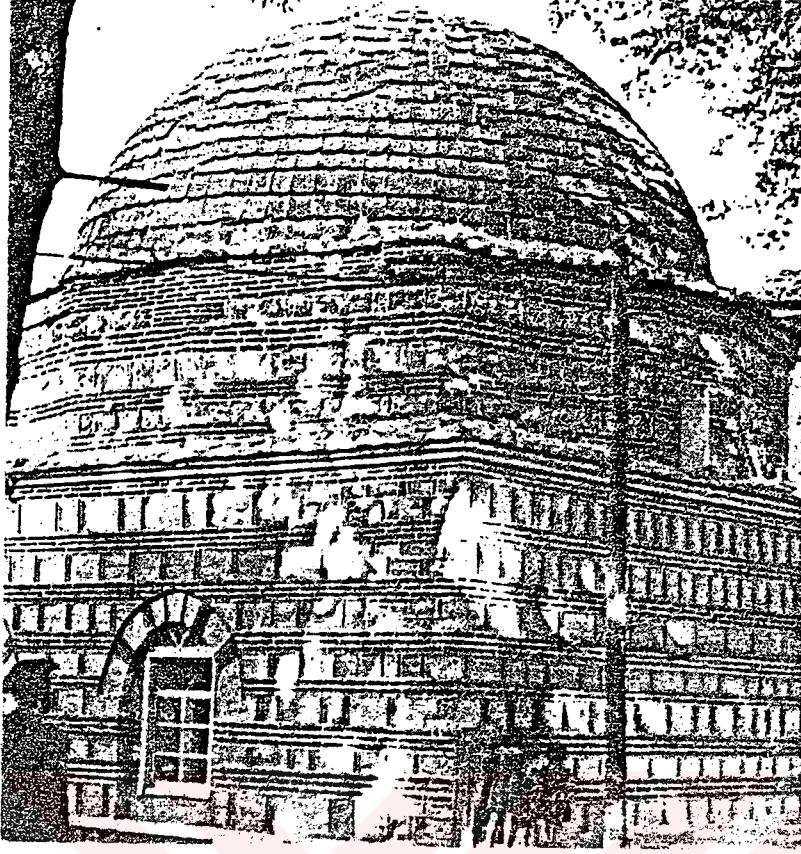
Levha 3.4 İznik Nilüfer Hatun İmaretî (1388), revak yanındaki tuğla rozet



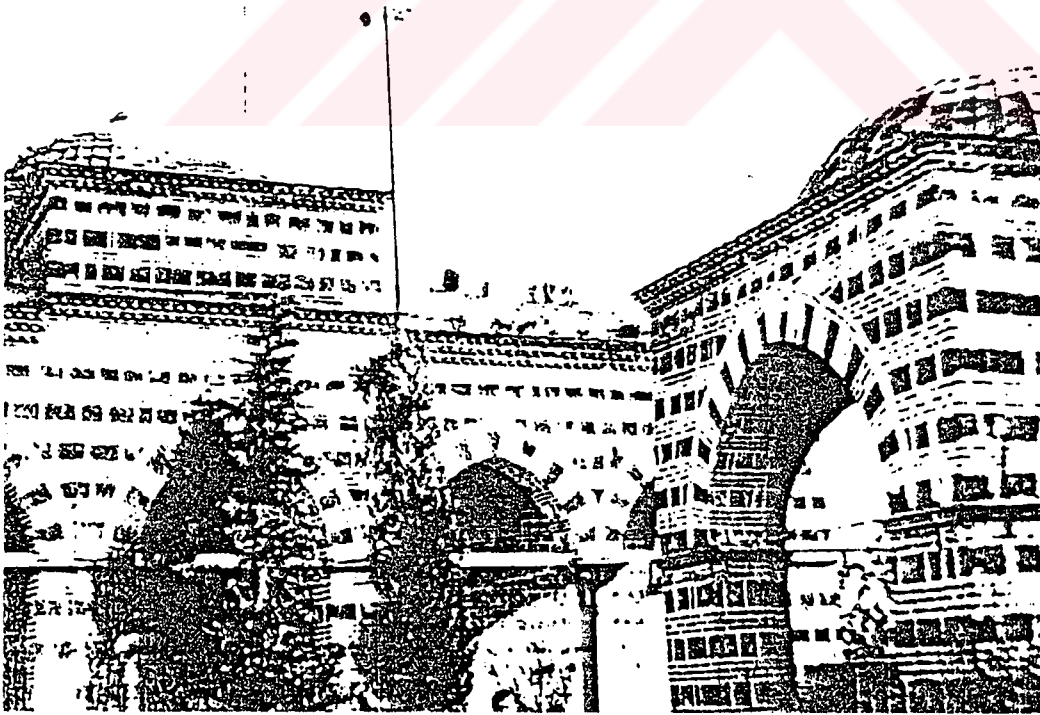
Levha 3.5. Bursa Orhan Camii (1340) yan cephesinde rozet motifi



Levha 3.6 Yenişehir Seyyid Mehmet Dede Zaviyesi (?), Doğu cephesinde rozet motifi



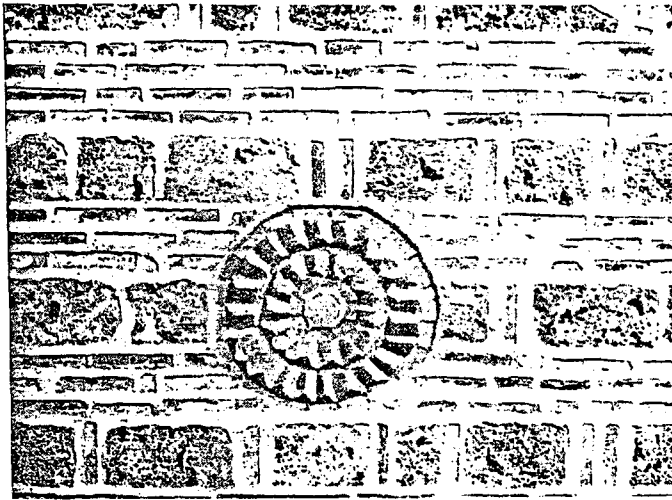
Levha 3.1. İznik Hacı Özbek Camii (1333)



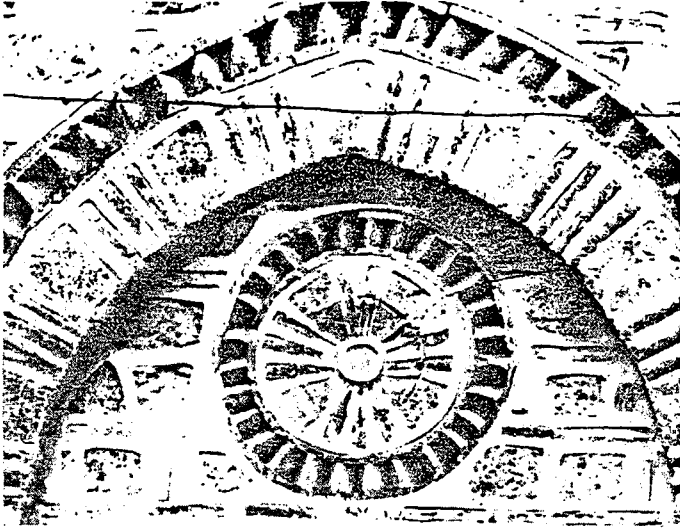
Levha 3.2. İznik Nilüfer Hatun İmareti (1388)



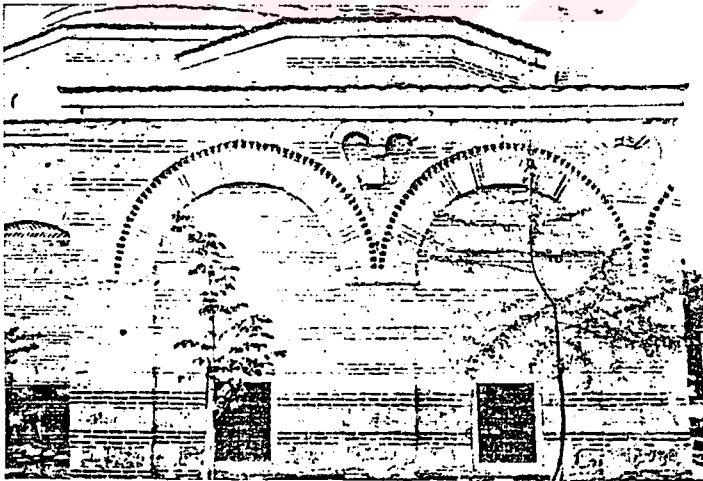
Levha 3.3 İzmir Kızlarağası Hamı (1744), batı cephesi



Levha 3.4 İznik Nilüfer Hatun İmaretı (1388), revak yanındaki tuğla rozet



Levha 3.5. Bursa Orhan Camii (1340) yan cephesinde rozet motifi



Levha 3.6 Yenişehir Seyyid Mehmet Dede Zaviyesi (?), Doğu cephesinde rozet motifi

3.1.3 Pano

Yukarda anlatıldığı üzere, yapıların belli noktalarına dikkati çeken bu rozetlerin yanısıra aynı sonuca, düz yüzey üzerindeki panolarla da varılabilmektedir. İznik'te Nilüfer Hatun İmaret'i'nde duvarın rastgele bir yerinde böyle bir pano vardır (Levha 3.7). Bursa'da Yıldırım Darüşşifası'nda ve Yıldırım Medresesi'nde, İbrahim Paşa Camii'nde de (1420) bu tarz panolar görülmektedir (Levha 3.8).

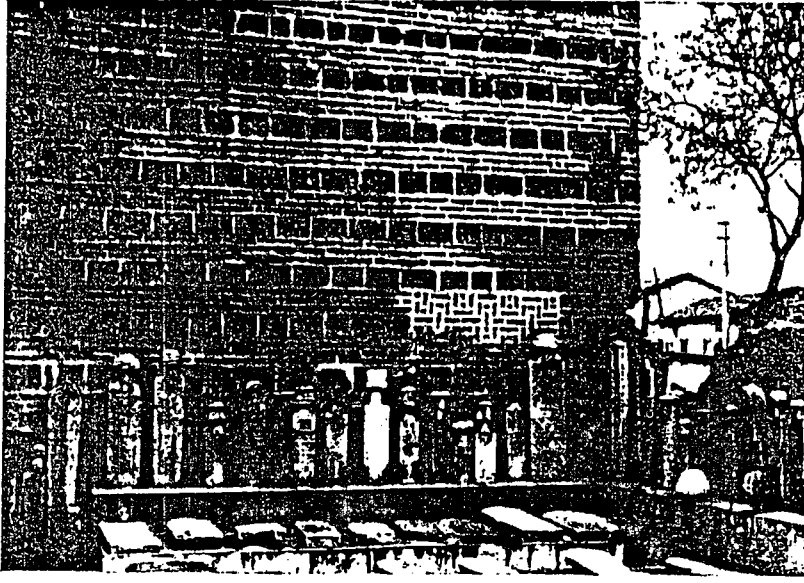
3.2 Pencere alınlığı

Tuğla veya tuğla/taş karışımı dış yüzey süslemesinin en sık görüldüğü yer pencere alınlıklarıdır. Tuğla alınlıkların erken örnekleri arasında İznik'te Nilüfer Hatun İmaret'i, Bursa Timurtaş Camii (Levha 3.9 a, b), Geyve İmaret Camilerine ait alınlıklar sayılabilir.

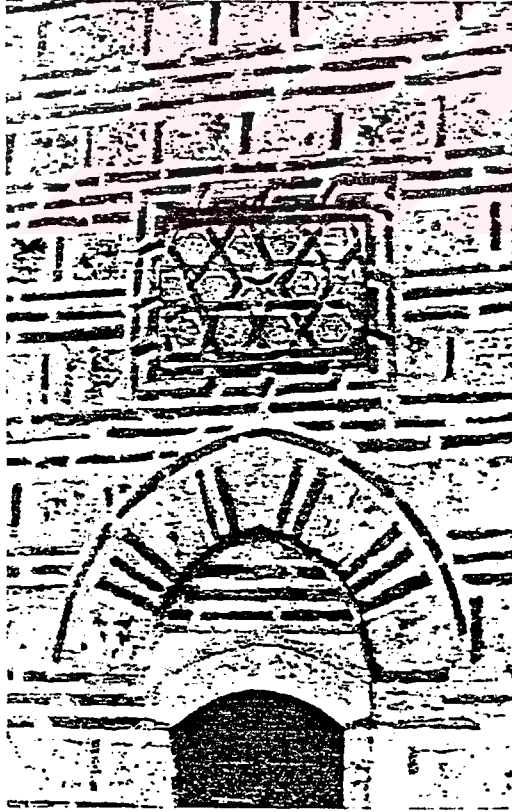
Alınlıklardaki geometrik süslemelerin zenginliği ve çeşitliliği bakımından Timurtaş Camii, sayılanlar arasında en önemli yeri almaktadır. “Yapım tarihi hakkında çeşitli fikirler ileri sürülen Bursa Orhan Camii süslemesi ise, eğer ilk yapılışına ait ise 1340 tarihi ile ilk örnektir ” (Demiriz, 1979, s. 14). Zaten Bursa, tuğla/taş ile geometrik süslemeli alınlıkların en çok görüldüğü merkezdir.

Alınlıklar, tuğlaların çeşitli yönlerde veya taşla birlikte kullanılmasıyla oluşturulmuştur. Bazı örneklerde tuğlaların özel şekillerde kesildiği de görülmektedir. Bursa Yeşil Medrese, renkli sırlı tuğla ve çini ile zenginleştirilmiş alınlıkları ile tüm diğer örneklerden ayrılmaktadır.

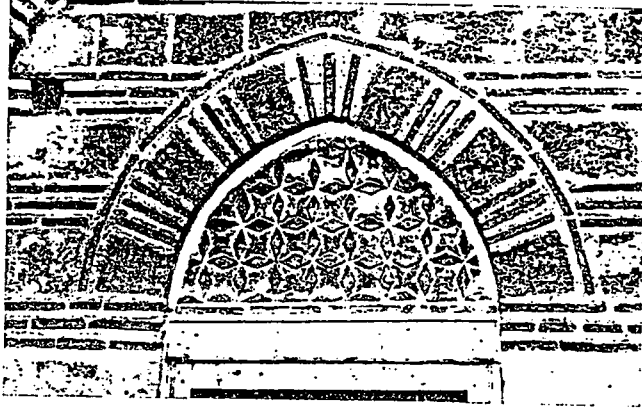
Ankara'da Karacabey Türbesi'nde (1440) ve Anadolu'nun doğusunda erken Osmanlı devrine ait alınlık örneklerine rastlanmaktadır (Levha 3.10). Trakya'da ise Edirne Yıldırım Camii'nde kullanılmış olan alınlık süslemeleri geç devirlere kadar devam etmiştir. Yine Edirne'de Rüstem Paşa Kervansarayı'nda tuğlanın doğal olanaklarının dışına çıkılarak, servi şekilleri meydana getirilmiştir.



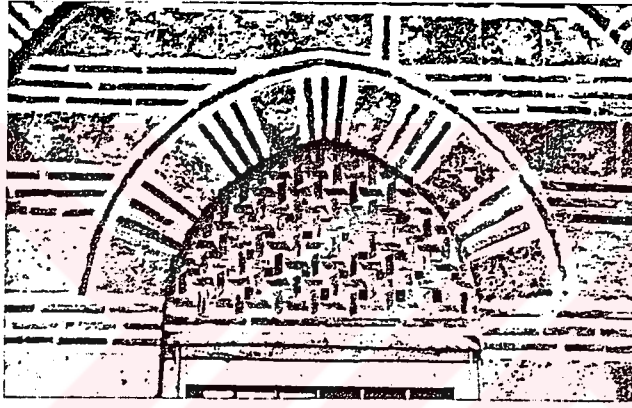
Levha 3.7. İznik Nilüfer Hatun İmaretî, cephede pano süsleme



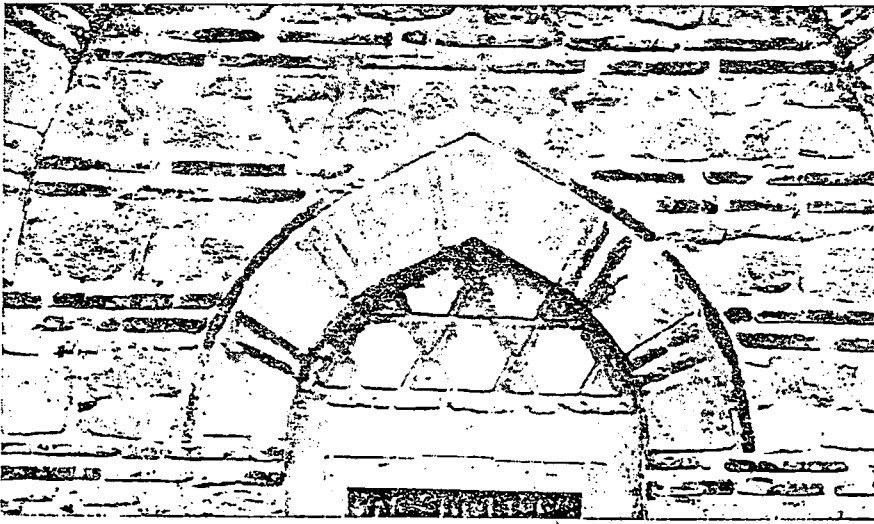
Levha 3.8 Bursa Yıldırım Medresesi, pencere alınlığı ve pano



Levha 3.9 a Bursa Timurtaş Camii, pencere alınlığı



Levha 3.9 b Bursa Timurtaş Camii, pencere alınlığı



Levha 3.10 Ankara Karacabey Türbesi (1456), alınlık süslemesi

3.3 Kemer (Dekoratif amaçlı)

Tuğla malzemenin cephe süslemesinde kullanıldığı bir başka yer ise dekoratif kemerlerdir. Bunlar, strüktürel kemerlerden farklı olarak, kör kemerler veya arkatlar ve ikiz kemerler olarak adlandırılmaktadırlar. Bursa'da Hüdavendigâr Camii'nde (1366), tüm cephelerin saçak hattı ve cephe düzenlemeleri bu dekorasyonla belirtilmiştir (Levha 3.11). Yenişehir'deki Seyyid Mehmet Dede Zaviyesi'nde de, cephedeki kemer süslemeleri nedeniyle yan cephe esas cepheden daha gösterişli olmuştur (Levha 3.6).

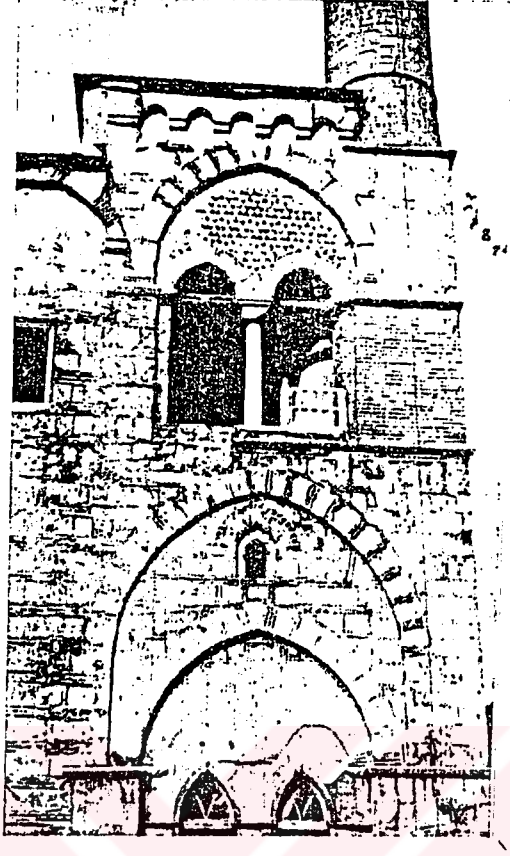
Kör kemer ve nişler yardımı ile zenginleştirilen bu iki cephe, Bizans sanatında aynı yıllarda hakim olan cephe zevkiyle en çok benzerlik gösteren örneklerdir.

Kör arkatlarla süslenmesi adeta gelenek haline gelen diğer bir mimari öge ise, minare kaideleridir. Birçok minarede taş da geçmiş olan süsleme tarzının tuğla ile meydana getirilmiş tipik örnekleri arasında Bursa'da Koca Naib Camii (?) (Levha 3.12) ve Ankara'da Karacabey Camii (1456) belirtilebilir (Levha 3.13). Tire'de de Osmanlı dönemi'ne ait cami minarelerinde bu tarz süsleme görülmektedir. Özenle yapılmış tuğla işçilikleri, özellikle minare gövdelerinde göze çarpmaktadır (Levha 3.14)

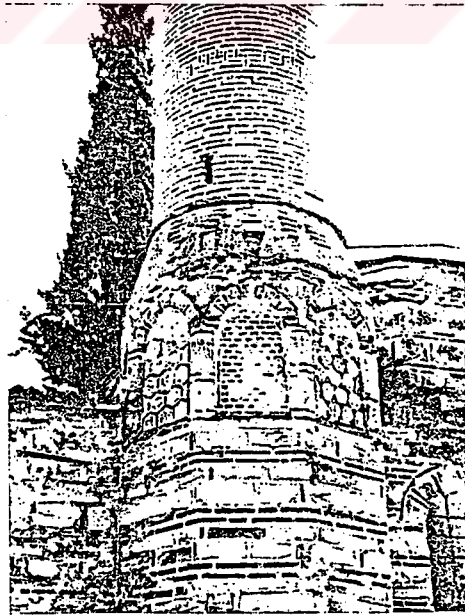
3.4 Mukarnas

Türk ve İslam mimarisinin önemli süsleme elemanlarından birisi olan mukarnas, bu çeşit süsleme açısından en zengin mimari tip olan hamamların incelenmesindeki güçlük yüzünden yeterli derecede ele alınamamıştır.

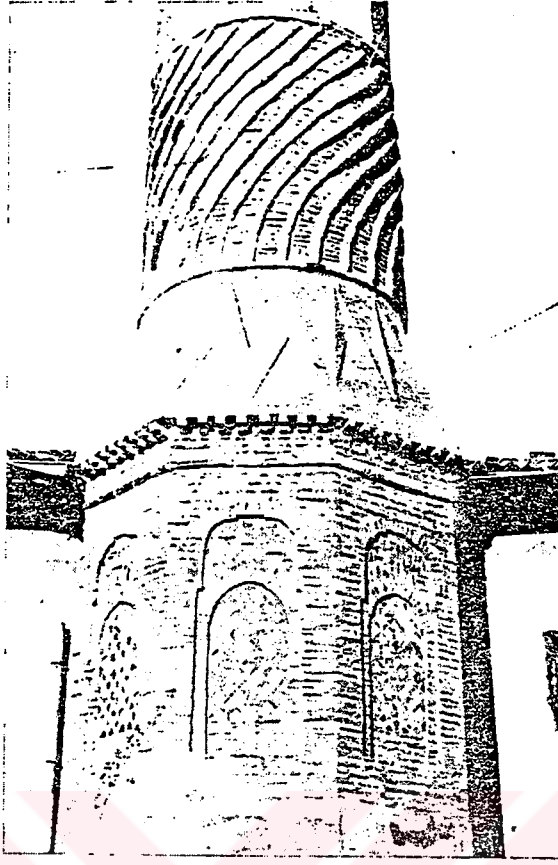
Süsleme sanatının önemli unsurlarından olan mukarnas, bazen iç mekanlarda kubbeye geçiş ögesi olarak, bazense kubbenin içini tamamen kaplamak için, ya da mihraplarda kullanılmıştır.



Levha 3.11 Bursa Hüdavendigâr Camii (1366), son cemaat yeri doğu cephesi



Levha 3.12 Bursa Koca Naib Camii (?) minaresi, kemer dekorasyonu



Levha 3.13 Ankara Karacabey Camii (1456) minaresi, kemer dekorasyonu



Levha 3.14 Tire Narin Camii (?) minaresi, kemer dekorasyonu

İç mekanlardaki uygulamalarda genel anlamda, tuğladan yapılmış kaba bir taşıyıcı iskeletin üzerine malakari yöntemiyle daha titiz biçimler vererek gerçekleştirilmektedir. Malakari, alçı esaslı bir harç olup, ıslak haldeyken küçük bir spatula ile kimi yerleri oyularak yüzeyde hafif kabartma desenler oluşturulmaktadır. Bu desenlerin üzeri de daha sonra renklendirilmektedir (Levha 3.15).

Kimi anıtsal yapıların taçkapılarının üst bölümlerinde yer alan mermer veya taş mukarnaslar yukarıda anlatılan teknikten farklı bir tekniğe sahiptir. Bunlar, yapının tüm diğer dış süslemeleri gibi, kaba inşaat bittikten sonra yarı işlenmiş yüzey üzerine adeta heykel yontar gibi biçimlendirilmişlerdir.

Bursa'da Hüdavendigâr Camii ve Yıldırım Medresesi kubbeleri mukarnalıdır (Levha 3.16). Yine, Bursa Muradiye Camii kubbesinde geçiş elemanı olarak mukarnas kullanılmıştır (Levhalar 3.17, 3.18).

Mihraplarda kullanılan mukarnaslara örnek olarak da, Bursa'da Bedrettin Camii, Bursa Yeşil Camii ve Türbesi, Edirne Muradiye Camii mihrapları verilebilir.

3.5 Kirpi saçak (Testere dişi saçak)

İlk örnekleri Mezopotamya yapılarında bulunabilecek bu yapım şekli, özellikle taş ve tuğlayı birlikte kullanan Bizans yapılarında sık kullanılmıştır. Genel olarak bir veya üç sıra diş halinde ve her diş sırasının arasında düz olarak bir veya iki sıra düz tuğla sırası kullanılarak oluşturulmuştur. İstanbul'un en eski Bizans yapısı olan Aya İrini Kilisesi'nin (M.S. 360'dan önce) testere dişi saçakları M.S. 8. Yüzyıla kadar kalabilmiştir. Bir diğer Bizans yapısı olan Pammakaristos Manastırı Kilisesi'nde (Fethiye Cami), iki düz sıra ve iki dişli sıra yapılmıştır (Levha 1.2).

Türk saçak kornişlerinde kirpi saçak dekorasyonunun ilk örnekleri Bursa, İznik gibi Bizans hakimiyetinin uzun zaman devam etmiş olduğu bölgelerde görülmektedir.

Kirpi saçak dekorasyonu, normal tuğla ile yapıldığı gibi korniş olarak hazırlanmış özel tuğlalarla da yapılabilir.

Bursa Orhan Camii'nde iki ve üç dizi olarak dizilmiş kirpi saçak korniş altyapının bitim çizgisini güçlü bir plastik etkiyle tanımlar. Kubbe kasnağında da tekrarlanmış olan saçak korniş plastik etkiyi daha da artırır. Bursa Selçuk Hatun Camii'ndeki uygulama ilginçtir. Bu yapıda bir pencere boşaltma kemerinden diğerine geçen testere dişi saçak cephe boyunca uzanan sürekli bir şerittir (Akşın, Kunt, Ödekan, Toprak, 1993, s.304).

Bunlardan başka İstanbul, Edirne ve diğer Anadolu şehirlerinde de yalnız taş ve tuğla ile yapılmış yapılarda kullanılmıştır. Edirne Yıldırım Camii'nde (Levha 3.19), Bursa'nın hemen hemen bütün camilerinde, İstanbul'un birçok cami, medrese, hamam yapılarında görülebilecek bu saçak şekli son derece basit bir bindirme sistemi ile meydana getirilmiştir (Levhalar 3.20 , 3.21). Önceki bölümlerde de sözedildiği gibi, Osmanlı mimarisinin erken dönemlerinden itibaren uygulanan süsleme tarzı, geç dönemlere ait sivil ve dini yapılarda da devam etmiştir. Levha 3.22'de 18. Yüzyıl Osmanlı sivil mimari örnekleri arasında yer alan, İzmir Kızlarağası Hanı'ndan cephe detayı görülmektedir. Bu örnekte de, bir çok geç dönem yapıları gibi kirpi saçak, pencere alınlık süslemeleri ve duvar yüzeyinde uygulanan almaşıklık özelliklerinin, aynı üslup birliği içinde devam ettiği görülmektedir.

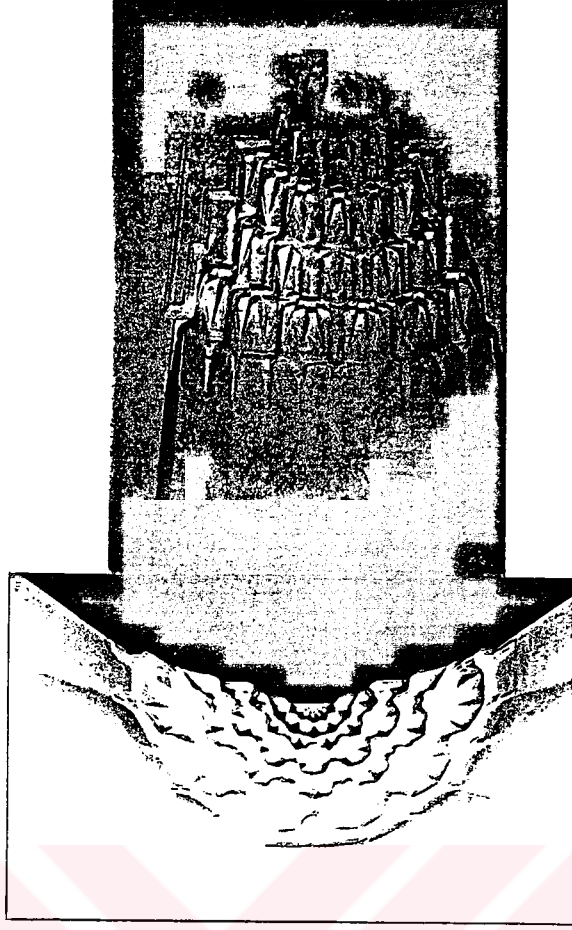
Osmanlı mimarisinin erken dönemine damgasını vurmuş, tuğla malzemenin ağırlıklı olarak kullanıldığı bu süsleme biçimleri genel olarak levha 3.23 'te, Keskin* tarafından hazırlanmış çalışmada görülmektedir.

Genelde pişmiş toprak malzeme özelde tuğla, Anadolu Türk mimarisinde son derece özgün şekillerde kullanılmıştır. Çalışma kapsamında özellikle, yapısal ve süsleme alanında çeşitli kültürlerin ve coğrafi verilerin etkileriyle özgün örneklerin verildiği Erken Devir Osmanlı mimarisi üzerinde durulmuştur. Birçoğu ülkemizde

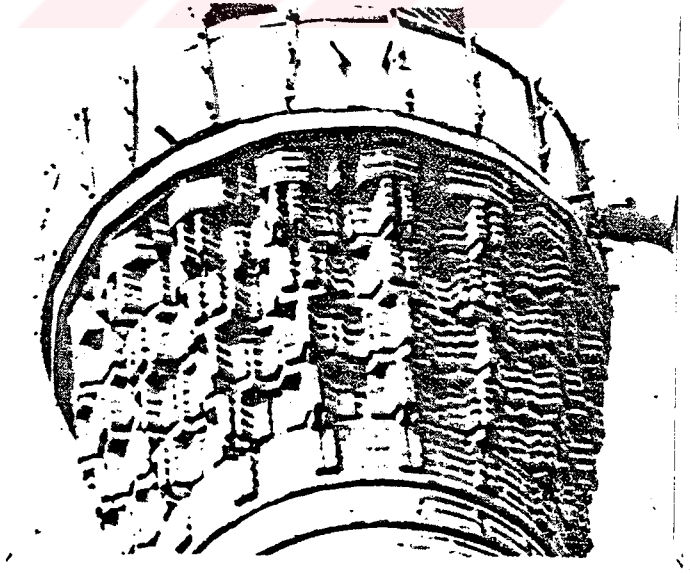
* Yüksek mimar Metin Keskin'in Işıklar Tuğla A.Ş. adına yaptığı "Anadolu mimarlığında tuğla" adlı çalışmasından alınmıştır.

halen varlığını sürdüren bu eşsiz örnekleri gelecek nesillere aktarmak amacıyla, gerek ülkemizde, gerekse yurtdışında tarihi yapılarda kullanılan tuğla malzemenin temizleme, koruma ve onarımına ilişkin yürütülen çalışmalar, bundan sonraki bölümlerde irdelenmiştir.

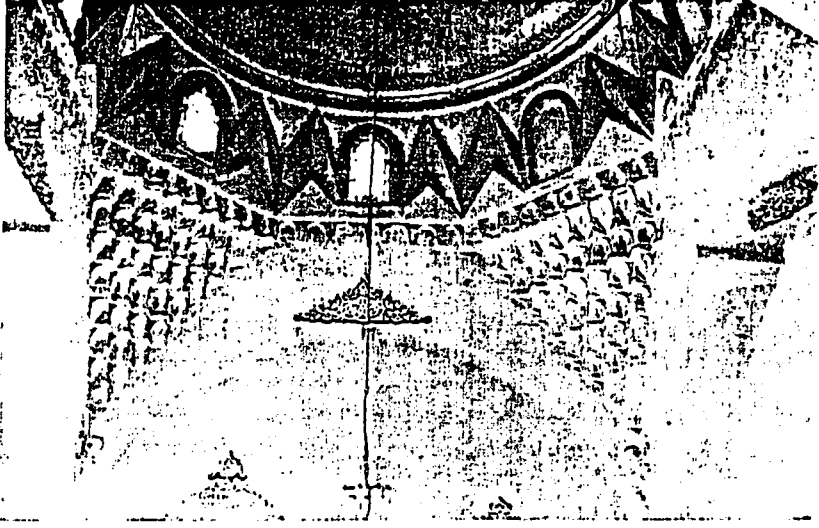




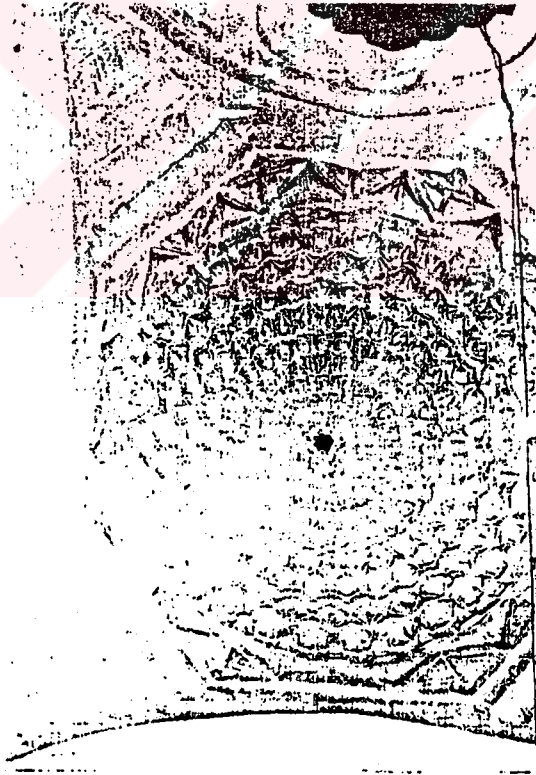
Levha 3.15 Manisa Muradiye Medresesi (1592), eyvan mihrabı
görünüş ve plan



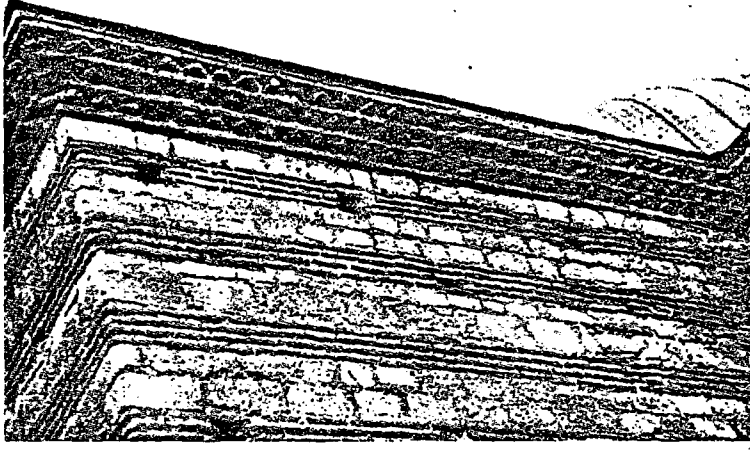
Levha 3.16 Bursa Hüdavendigâr Camii minare şerefesi, mukarnas detayı



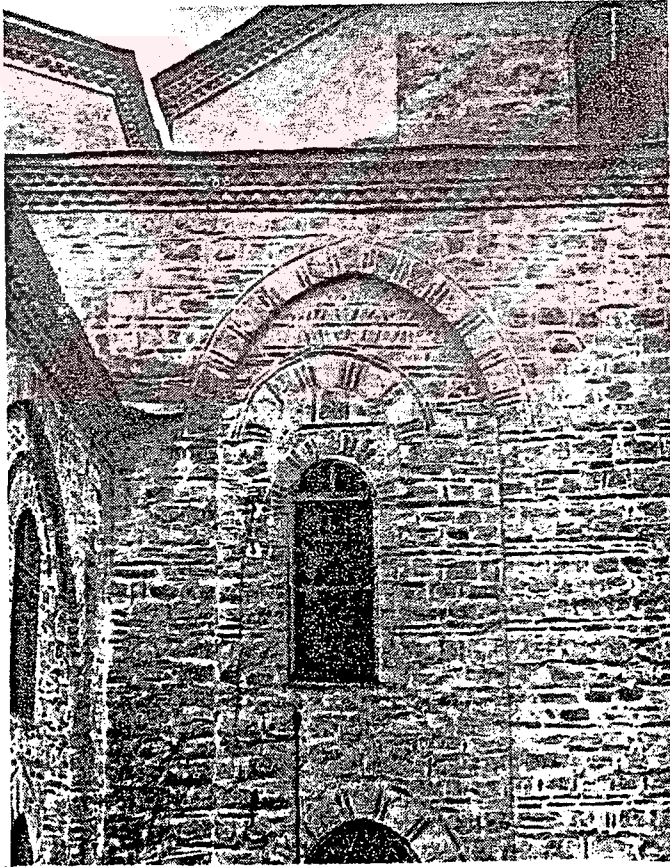
Levha 3.17 Bursa, Muradiye Camii, Harem kubbesine geiř bölümü



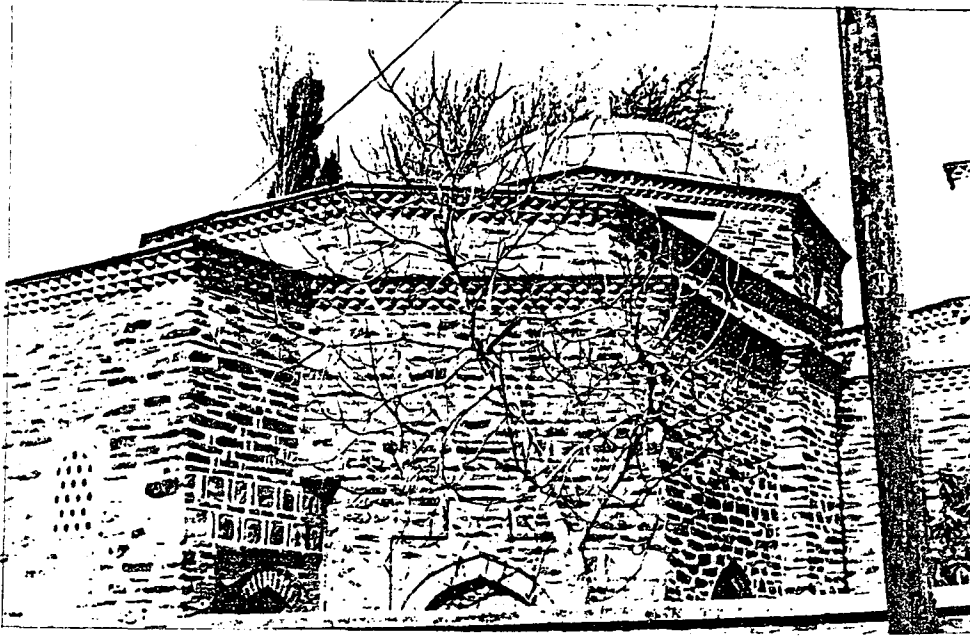
Levha 3.18 Bursa Muradiye Camii, sol tabhanede mukarnaslı kubbe



Levha 3.19 Edirne Yıldırım Camii, kirpi saçakları



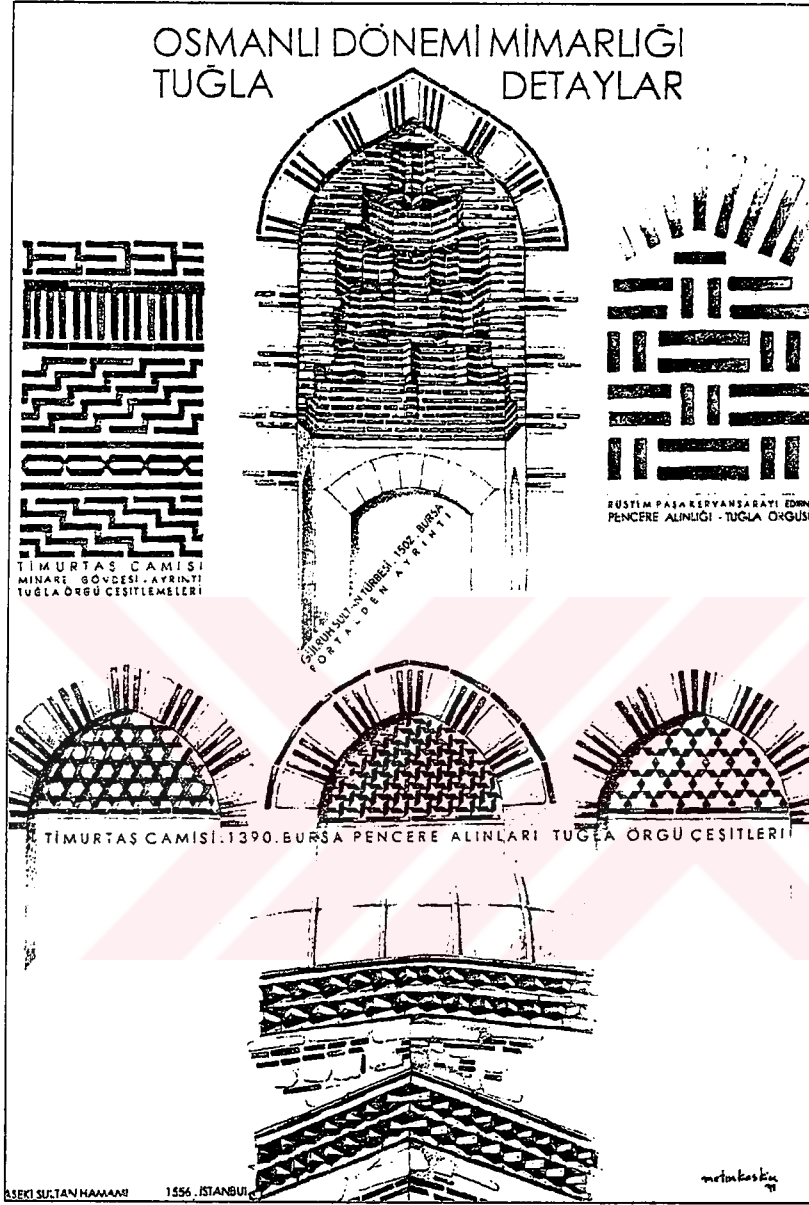
Levha 3.20 Bursa Orhan Camii, kirpi saçakları



Levha 3.21 Tire Yeşil İmaret (1441), kirpi saçakları



Levha 3.22 İzmir Kızlarağası Hanı, cephe detayı



Levha 3.23 Osmanlı dönemi mimarlığı, tuğla süsleme detayları

4. BÖLÜM

4. TARİHİ YAPILARDA KULLANILAN TUĞLA MALZEMENİN TEMİZLENMESİ KORUNMASI VE ONARIMI

Binlerce yıldır çok çeşitli medeniyete kucak açmış Anadolu'da, bu medeniyetlerin izlerini taşıyan ve tarihi kültür mirasımızı belgeleyen değerlerimizin önemli bir bölümünü tarihi yapılarımız oluşturmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde, konuya paralel olarak tuğla malzeme kullanılmış yapılarda malzemenin ne tür yıpranmalara uğrayabileceği, temizleme, koruma, ve onarımında hangi yöntemlerin uygulandığı, yurt içinde ve yurt dışında yapılmış ve uluslararası platformlarda tartışılmış çalışmalarla örneklendirilerek sunulmaktadır. Onarım ve yenileme çalışmaları sürdürülürken, öncelikle malzemede meydana gelen yıpranmanın sağlıklı bir şekilde teşhis edilmesinde kullanılan yöntemler hakkında da bilgi verilmektedir.

Anadolu'da Osmanlı İmparatorluğu zamanında yapılan anıtsal yapılarda Bizans etkisiyle, taş ve tuğla malzemelerinin birlikte kullanılmaları, bugün koruma ve onarım çalışmalarında konuyu daha karmaşık bir hale sokmaktadır. Korunacak ve onarılacak yapı malzemelerinin çeşitliliği ve birarada bulunmaları, uygulama aşamasında özenli bir çalışma gerektirmektedir. Çünkü bu tip yapılarda kullanılan her malzeme çeşitli dış etkiler altında farklı davranışlar sergilemekte ve onarım çalışmalarında kullanılacak malzemelere değişik tepkiler vermektedir. Bu nedenle tezin konusuna girmemesine karşın taş malzemede meydana gelebilecek sorunlara da kısaca değinilmektedir.

4.1 Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler

4.1.1 İmalat

4.1.2 Su etkisi

4.1.3 Isı etkisi

4.1.4 Biyolojik etkiler

4.1.5 Hareket

4.1.1 İmalat

Tuğla malzemenin çatlaması ve çarpıklıkların oluşumu, kuruma aşamasında doğrudan gün ışığında veya rüzgarlı ortamda bulundurulmasının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Sert ve çarpık ürünlerin nedeni, kum oranının az olmasıyla ilgilidir. Çok fazla kum içerdiğinde ise, malzeme kolay kırılır duruma gelmektedir. Kirecin yoğun miktarda, büyük parçalar halinde bulunması, bunun yanısıra söndürme amaçlı olarak nem içermesi ve tamamen kurumadan malzeme hamuruna katılması, pişme aşamasında patlamasına neden olmaktadır. Yoğun tuz içeren tuğla hamurunda ise piştikten sonra oluşan köpük, malzemeye estetik olmayan bir görünüm vermektedir.

İmalat aşamasında, tuğla kalıplarının kil yapışmaması için ıslatılması, tuğla yüzeyinin çatlamasına ve şekil bozukluklarına neden olmaktadır. Bunun için kalıbı kumla sıvamak, daha olumlu bir sonuç vermektedir.

4.1.2 Su etkisi

Su, tuğla malzeme ile karşılaştığında malzemede; su emme, kapilarite ve nem oluşumları meydana gelmekte ve bu oluşumların sonucunda:

4.1.2.1 Malzemede dağılma

4.1.2.2 Donma

4.1.2.3 Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması

4.1.2.4 Nemin meydana getirdiği şekil deformasyonları

4.1.2.5 Kondansasyon

4.1.2.6 Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit gibi etkiler görülmektedir.

4.1.2.1 Malzemede dağılma

Tarihi yapılardaki tuğla ve harç malzemeleri oluşturan bileşimlerin bir bölümü, su etkisi karşısında çözülerek, malzemelerde dağılmaya neden olmaktadır.

4.1.2.2 Donma

Tuğla malzeme, dona karşı reaksiyonda çeşitlilik gösteren bir malzemedir. Gözeneklilik yüksekse dayanımı düşüktür. Suyun gözeneklere girip donması ufalanmaya neden olmaktadır. Bu etkiyle harç da parçalanabilir. Tuğla çok ıslak olduğu zaman don olayından büyük zarar görmektedir. Yapı genelinde bu olaydan en fazla zarar gören yerler parapet gibi, doğrudan su etkisinde olan yerlerdir. Bazı durumlarda don etkisi, diğer bir asal zararın yanında yıpranmayı hızlandırıcı etki yapmaktadır.

• “Taş malzemede bozulma ve korunması” konulu 7. Uluslararası Berlin Kongresinde, “Tuğla malzemede gözeneklilik karakteri ve nem etkisi arasındaki ilişki” üzerine yapılan bir test çalışması sunulmuştur.*

Test çalışmasında; gözenekli yapı malzemelerinin hava şartlarından etkilenmelerinin nedeni olarak su deposu görevi gören kritik büyüklükte gözeneklere sahip olmaları gösterilmiştir. Buna bağlı olarak bir yapı malzemesinin gözenek yapısı incelenerek kapilaritesi ve su tutma karakteri hakkında bilgi sahibi olunabilir.

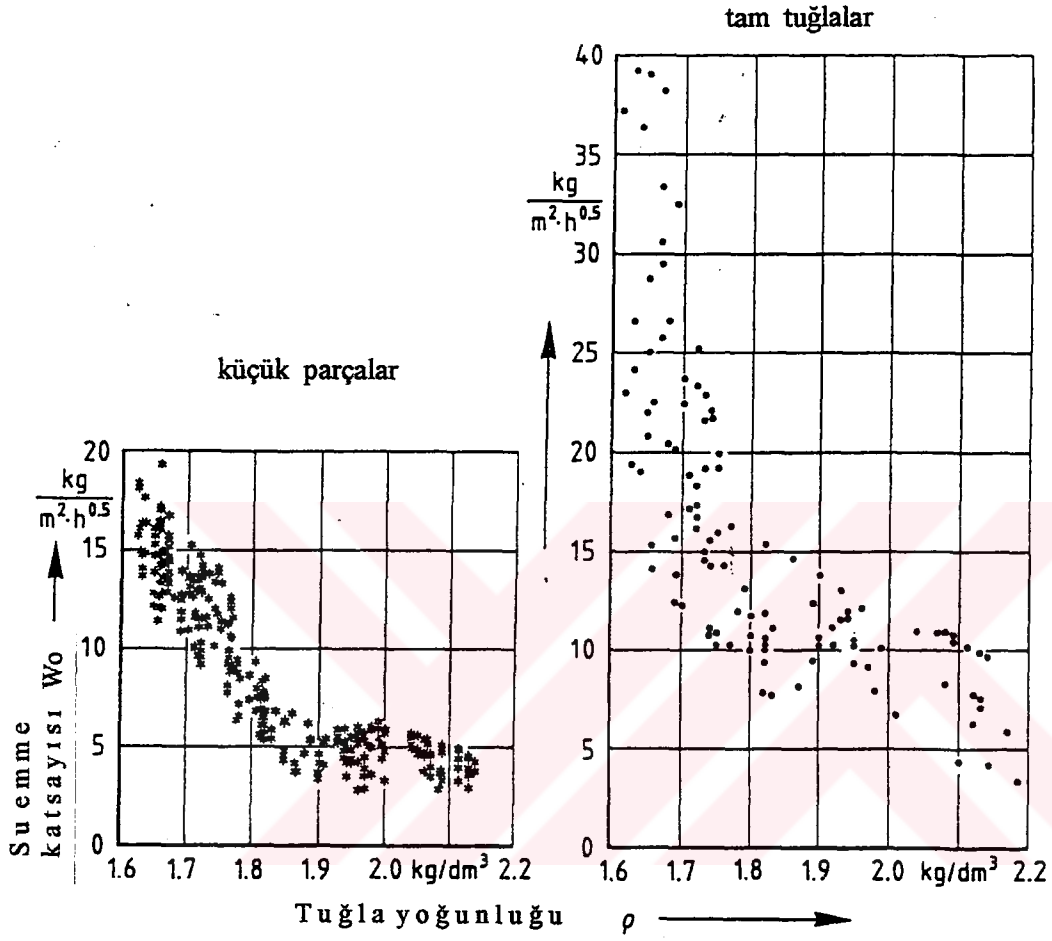
* “Pore characteristics and moisture in brick masonry” (Hoffmann, & Niesel, 1995, ss. 735-743).

Bugüne kadar edinilmiş somut deneyimlere göre; hava şartlarının gözenekli yapı malzemelerine olan etkilerinin, gözeneklerin belirli büyüklüklerde tutulmasıyla azaltılabileceği görülmüştür.

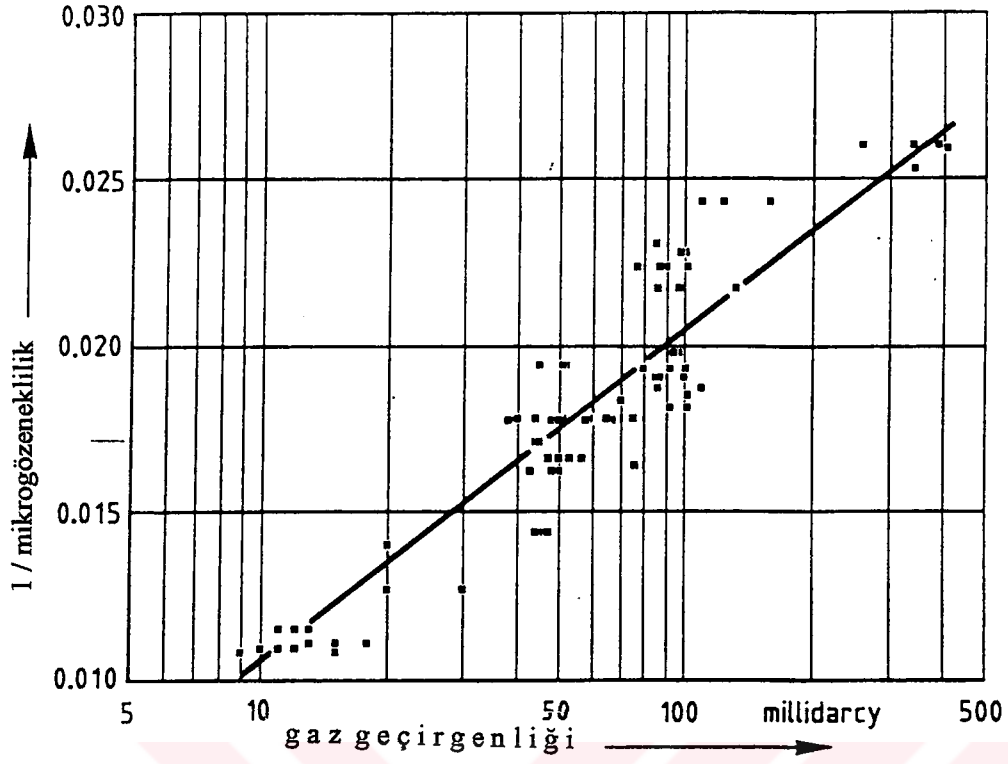
Test çalışmasında, aynı geometriye ve farklı yoğunluklara sahip tuğlalar seçilmiş ve üzerlerine, yatırılacakları düzleme dik gelecek şekilde beş cm. çapında delikler açılmıştır. Malzeme suyu emdikçe, delikler aksial yönde küçük genişlemeler göstermişlerdir. Bu kapilarite verisinden malzemelerin su emme katsayıları tespit edilebilmiştir. Diğer taraftan aynı örnekler gaz geçirgenliği ile yoğunluk arasındaki ilişkiyi incelemek için de oldukça uygun görülmüştür.

Örneklerin test sonuçlarını karşılaştırırken oluşabilecek problemlerden bir tanesi, kalıp ve pişirme işlemlerinin getireceği doku farklılıkları nedeniyle sonuçların sağlıklı olmamasıdır. Diğer bir olumsuzluk ise, örnek büyüklüğü ile malzemenin homojenliğinin ters orantılı olmasıdır. Çalışma sırasında, “karşılaştırma yapma” olanağını tehlikeye düşürecek bu gibi olumsuzluklar en aza indirilmeye çalışılmıştır.

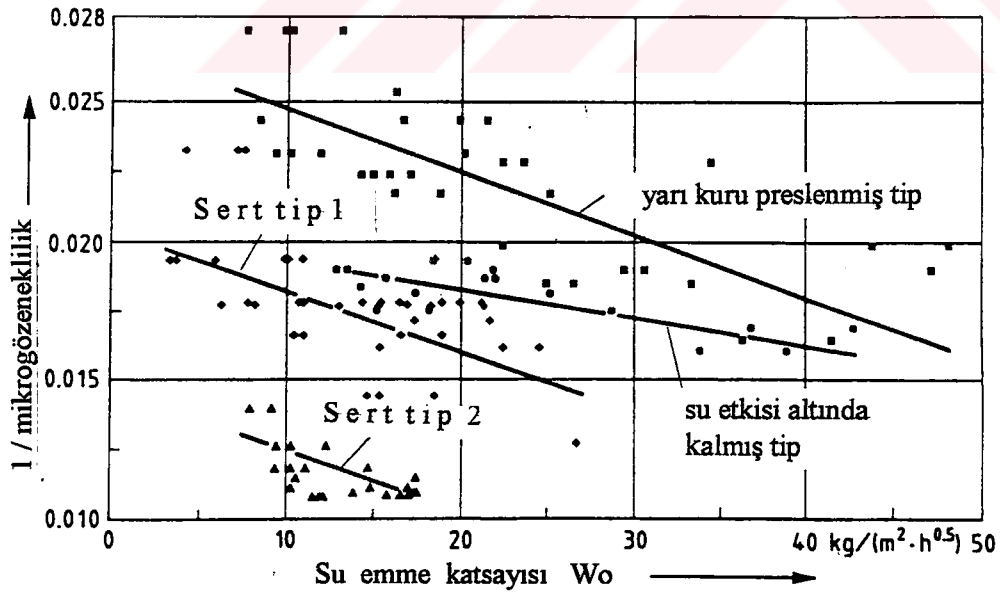
Sonuç olarak yoğunluk ve su emme katsayısı (W_o) arasındaki hiperbolik ilişki ortaya çıkarılmıştır. Deneyde tam tuğlalar ve tuğlalardan kesilmiş küçük parçalar kullanılmıştır (Şekil 4.1). Ayrıca dört çeşit tuğla kullanılarak, gaz geçirgenliği / gözeneklilik ve su emme /gözeneklilik arasındaki ilişkiler de somutlaştırılmıştır (Şekil 4.2 ve Şekil 4.3).



Şekil 4.1. Tuğla yoğunluğu / Su emme katsayısı (W_o) ilişkisi



Şekil 4.2 Mikrogözeneklilik / gaz geçirgenliği ilişkisi



Şekil 4.3 Mikrogözeneklilik / su emme katsayısı (W_o) ilişkisi

4.1.2.3 Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması

Çevre şartlarının taşa verdiği zararlar iyi bilinmesine karşın tuğla için fazla araştırma yapılmamıştır. Bunun temel nedeni problemin karmaşıklığıdır. Tuğla ile oluşturulmuş bir yapı elemanında farklı kimyasal özelliklere sahip malzemeler birarada bulunmaktadır. Tuğla silika esaslıdır ve nispeten asit özelliklidir, harç ise (tarihi yapıların çoğunda) kireç esaslıdır ve alkali özelliklidir. Su, iki malzemenin reaksiyonunda katalizör etkisi görür ve reaksiyon sonucu oluşan tuzlarla birlikte malzemelerin içerdikleri tuzların da çözünmesini sağlar. Tuğlada yıpranmaya neden olan tuzlar; malzemeyi oluşturan bileşimlerin bünyesinde bulunan, kirlilikle taşınan veya tuğlanın ve harcın kendi bünyesinde meydana gelen mikrobiyolojik dönüşümle (amonyumun dönüşümüyle ortaya çıkan nitratlar) oluşan tuzlardır.

“ Tuğlanın diğer bir toprak orijinli yapı malzemesi olan kerpiçe oranla yüksek ısıda pişirilmiş olması, kil ana maddesinde stabilize bir iç yapı sağlamışsa da, su emme değerinin %18’in altında olması, tuğlanın yüzeyinde ve iç yapısında karbonat ve sülfat esaslı tuzların neden olduğu çiçeklenme ve kabuksal dökülmelere yol açar” (Eriç, 1986, s.23).

Tuz, kilin içinde olduğu gibi harçta da bulunabilir. Fakat tuzun ana kaynağı topraktır. Nem oranı yükseldikçe eriyen tuzlar toprağa karışmaktadır. Bu durumda tuz, tuğla yüzeyinin hemen altında kristalize olmaktadır. Burası aynı zamanda nem içeren duvarda, suyun buharlaştığı yerdir.

Kirliliğin neden olduğu tuz etkisine örnek olarak, endüstriyel yapılarda bulunan bacalarda ve ocaklarda oluşan sülfat etkisi verilebilir. Bunun yanında yine bazı tarihi yapılardaki kireçtaşı süslemelerin veya kornişlerin yıkanması, kalsiyum karbonatın ve kalsiyum sülfatın, tuğlanın gözeneklerine girmesine neden olmaktadır.

Konu ile ilgili olarak 7. Uluslararası Berlin Kongresinde sunulan “Tuğla ve taşın dayanımları ve koruma çalışmalarının değerlendirilmesi”^{*} konulu çalışmadan söz etmek yerinde olacaktır.

Çalışma kapsamında, tuğla ve taş örneklerdeki çürüme oranları farklı etkiler altında ölçülerek incelenmiştir. Çürümeyi oluşturan etkiler; kapilarite, nem hareketi, tuz kristalleşmesi, rüzgarla taşınan kirlilik ve su sızıntısı olarak belirlenmiştir.

Malzemelere uygulanan dayanıklılık testleri temelde tuz kristalleşmesi ve don, anti-don devirleri baz alınarak yapılmış ve sert çevre koşullarında gözenekli malzemelerin performansları incelenmiştir. Şartların etkisi genelde yalnızca görsel olarak incelenerek, ilk çatlaklar veya kabuklaşmalar görüldüğünde uygulama durmuş, devir sayıları kaydedilmiş ve diğer malzemelerle performans karşılaştırması yapılmıştır. Bozulma derecesi, belirli devir sayılarından sonra dayanımın ne kadar düştüğü ölçülerek belirlenmektedir. Dayanım düşüklüğü yanında seçilmiş olan diğer bozulma parametreleri, ağırlık kaybı veya boyutsal kayıptır. Fakat tuz kristalleşmesi testlerinde hem dayanıklılık hem de ağırlık etkilendiğinden, bu parametreler tek başlarına bir anlam ifade etmemişlerdir. Dahası, dayanım performansı sadece mekanik testlerle ölçülebildiği için örneklere büyük zararlar vermiştir.

Bilim adamları bu konudaki araştırmalarına 1979’da başlamış ve birçok yapıdan (tarihi / yeni) toplamış oldukları tuğla örnekleri üzerinde sodyum sülfat etkilerini incelemişlerdir. İlk laboratuvar testlerinde ıslak-kuru devirleriyle, doğada çürümeye neden olan etki, yapay ortamda yaratılarak incelenmiştir. Bu deneyin ardından zararlı mekanik testler, sonik (ses dalgaları kullanılarak) testler, ağırlık ve hacim kayıplarını ölçmek amacıyla uygulanmıştır. Sonuç olarak, zararsız testlerle ölçülebilen ve malzemelerin bünyesinde bulunan tuzlardan etkilenmeyen bir parametre önerilmiştir. Bu parametre “kalınlık kaybı” ya da “dış yüzeydeki değişim” dir. Ölçme prosedürü ise yinelenebilir, güvenilir ve bozulma değeri hakkında net bir sonuç alınabilir özellikler taşımaktadır.

^{*} “Evaluation of the durability of bricks and stones and of preservation treatments” (Baronio, Binda,& Squarcina, 1995, ss.753-761).

Malzemedeki bozulmanın başlaması ve yayılması :

Uzun araştırmalar tuz kristalleşmesinin çürütme etkisi hakkında derin deneyimler edinilmesini sağlamıştır. Tuz kristalleşmesi dış yüzeyde sürekli kabuklaşmaya neden olur. Bu oluşuma, özellikle ıslak-kuru devirlerinin etkisiyle, malzemenin içindeki sodyum sülfat varlığı neden olur. Malzemenin et kalınlığının kabuklaşarak azalması, çevreye, malzemenin gözenekliliğine ve mekanik dayanıma göre değişir. Levha 4.1.a ve 4.1.b 'de kırsal bir yerleşime ait tarihi bir yapıdan alınan tuğla ve harç örneklerinde meydana gelen çürümeler gösterilmiştir. Levha 4.2'de ve 4.3'te çürüme olayının iki farklı malzemedeki nasıl benzer süreçleri yaşadıkları örneklenmiştir. Her iki örnek için hem laboratuvar ortamında, hem de doğal ortamda tuz kristalleşmesi deneyleri yapılmış ve aynı sonuçlar alınmıştır.

Zararın ölçümü ve bozulma parametresinin seçimi :

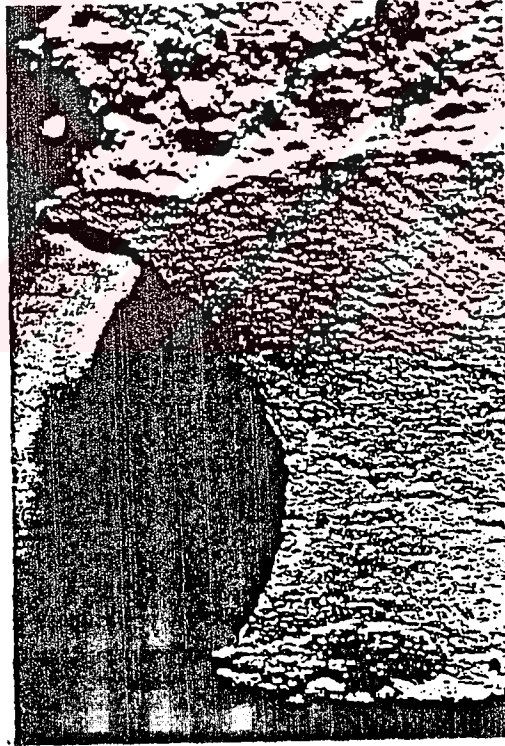
Daha önce de belirtildiği gibi, bozulma tipine uygun parametre seçmek yerinde olacaktır, ayrıca malzemenin yüzey özelliklerinin azalmasını mekanik testlerle tespit etmek yanlıştır. Çünkü bu testler hem oldukça zarar verici, hem de malzemenin gözenekleri çözülebilir tuzlar içerdiğinde yanıltıcı sonuç verebilecek özelliktedir.

Yüzey çürümesi, yapı elemanının “ kalınlığının azalması ” parametresi ile temsil edilebilir (Taşıyıcı duvar, kolon, payanda, kemer vs. için) (Levha 4.4).

Bozulmanın ölçülmesi amacıyla seçilen parametre laboratuvar testlerinde, her devirde “ kesitin azalması ” şeklinde belirlenebilir. Bu parametre ayrıca her devirde malzemedeki yüzey durumunu da ifade etmektedir.



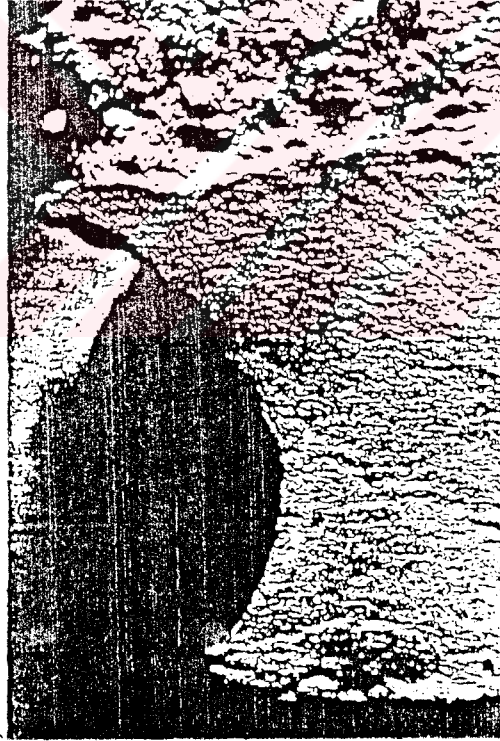
Levha 4.1.a Çürüme sürecine girmiş tuğla ve harç örneği.



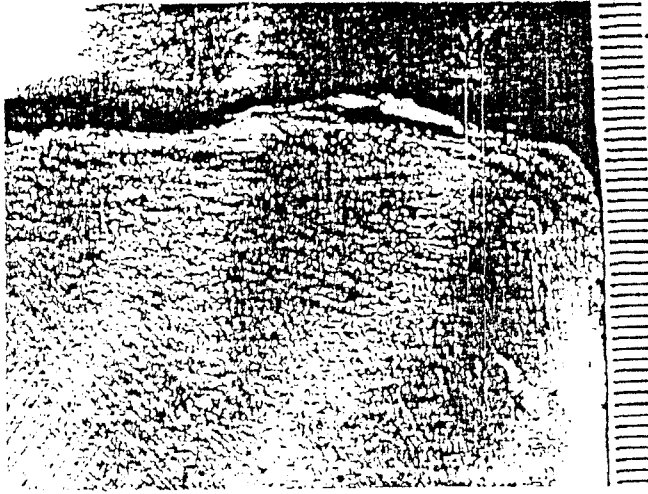
Levha 4.1.b Yıpranmış tuğla yüzeyin altındaki harç yüzeyine çürümenin girmesi



Levha 4.1.a Çürüme sürecine girmiş tuğla ve harç örneği



Levha 4.1.b Yıpranmış tuğla yüzeyin altındaki harç yüzeyine çürümenin girmesi



Levha 4.2 Tuğla örnekte çürümenin başlaması (Tuz kristalleşmesi testi ile)



Levha 4.3 Angera taşı örneğinde çürümenin başlaması (Tuz kristalleşmesi testi ile)

Uygulama :

Yapı malzemesinin yüzeyinde meydana gelen bozulmayı somut olarak ortaya koymak amacıyla yapılan laboratuvar testlerinde; örneklerin yan yüzleri plastik malzeme ile sıkıca kaplanarak, üst yüzey dışında buharlaşma engellenmiştir. Bu şekilde hazırlanan örnekler aşağıda sözedilen kristalleşme devirleri uygulanmıştır :

- Örnek 10 mm. derinlikte doymuş Na_2SO_4 çözeltisinde dört saat bekletilmiştir.
- 44 saat boyunca, 20°C 'de ve %50 bağıl nem ortamında kurutulmuştur.

Her devirde meydana gelen bozulmayı ölçmek için basit bir aparat kullanılmıştır. Bu aparat, sağlam bir yere tutturulmuş bir tabaka üzerine konuşlandırılmış kadranlı ölçü aletidir (Levha 4.5).

Test için kullanılan taş ve tuğla örneklerin üzerine grid oluşturacak işaretlemeler yapılmıştır. Böylece her devirde örnek üzerindeki noktalarda oluşacak yıpranma miktarı tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Örnekler uygulanan her devirden sonra ölçüm yapılmıştır. Ölçüm sayısı : m , örneğin uygulama öncesi yüksekliği : Q_{0j} ($j=1, \dots, m$) her devir sonunda yapılan ölçümlerde kaydedilen yükseklik Q_{ij} ($i=1, \dots, n$, n : devir sayısı), her devir sonundaki yükseklik değişimi ise $\Delta_j = Q_{ij} - Q_{0j}$ 'dir. İlk değer olan Q_{0j} (Uygulamadan önceki yükseklik) = 0 olarak kabul edilerek diğer bütün değişimler Q_{0j} 'ye göre ölçülmüş ve devir sayısı / malzeme yüksekliği kaybı diagramına sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 4.5).

Ölçüm testlerinin sonuçları çeşitli amaçlar için kullanılmıştır. Yükseklik kaybının ölçümü (kalınlık kaybı tespiti) duvar yüzünün performansı ve beraberinde taşıma kapasitesinin durumu hakkında bilgi verir. Eğer malzemenin mekanik gücü biliniyorsa, taşıma durumu da kesin olarak belirlenebilir.

Zaman içinde test uygulanan malzemelerin davranışları incelenerek, çeşitli koruyucu malzeme uygulamaları yapılmış, aynı cins yapı malzemelerinin

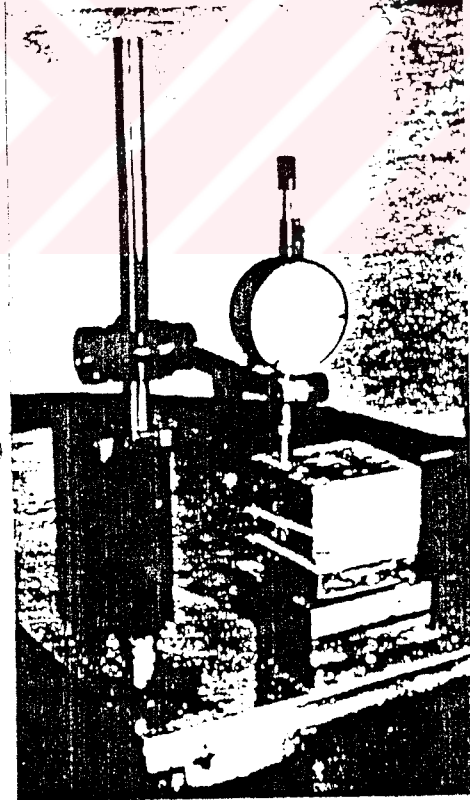
davranışları karşılaştırılmış, böylece koruyucuların performansları hakkında da bilgi sahibi olunmuştur.

Tuğla malzemeli yapı elemanlarında, su etkisiyle meydana gelen çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması, malzemeye etkileri ve bu etkilerden korunma çalışmaları, uluslararası platformda yapılan teorik ve pratik çalışmalardan da yararlanarak, neden sonuç ilişkisi bağlamında açıklanmıştır. Böylelikle, malzemedeki meydana gelen yıpranmaları sadece estetik kayıplar olarak değil, yapı sistemi içindeki taşıma görevlerini etkileyen oluşumlar olarak görme gerekliliği vurgulanmıştır.

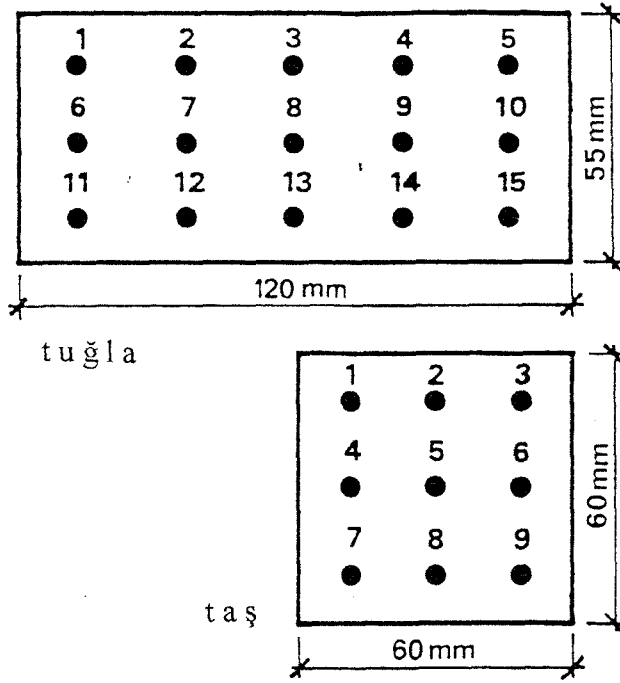




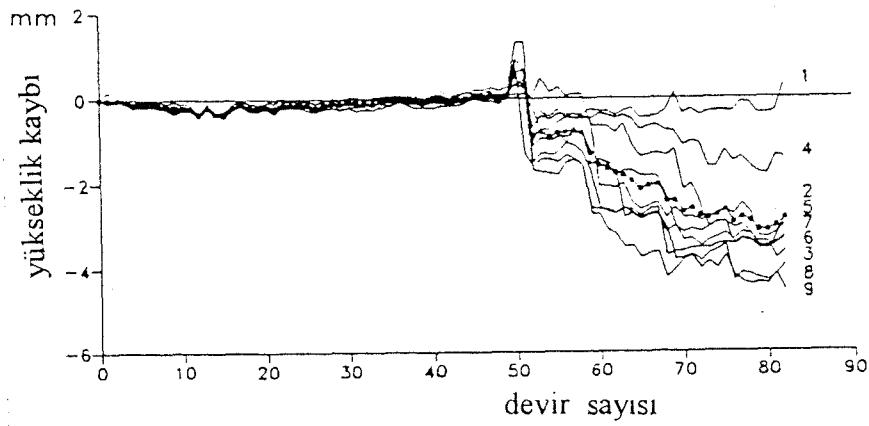
Levha 4.4 Çevre şartlarından dolayı duvar kesitinin kaybı, “kesit azalması”



Levha 4.5 Laboratuvar testlerinde örneklerdeki bozulma miktarını ölçen araç



Şekil 4.4 Tuğla ve taş örnekler üzerine işlenmiş grid sistem



Şekil 4.5 Taş örnekteki dokuz noktadan elde edilen verilerle oluşturulan diagram

4.1.2.4 Nemin meydana getirdiği şekil bozuklukları

Nem etkisi, tarihi tuğla yapılarda, tuğla ve harç malzemenin ufalanarak parçalanmasına veya dayanımını kaybederek varolan yükler altında deforme olmasına neden olmaktadır.

4.1.2.5 Kondansasyon

Kondansasyon, fransızca kökenli bir sözcük olup, türkçede “yoğuşma” olarak kullanılmaktadır. “Yapı öğelerinde ısı akımına paralel bir su buharı akımı vardır. Buhar, yapı öğelerinden yoğuşmaksızın geçtiği sürece bir sakınca yaratmaz. Ancak sıcaklık dereceleri ile nem oranının değişmesi sonucu, yapı öğesinin yüzeyinde veya iç kesiminde yoğuşma olursa yapı bünyesi için sakıncalı bir durum ortaya çıkar” (Hasol, 1995, s. 487)

Bu oluşum gözönünde bulundurularak, tarihi tuğla yapıların onarımında, yoğuşmaya neden olan ısı dengesizliklerini meydana getirecek fonksiyonlardan olabildiğince kaçınmak ve malzemedeki buhar akımını engelleyecek onarım malzemelerinin kullanımında dikkat göstermek gerekmektedir.

4.1.2.6 Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit etkisi

Nem, özellikle büyük şehirlerde, kirli havada bulunan zehirli gazlarla birleşerek yapı cephelerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Özellikle tarihi yapıların cepheleri, eğer koruyucu malzeme uygulaması yapılmamışsa, asitin yıpratıcı etkisinden büyük zarar görmektedir.

4.1.3 Isı etkisi

Tuğla malzemedede ısı etkisi iki şekilde ortaya çıkmaktadır ;

- Isısal genleşmelerle malzemenin iç yapısında meydana gelen gerilmeler sonucunda çatlaklar oluşmaktadır.

- Yangınlarla ortaya çıkan yüksek ısı, malzemenin molekül bağlarının uzamasına ve elastiklik modülünün azalmasına, ayrıca kimyasal olarak kristal sisteminin dağılmasına neden olmaktadır. Yangının zararı şiddetine, yapı elemanının kalınlığına ve tuğlanın çeşidine göre değişmektedir. Büyük ve uzun süreli yangınlarda çatlama, şişme ve yüzey parçalanmaları görülmektedir. Süre uzadıkça malzemede camlaşma başlamakta, ayrıca yangın söndürme işlemleri sırasında ani ve şiddetli su etkisi de malzemenin parçalanmasına neden olmaktadır.

4.1.4 Biyolojik etkiler

Sarmaşıklar, bitki kökleri, alg ve likenler, mantarlar, bakteriler, kurt ve böcekler genel olarak pişmiş toprak malzemenin ufalanmasına neden olmaktadır.

4.1.5 Hareket

Yapıda toprak kayması ve deprem nedeniyle oluşan hareket malzemenin çatlamasına ve yıpranmasına neden olmaktadır. Yapı elemanının sağlamlığı ve hareketin karakteri doğru olarak tespit edilmelidir.

Meydana gelen çatlakları onarırken ve kırılan tuğlaları sökme işlemine başlarken önce yapı elemanının stabil olup olmadığı kontrol edilmelidir ve onarım öncesinde hasar görmüş bölgeye su girip girmediğine bakılmalıdır. Oluşan hafif çatlaklar fazla dikkat çekmiyor ve su problemi de bulunmuyorsa onarmak adına estetik olmayan görüntülerle karşılaşmamak için herhangi bir müdahalede bulunmamak en uygun çözüm olacaktır.

Yatay yer değiştirmeler için çok özen gerekmektedir, çünkü oluşan çıkıntılar su toplamaya uygun duruma gelirler. Ayrıca bu tip çatlaklar yüzeyin şekülünden kaymasına da neden olabilmektedir. Dışa doğru çıkıntılı veya içe doğru giren yüzeylerin olduğu böyle durumlarda yüzey kesilebilir veya yerine oturtulur.

4.2 Tarihi yapılarda bozulmanın teşhisi

Tarihi yapılarda ortaya çıkan bozulmaların onarım çalışmaları oldukça özen gerektiren bir süreçtir. Bu süreçte alınacak kararlar yapının gelecekteki kaderini de belirleyecektir. Yapının içerdiği problemleri çözebilen onarımlar, yapının geleceğe sağlıklı bir biçimde ve özgünlüğü bozulmadan ulaşabilmesini sağlamaktadır. Bu nedenlerden dolayı tarihi bir yapının onarım çalışmalarına başlamadan önce yapıda meydana gelmiş bozulmaların sağlıklı olarak teşhis edilmesi gerekmektedir.

“Taş malzemede bozulma ve koruma” konulu 8.Ulusal Berlin Kongresinde sunulan bir bildiride, yapılarda oluşabilecek tüm bozulma olasılıkları tespit edilmiş ve bunlar tablolarla sistematize edilerek, yapıdaki bozulmayı pratik bir şekilde belirleyebilmeleri için, onarım çalışmalarında bulunacak kişilerin kullanımına sunulmuştur.*

Oluşturulan teşhis sistemlerinin tuğla malzeme ile ilgili bölümünde;

- Bozulma durumu rehberi (Damage Atlas); bozulma tiplerinin tanımlarını ve bunların olası nedenlerini içeren rehber kitap,
- Duvardaki bozulmayı teşhis etme sistemi (Masonry Damage Diagnostic (expert) System-MDDS); kullanıcıya bozulma tiplerini ve nedenlerini tanımlayan gelişmiş bir bilgisayar programı olmak üzere iki araç sunulmuştur.

Her iki teşhis sisteminde araştırma bölümleri için kullanılan yöntemler henüz çok yenidir. Tanı koymak için en zararsız test olarak genelde bütün uzmanların başvurduğu görsel deneyler uygulanmaktadır.

Çalışmanın amacı, Avrupa’nın kültürel mirasına zarar veren çevre faktörlerini sistematik bir şekilde ortaya koyarak daha iyi bir onarım uygulaması yapılmasını sağlamak ve mirasın korunmasında bilim adamlarına uzman bir sistem sunmaktır.

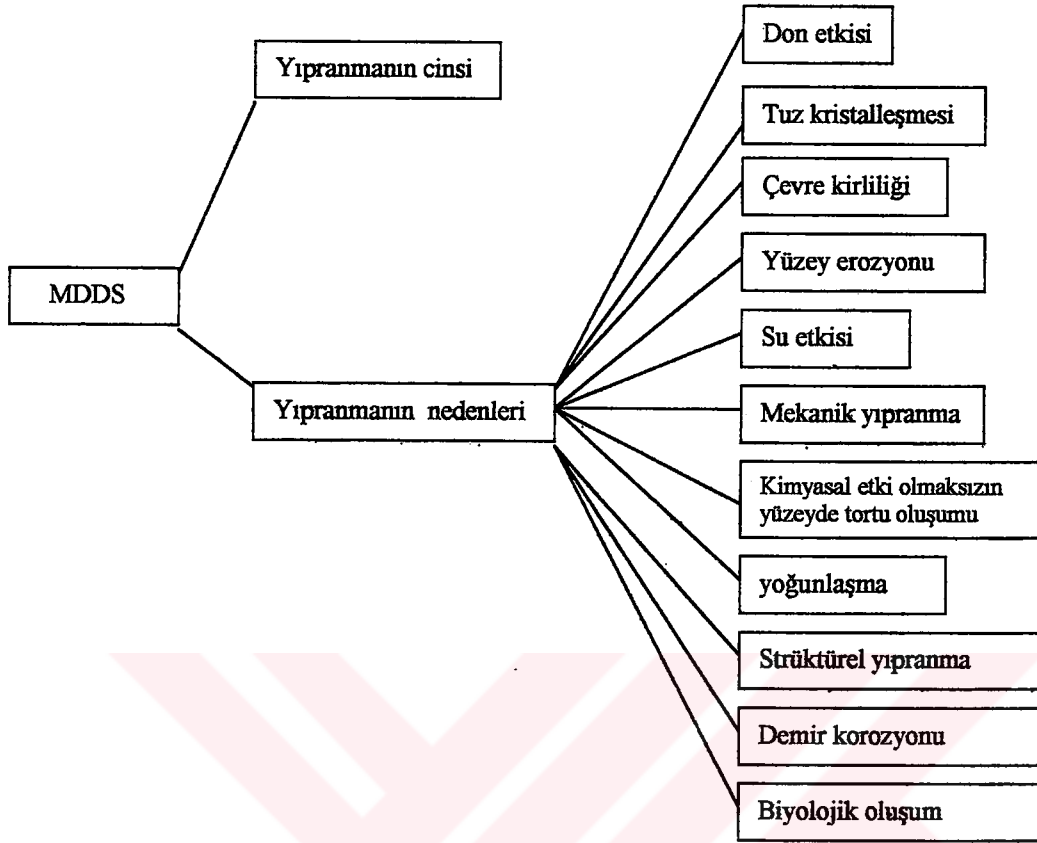
* “Damage to historic brick masonry structures” (Binda, Franke, Van Balen, & Van Hees, 1996, ss. 1687-1693).

Konunun tez kapsamında ele alınmasının nedeni, tarihi miras bakımından rakipsiz olan ülkemizde de bu tip sistematik çalışmalara gereksinim duyulmasıdır.

Sistem çalışmasında ilk olarak, konu edilen tuğla yapı elemanında meydana gelen farklı kaynaklı bozulmalarla ilgili bilgilerin elde edilmesini sağlayacak bir soru listesi (anket) hazırlanmalıdır. Bunun için başlıca kaynaklar; dökümanlar, in-situ araştırmalar, ve laboratuvar test sonuçlarıdır. Elde edilen bilgiler ışığında standart terminolojiyle ve tanımlarla oluşturulan, bozulma tiplerini ve orijinlerini içeren “Tarihi tuğla strüktürlerde bozulma nedenleri rehberi” (Atlas of damage to historic brick structures) hazırlanmaktadır.

Bozulma nedenlerinin anlaşılabilmesi için çeşitli iklimlerde ve coğrafyalarda konumlanmış, çeşitli amaçlar için kullanılmış ve onarılmış farklı tiplerde - tuğla ile oluşturulmuş- yapı elemanının incelenmesi gerekmektedir.

Soru listesinden elde edilen bilgiler ışığında “Duvardaki bozulmayı teşhis etme sistemi – MDDS” geliştirilip, bilgisayar programı oluşturularak konu ile ilgili uzmanların yapı elemanında meydana gelen bozulma tiplerine ve nedenlerine kolayca ulaşabilmelerini amaçlayan kaynak çalışması oluşturulmuştur. Araştırma ayrıca, teşhisi konulmuş bir yapıdaki ilerleyen çalışmalar hakkında da bilgi vererek, sözkonusu sistemin kalitesini de somut örneklerle kanıtlamaktadır.



MDDS'nin ana yapısı: Yıpranma cinsinin belirlenmesi ve yıpranmaya neden olan etkilerin tanımlanması.



Yıpranma çeşitlerini belirleme amacıyla hazırlanan şema

Yapı : Barn

Özellikleri:

Barn 17. Yüzyıldan beri ineklerin ve atların Barınağı olarak kullanılıyor.

Uygulanmış Testler: (Tuğla ve harç)

Görsel analiz.

İn-situ :Suya ve neme reaksiyonu

Çözülebilir tuzlar.

Don



Test Sonuçları :

Bakımsızlık, çatı drenajında hata, duvarda kirlenme.

Tuz numuneleri %41.8 nitrat içermekte.

Nem oranı: % 2-3

Tuğla malzeme dona karşı dayanımsız.

Su emme: 6 saniyede %68-76, 33 saniyede %85

Tuğla kalitesi açık kırmızıdan koyuya doğru Çeşitlilik gösteriyor.

Gözlenen zararlara ek olarak:

Don ve tuz.

Tuz hayvan idrarından kaynaklanıyor, buna ilaveten yanlış detaylandırmalar nedeniyle giren su da tuz kaynağı oluyor.

Bakımsızlık nedeniyle yapıya giren yağmur suyu , su emmeye yatkınlığı olan tuzların da katkısıyla yapıda kalıyor.

Koyu renk tuğlaların(iyi pişmiş) dayanımları daha iyidir.

Yapı :Park Abbey - Barn.

Adres:Heverlee, Leuven, Belçika .

Kaynak: KUL

Zarar cinsi: Ufalanma

4.3 Tuğla malzemede temizlik ve koruma çalışmaları

Tuğla ile oluşturulmuş yapı elemanlarında ortaya çıkabilecek yıpranmalar irdelenip, olası yıpranmaları sistematize eden teşhis sistemleri kullanılarak, netleşen problemi çözmek için çeşitli temizleme ve koruma yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bugüne kadar çok sayıda tuğla yapıda başarılı temizleme çalışmaları yapılmışsa da, özensiz çalışmalar ve yanlış metotlar nedeniyle de bir çok yapı zarar görmüştür.

Tarihi tuğla malzemeli yapılarda kullanılan temizleme ve koruma yöntemleri şunlardır;

4.3.1 Yıkama

4.3.2 Mekanik temizleme

4.3.3 Kimyasal temizleme

4.3.4 Yüzey uygulamaları

4.3.5 Takviye malzemeleri kullanımı

4.3.1 Yıkama

Kum püskürtülerek yıkama yönteminde yüzeydeki kirlilik başarıyla çıkarılmakta, fakat malzeme aralarına giren kum tanecikleri kolayca su emerek, uzun dönemde nem tutup, çiçeklenmeye neden olmaktadır. Oluşan çiçeklenme fırçalarla temizlense bile yeniden ıslandığı anda aynı oluşum tekrarlanmaktadır. Bu aşamada ortaya çıkan bir başka tehlike ise, yapı elemanını şiddetli olarak fırçalamaktır. Her ne kadar fırçalar demir ve çelik içermeyen, yumuşak özellikte olsalar da, hassas yüzeyleri çizebilirler. Özellikle orijinal ölçülere sahip ve keskin köşeli tuğlalar bu işlemde oldukça zarar görmektedirler. Bu nedenle en uygun çözüm yumuşak, doğal kıl fırçalar kullanmaktır.

Yüzeyi su ile temizlerken, malzemenin suya doygunluk göstermemesi için sürekli olmayan, güçlü su püskürtmeleri gerekmektedir.

Sırlı, yarı endüstriyel veya tam endüstriyel tuğlalar düşük basınçlı su ve pH'ı nötr olan sabunlarla yıkanabilir. Küçük alanlar sert kıllı fırçalarla ve sabunla yıkayıp durulanabilir. Fakat tuğla yüzeyini ve harcı yıpratmak basınçta su püskürtmelerinden kaçınılmalıdır.

4.3.2 Mekanik temizleme

Kirlenmiş yüzeyleri temizlemek amacıyla kullanılan “karborundum” (SiC – silikon karbid; önemli bir aşındırıcı), yüzeyi oldukça yıpratmaktadır. Kum püskürtme yöntemi ise daha önce sözedildiği gibi yüzeyin aşınmasına, kum tutup çiçeklenmesine veya çürümesine neden olmaktadır. Bu mekanik yöntemlerin zararları bilinse de, boya ya da kireç artıklarını temizlemek için vazgeçilmez yöntemlerdir.

Küçük boyutlu hava püskürtme araçları da başarılı sonuçlar verebilmektedir. Sıkıştırılmış hava ile yüzey temizliği veya aşındırıcı malzemeler, ekonomik olmamakla beraber zorunluluk halinde tecrübeli ellerde kullanılmalıdır.

4.3.3 Kimyasal temizleme

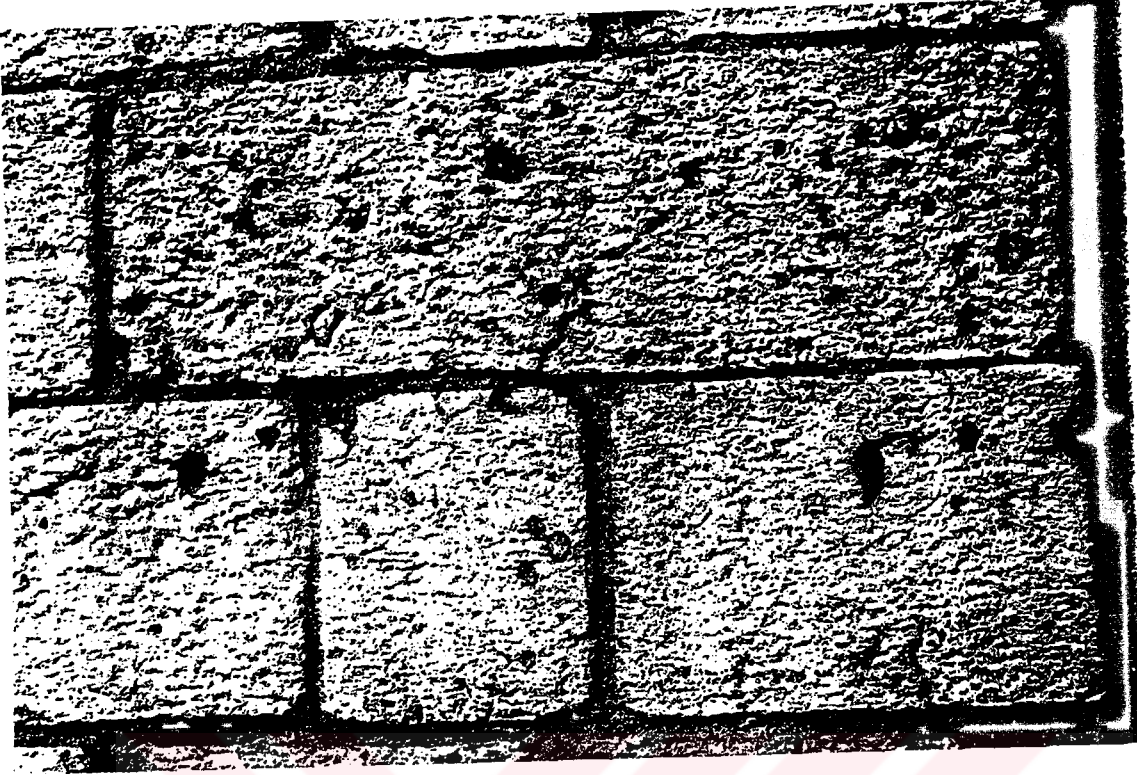
Çürümüş duvar yüzeylerinin konsolidasyonu ve/veya korunmasında organik ve inorganik sentetik ürünlerin kullanım teknikleri son on yılda çok geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Önceki deneyimler, bu ürünlerin her zaman etkili olmadıklarını ve bu nedenle koruma etkisinin uzun süreli olmadığını hatta; bazı malzemeler için olumlu olan uygulamaların diğerlerinde ters etkiler yaratabildiklerini göstermektedir. Oluşabilecek tehlikelere karşı bu tip uygulamaların, malzemeler üzerindeki etkilerinin önceden değerlendirilmesi ve elde edilen sonuçlara göre en uygun çözümün bulunması gerekmektedir.

Tuğla malzemeyi kimyasal yöntemlerle temizlerken kullanılabilecek en uygun malzeme, hidroflorik asitin (HF) zayıf çözeltileridir. “Zayıf” tanımlamasıyla %2-8 konsantrasyon ifade edilmektedir. Temizlenecek olan bölgeyi asitin zararlı

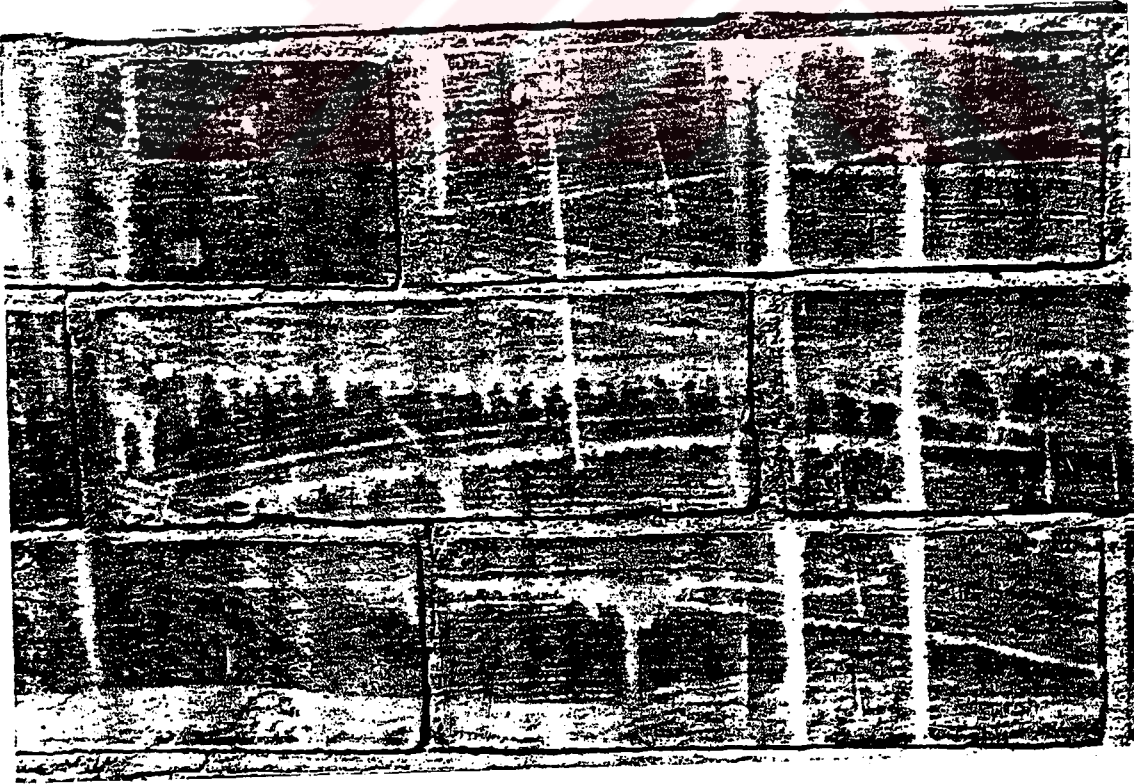
etkilerinden korumak için uygulama öncesinde yüzey ıslatılmalıdır. Pencereleler, boyalı ve cilalı yüzeyler korunmalıdır. Uygulama sırasında işçiler koruyucu elbiseler giymeli, yüze ve ellere ayrı bir özen gösterilmelidir. Asit, fırça ile dikkatlice uygulandıktan sonra beş dakika kadar bekleyip yıkamak gerekmektedir. Levha 4.6'da hava püskürtme ve aşındırıcı malzeme ile temizlenmiş duvar yüzeyinin buna uygun olmadığı görülmektedir. Tuğlaların gözenekli yapısı, kırılmaya ve hava etkisiyle yıpranmaya açık hale gelmiştir. Bu malzeme için uygun olan yöntem; yüzeyi, sulandırılmış hidroflorik asitle temizlemektir. Levha 4.7'de görülen tuğla duvarda hidroflorik asit uygulaması sonrasında yetersiz yıkamayla ortaya çıkan beyaz silis (SiO_2 – Kum, çakmaktaşı, kuvarz, gre gibi, silisyumun oksijenli birleşimlerine verilen isim) lekelerinin ortadan kaldırılması mümkün değildir.

Temizlik için kullanılan özel asit, pas önleyici ile birlikte kullanıldığında harçta kahverengi leke kalma riski azalmaktadır. Her ne kadar anti- pas malzeme yüzeyde beyaz kalıntılar bırakıyorsa da, uygulamadan sonra iyice yıkamak koşuluyla kullanılabilir.

Yüzeydeki harç lekelerini temizlemek için % 10'luk hidroklorik asit (HCl) kullanılmaktadır. Boya lekeleri (grafiti dahil), metilen klorid boya çıkarıcısı veya özel macun sodyum hidroksit (aşındırıcı soda) ile birlikte kullanılarak çıkarılmaktadır. Bu asitler, nemli yüzeye uygulanmalı ve hemen yıkanmalıdır.



Levha 4.6 19.Yüzyıl tuğla duvarında sıkıştırılmış hava püskürtmenin ve aşındırıcı malzeme kullanımının tipik etkisi



Levha 4.7 Yarı endüstriyel tuğla işçiliğinin, hidroflorik asit uygulamasından sonra yetersiz yıkanmasıyla ortaya çıkan lekeler

4.3.4 Yüzey uygulamaları

Tuğla yüzeylerde genelde su geçirimsiz malzeme veya grafiti önleyici malzemeler kullanılmaktadır. Bu tür uygulamalar mutlaka sağlıklı yüzeylere yapılmalı, çürüten ve nemli duvarlara uygulanmamalıdır.

Silikon esaslı su geçirimsiz malzemeler kısmen kendi kendilerine temizlendikleri için oldukça yararlıdır. Bu önemli bir üstünlüktür; çünkü kireçtaşının yüzeyde bıraktığı izler çok genel bir problemdir. Tuğla yüzeyde yüzey uygulaması sırasında, gereken leke temizleme çalışması yapıldıktan sonra, silikon esaslı su geçirimsiz malzeme uygulanmalıdır.

4.3.5 Takviye malzemeleri

Tuğla ve diğer pişmiş toprak malzemeler için takviye malzemeleri üzerinde çok yol alınmamıştır, fakat bazı başarılar elde edilmiştir. Yurt dışında yapılan uygulamalarda ortaçağ tuğlalarının dış yüzeyleri, katalize edilmemiş alkoksi silan'ın sıvı uygulaması ile korunabilmektedir. Yapısal ve dekoratif amaçlı işçilikte bozulmayı önleyici katalize ve katalize olmayan alkoksi-silan sistemi (alkoxy-silane system) kullanılabilir. Alkoksi-silan, alkoksi (ROH-)* ve silan'ın (SiH₄ silisyum hidrür) birleşiminden oluşan ve tuğla yüzeylerde koruyucu amaçla kullanılan organik bir bileşiktir. Bu malzemeler yumuşak tuğlalarda, ateş tuğlalarına göre daha olumlu sonuçlar vermektedir. Sert tuğlalar çürüme aşamasında bile bu malzemeleri tam olarak emmemektedirler. Bunun dışında tuğla yüzeylerde kireç, çimento gibi alkali özellikli maddelere karşı sentetik reçineler ve boyalar, nem ve su yalıtımı için bitüm solüsyonları kullanılabilir. Bu malzemeler uygulanmadan önce yüzeyde herhangi bir problemin kalmamış olması gerekmektedir.

* Organik kimyada ROH alkollerinin türevlerinde rastlanan RO- köklerinin genel adı. (R: Alkil: Org. Kim. Bir alkandan biçimsel olarak bir hidrojen atomunun kopartılmasıyla oluşan C_nH_{2n+1} kökü)

4.4 Tuğla malzemede onarım çalışmaları

Onarım çalışmalarına başlamadan önce malzemede oluşan yıpranmanın nedenleri ayrıntılı bir şekilde tahlil edilmelidir. Onarımdan başka çözüm olmadığı anlaşıldığında nasıl bir yöntem uygulanacağına karar verilmelidir. Unutulmaması gereken en önemli konu “müdahalenin her zaman minimum olması” gerektiğidir.

Onarım çalışmaları birçok tekniği içerir;

4.4.1 Tuğlaları bütün olarak değiştirmek

4.4.2 İkinci el tuğla kullanımı

4.4.3 Arka yüzleri kullanılan tuğlalar

4.4.4 Özel üretim tuğlalar

4.4.5 Yapının kendisini kaynak olarak kullanmak

4.4.6 Yeni malzemede ton ayarlaması

4.4.7 Ölçülü ve dekoratif işçiliğin onarımı

4.4.8 Çıkıntı ve kırılmaların onarımı

4.4.8.1 Olduğu gibi bırakmak

4.4.8.2 Noktasal onarım

4.4.8.3 Dikiş atmak ve yerinde harç takviyesi yapmak

4.4.8.4 Tamamen söküp yeniden yapmak

4.4.9 Derzlerin onarımı

4.4.1. Tuğlaları bütün olarak değiştirme

Yüzey onarımı yaparken ya tek olarak tuğlalar değiştirilmekte ya da belirlenen bir bölge onarılmaktadır. Bu tercih, tuğlaların değiştirilmesindeki zorlukla ilgilidir. Bu zorluk, tuğlalar arasındaki bağlantı ve harcın dayanımıyla belirlenmektedir. Onarımda kullanılacak yöntem her ne olursa olsun, malzemeye en az zararı vermelidir.

Onarımda kullanılacak yeni malzeme, orijinalin ölçüsüne, rengine, dokusuna ve dayanımına uymalıdır. Değiştirme işleminde temel problem, orijinal malzemenin standart ölçülerde ve renklerde olmamasıdır. Bu nedenle yeni malzemenin boyutları dikkatlice kontrol edilmelidir, çünkü problem yaratacak yeterince farklılık olacaktır (Dokuda ve bağlantılardaki önlenemez farklılıklar gibi.). Bazı durumlarda da özel üretim tuğlalar gerekebilir. Levha 4.8’de, 17.Yüzyıla ait duvardaki onarım çalışmasında değiştirilmesi gereken az sayıda tuğlanın, orijinal ölçüye, derz karakterine uyumuna çalışılmaktadır.

4.4.2 İkinci el tuğla kullanımı

Gerektiğinde kullanılacak uygun özellikte ikinci el tuğlalar bölgesel gözlem ve araştırmalarla elde edilmektedir. Bu tuğlaların zarar görmemiş olmaları gerekmektedir. Bu tür tuğla kaynakları kısıtlı olduğundan, küçük boşluklar ve köşeler için bir tuğlanın dikkatlice kesilip kullanılarak, malzemenin boşa harcanmaması gerekmektedir.

4.4.3. Arka yüzleri kullanılan tuğlalar

Bazı uygulamalarda zarar görmüş ve hava şartlarından etkilenmiş tuğlalar dikkatlice yerinden çıkartılarak ve duvarın içinde kalan sağlam kısımlarındaki harç kalıntıları temizlenerek bu yüzleri kullanılabilir. Fakat, arka yüzü kullanılacak tuğlalar düşük kaliteli ise, aynı yıpranma süreci bu yüzde de görülecektir. Bu yöntem oldukça özen gerektirmekte ve pratikte ender olarak uygulanmaktadır.



Levha 4.8 17.Yüzyıla ait tuğla duvarda onarım çalışması

4.4.4 Özel üretim tuğlalar

Bu tür gereksinimler, tarihi eserlerde kullanılacak onarım tuğlaları üreten kuruluşlar tarafından karşılanmaktadır. Ülkemizde, pişmiş toprak malzeme üreten kuruluşlar bu tarz üretime pay ayırmamaktadır. Onarımlar, yeni malzemelerin tarihi yapıya adaptasyonu şeklinde olmaktadır. Yurt dışında, İngiltere’de “Tuğla Geliştirme Kurumu” *(Brick Development Association) veya bölgesel koruma kuruluşları bu konuda çalışmalar yapmaktadır. Gereksinim duyulan malzemenin sayısı ve hangi döneme ait olduğu net bir şekilde belirlenmeli ve her zaman ihtiyaçtan fazlası istenmelidir, çünkü onarım sürecinde genelde tahmin edilenden fazlası kullanılmaktadır. Eğer başlangıçta fazlası istenmez, daha sonra da ihtiyaç duyulursa yeniden üretim çok zaman almakta ve çalışma ekonomik olmamaktadır.

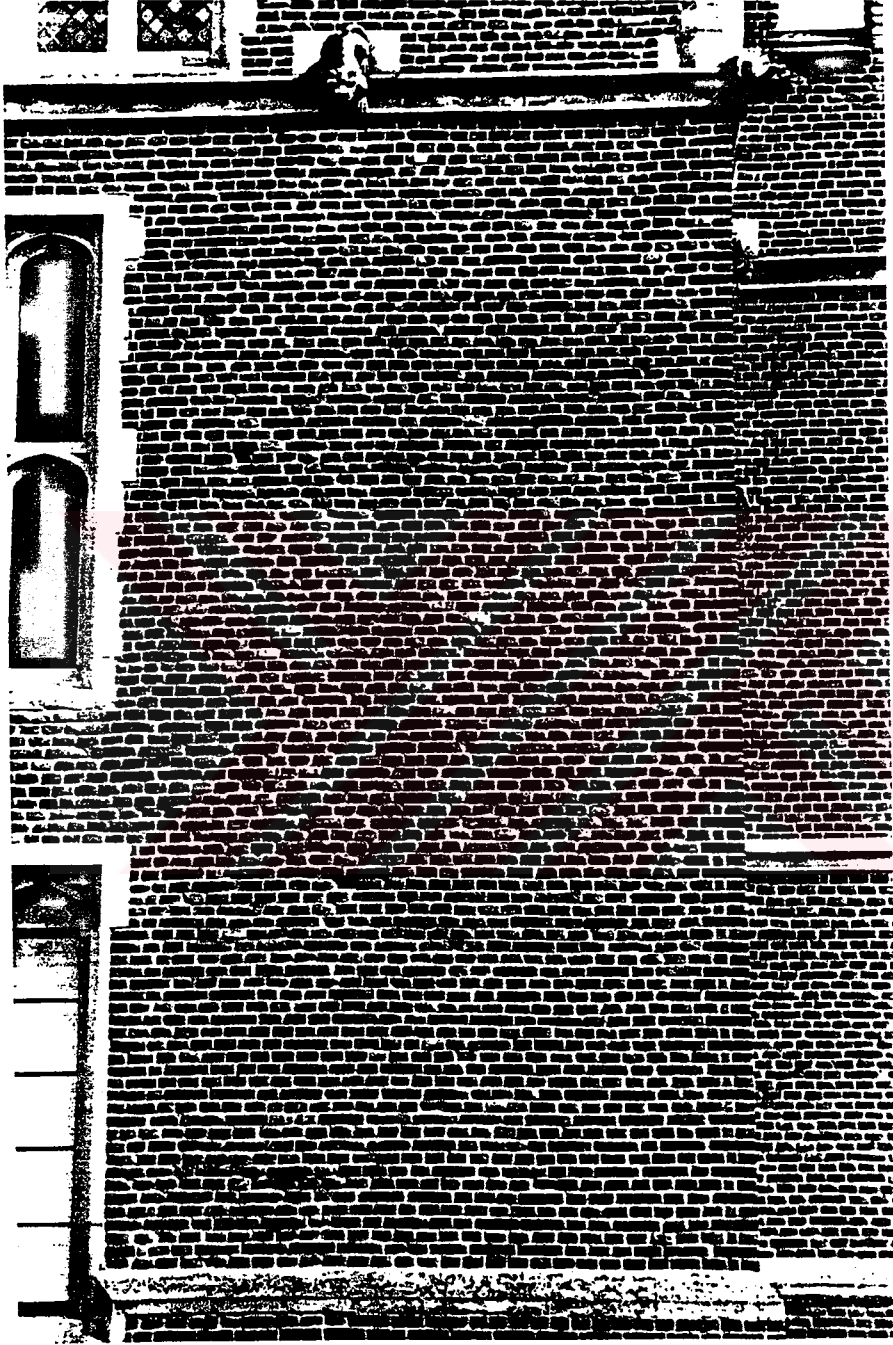
4.4.5 Yapının kendisini kaynak olarak kullanmak

Son alternatif kaynak olarak, onarım için gereken malzeme yapının kendisinden sağlanabilir. Bu kaynak, yıkılmış bir dış duvar veya ana yapının dışında bir servis yapısı olabilir. Uygulama çok özen gerektirmektedir. Çünkü mimari veya arkeolojik açıdan belge özelliğinde olan, tarihsel değerlere sahip bir yapı kesinlikle böyle bir amaç için kullanılmamalıdır.

4.4.6 Yeni malzemedeki ton ayarlaması

Onarımda kullanılan yeni malzeme, orijinal ile yanyana geldiğinde, yeni malzemenin daha belirgin bir görüntü vermesi istenmez. Genelde en iyi çözüm yeni malzemenin hava etkileriyle değişmesini beklemektir. Fakat bu farklılığın kaybolması hemen isteniyorsa, bir miktar is ve su karışımı bir gece bekletilip, göze çarpmayan bir bölgede denendikten ve kuruması beklendikten sonra diğer bölgelere uygulanmalıdır. Levha 4.9’da 16.Yüzyıla ait bir yapının cephe onarımında uygun renk, doku ve ölçülerde malzeme kullanılarak yapılan başarılı bir onarım çalışması görülmektedir.

* Woodside House, Winkfield, Windsor Berkshire SL4 2DX Fax: +44 1344 890 129



Levha 4.9 16.Yüzyıla ait yapı cephesinde başarılı bir onarım çalışması

4.4.7 Ölçülü ve dekoratif işçiliğin onarımı

Dekoratif tuğla işçiliğinin onarımı oldukça problemlidir. Kesilerek veya kalıpla elde edilen tuğlaların oluşturduğu dekorasyon, yarattığı etki bozulmadan onarılmalıdır.

- Ölçülü tuğla işçiliği:

Geleneksel olarak yumuşak tuğlalar şekilli kesilir ve düzeltilir. Derzler ender olarak üç milimetreyi geçer. Bu tür hassas ölçülere sahip işçilikler mümkün olan en son aşamaya kadar onarılmamalıdır. Ancak bir çökme tehlikesi veya su geçirme problemi varsa, müdahale edilmelidir.

Orijinalliği bozmak bu tür onarım çalışmalarında oldukça kolaydır. Onarım sırasında derzleri kazıyarak tuğlaları çıkarmaya çalışmak, yüzeye ve malzemenin keskin geometrisine zarar vermektedir. Onarım gerekli ise; tuğlalar yerlerinden çıkartılarak, eser dikkatlice yeniden yapılmalıdır. Onarımı mümkün olduğunca orijinal malzeme ile yapmak, derzlerde kireç macunu kullanmak olumlu çözümlerdir. Bir ya da iki tuğla yerinden çıkmışsa, bir demir testeresi ile malzemelerdeki harç kalıntıları temizlenerek yerlerine yerleştirilmektedir. Tuğlaları sıkıştırmak için bir parça kurşun veya ahşap, onarım harcı için kireç macunu ve tuğla tozu karışımı kullanılmaktadır. Derzlerin yüzeyi lateks boya ile kaplanabilir.

- Desen oluşturan işçilik

Bu tarz işçiliğin onarımı özel problemler içermektedir. En önemlisi uygun onarım malzemesi bulmak gerekmektedir. Eğer malzeme sıkıntısı varsa alternatif metotlardan- örneğin, yeni malzemede renk uyarlaması yapmak veya tuğladan farklı malzemelerle (plastik vs.) aynı deseni devam ettirmek- yararlanılabilir.

4.4.8 Çıkıntı ve kırılmaların onarımı

Tuğla ile yapılmış bir yapı elemanında, örneğin duvarda – ki başka malzemelerle yapılmış duvarlar için de geçerlidir- kırılmanın veya çıkıntı oluşturan kaymaların nedenleri iyi araştırılmalıdır. Kırılma genelde, bölgesel olarak ahşap lento veya bağlayıcı ahşap malzeme eksikliğinden, orijinal malzemelerin yenileriyle değiştirilmesinden veya yeni ekler yapılmasından kaynaklanmaktadır. Şişkinlik ve yüzey çıkıntıları da yine yük değişimlerinden, tuğla birimler arasındaki bağlayıcı malzeme eksikliğinden meydana gelmektedir.

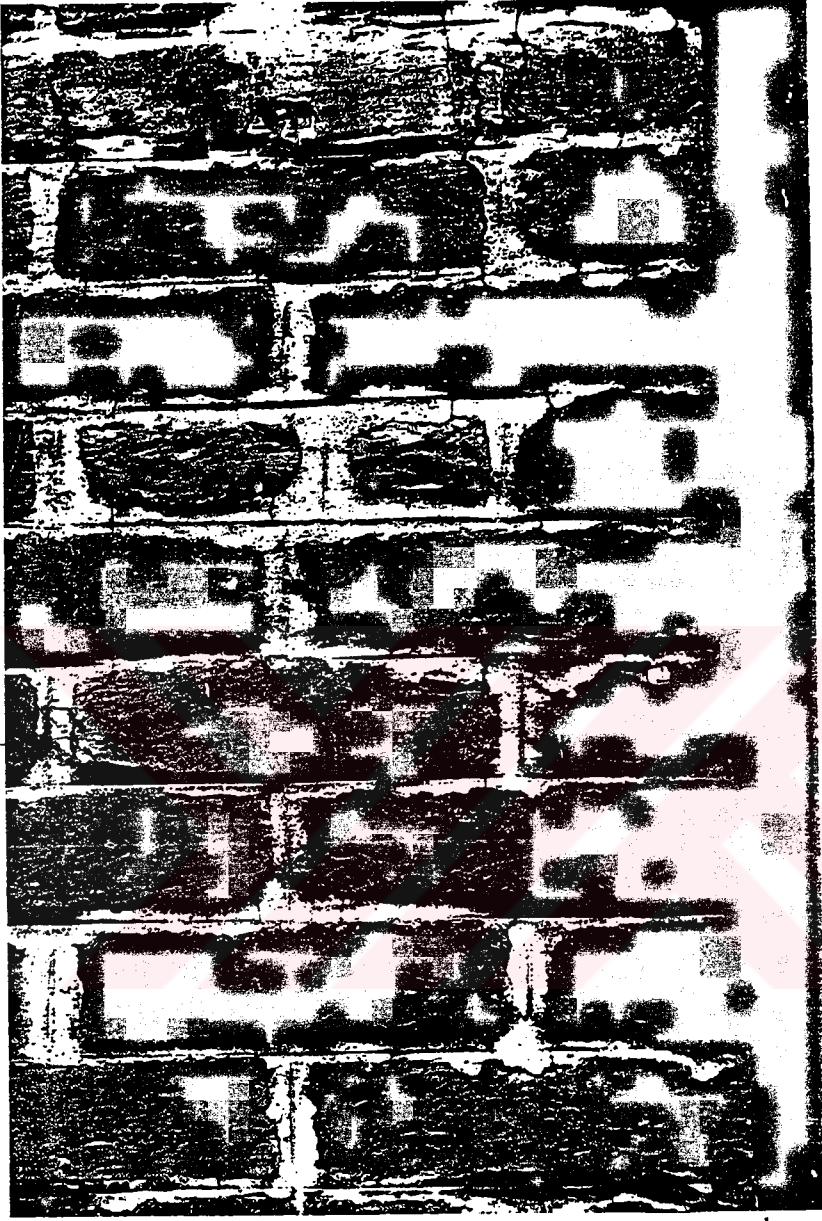
Bu saptamalar esas alınarak şu kararlar verilebilir;

4.4.8.1 Olduğu gibi bırakmak:

Eğer yapıdaki kırılma uzun zaman önce olmuş ve herhangi bir su ya da stabilite sorunu oluşmamışsa yapıya hiç dokunmamak, bölgesel onarımdan daha yararlı olacaktır.

4.4.8.2 Noktasal onarım:

Bu çözüm, kırılma oluşumunun sona erdiği fakat oluşan kırılmanın su ve stabilite sorunu yarattığı durumlarda uygulanmaktadır. Oluşan kırılma derzlerde ise, o bölge dikkatlice sökülür, çıkan tuğlalar yıkanır ve yerlerine yerleştirilir. Eğer kırılma tuğlalarda devam ediyorsa, bu tuğlalar yenileriyle değiştirilmelidir. Levha 4.10.'da 17.Yüzyıla ait bir yapının köşe detayında yüklemeler nedeniyle eşit olmayan oturmalar ve üç milimetre'ye kadar çatlaklar oluşmuştur. Böyle bir örnekte, tamamen kırılmış tuğlalar dikkatlice yerlerinden çıkarılıp, temizlenip, epoksi yapıştırıcı ile yapıştırıldıktan sonra yerleştirilmelidir. Böylece orijinallik bozulmamış olacaktır. Kırılmış derzler ise temizlenerek, (ör.;basıncılı su ile) yeniden doldurulabilir. Eğer orijinal tuğlalar birleştirilemezse, ikinci el veya özel üretim kullanılır.



Levha 4.10 17.Yüzyıla ait bir yapıdan köşe detayı

4.4.8.3 Dikiş atmak ve yerinde harç takviyesi yapmak

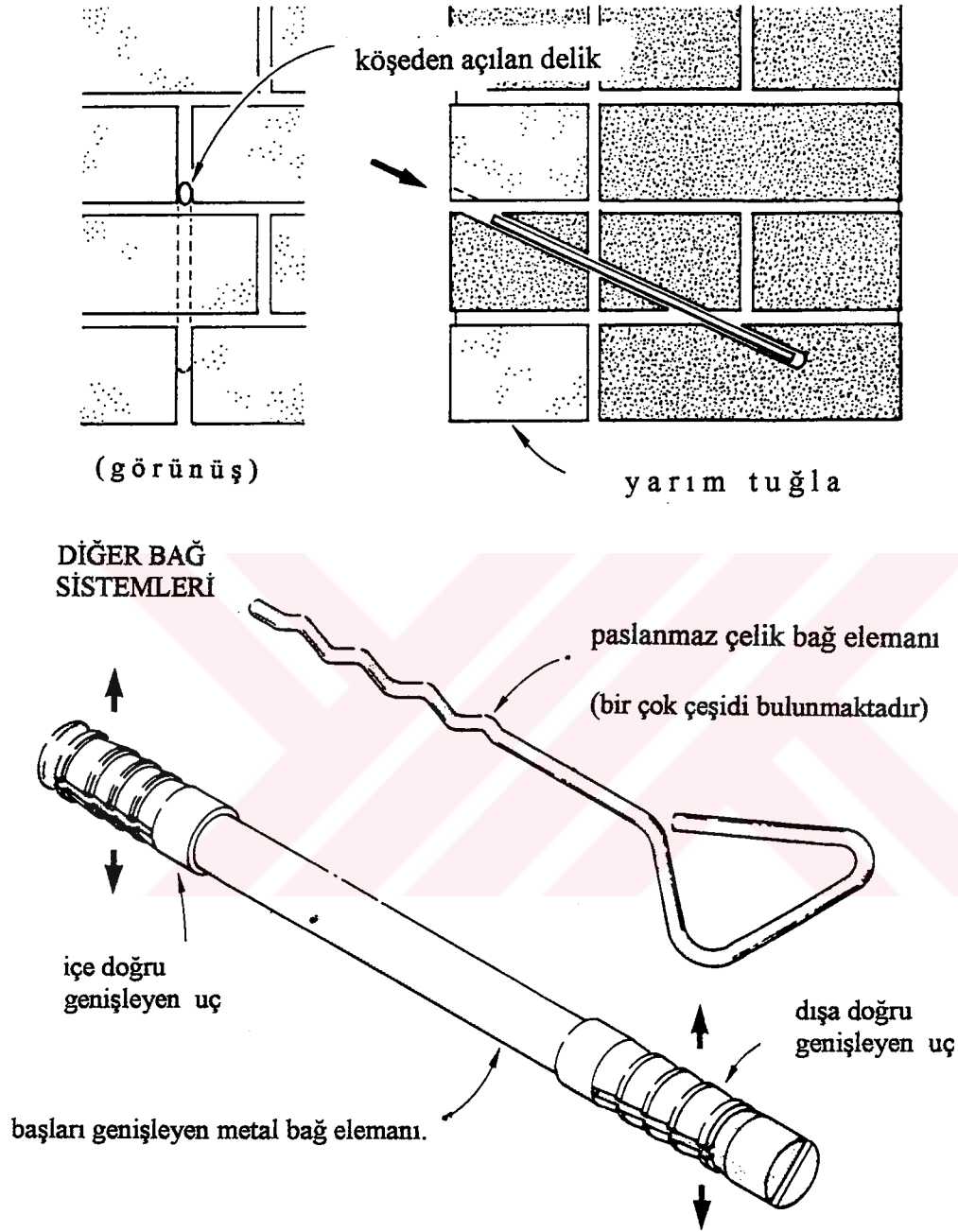
Bu yöntemin amacı, yapının stabilitesini tehdit edecek ilerlemeyi önlemektir. Kırılma, tuğla ve harçta görülüyorsa yöntem kullanılır. Bazen kırık bozunca bölgeyi sökmek gerekebilir. Özellikle bacalarda büyük ve çok sayıda kırılma görülmektedir. Bu durumlarda genelde tuğlalar sökülüp, sağlamlarla değiştirilir, aralıklar harçla, derin aralıklar ise moloz dolgu malzemesi ile doldurulur.

Eğer kırılma iki yönlü ise beton dikiş atmak gerekir. Bu uygulama belirli aralıklarla yapılmalı ve dışa bakan yüzeyin arkasına uygulanmalıdır. Sistem olarak geçmeli prekast sistem veya yerinde dökme sistem kullanılmaktadır.

Dikiş atma yöntemi, tuğlaların güçlendirilmesiyle, paslanmaz çelik ağ takviyesiyle veya derz harçlarına tel yerleştirilerek gerçekleştirilebilir. Bunların dışında, iç yüzeye uygulanan özel birleştirme malzemeleri de kullanılabilir. Bu birleştiricilerin temeli, yapı malzemeleri arasındaki bağlantıyı güçlendirecek epoksili harçlar ve reçine türevleridir. Kırığın her iki yanındaki malzemeleri birbirlerine sabitleyecek elemanlar ise, çelikten veya alüminyum bronz malzemedir, genişleyen başlara sahip çubuklardır. Bu çubuklar, sekiz milimetrelik delikler açılarak ve başları ayarlanarak yerleştirilir. Şekil 4.6.'da çeşitli metal bağlayıcı elemanlar gösterilmektedir.

4.4.8.4 Tamamen söküp yeniden yapmak

Eğer yapı oldukça ciddi zarar görmüş, geniş çıkıntı, çatlak veya yan yatma gözleniyorsa, orijinal malzemeyi mümkün olduğunca kurtarmak amacıyla o bölge dikkatlice sökülmesi ve yeniden yapılmalıdır. Bu yöntemin uygulanmasında çok detaylı kayıt gerekmektedir. Zaman zaman birleşim desenleri, profiller, bire bir kopya edilmektedir. Hassas ölçülere sahip tuğlalar yerinde numaralanıp, söküldükten sonra kuru bir yerde saklanarak yeniden kullanılmaktadır. Yeniden yapma, orijinal işçiliğe uygun olmak zorundadır. Bu tarz çalışmalar yoğun bir dikkat gerektirdiğinden onarım yöntemleri arasında fazla tercih edilmemektedir.



Şekil 4.6 Tuğla yüzeylerini birarada tutmak için kullanılan birleştirme yöntemleri

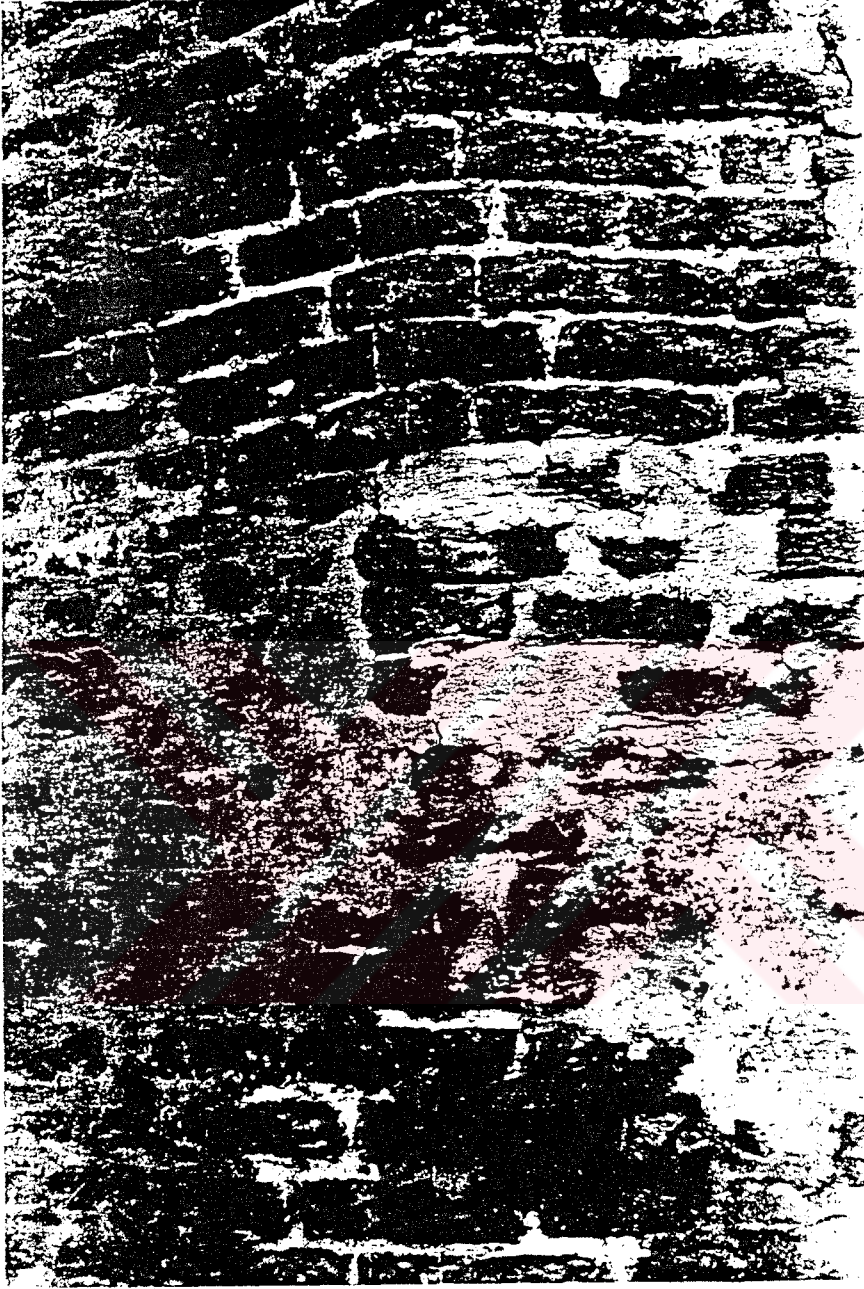
4.4.9 Derzlerin onarımı

Bir duvar yüzeyinde, derzlerin tamamen yeni malzeme ile onarımı önemli bir karardır, çünkü tüm duvarın görünümü ve ait olduğu yapının ifadesi bundan etkilenecektir. Ancak eğer derzler esnekliğini tümüyle yitirmiş, hava şartlarından etkilenmiş, su tutmaya başlamışsa veya yapının daha önceki onarımlarında kullanılmış su geçirimsiz malzemeler yüzeye zarar vermişse, onarım kaçınılmazdır.

Tarihi tuğlalar için ideal harçlar zayıf harçlardır. 1/3 kireç - kum harcı standart orandır ve çeşitli katkı malzemeleri ile kullanıma uygun hale gelirler. Estetik açıdan önemli olan yerlerde ise sulandırılmış kireç ve çimento + kireç birleşimleri gereklidir. Tuğla malzemenin dayanıklı olduğu durumlarda bile, yoğun çimento harçlardan kaçınılmalıdır.

Orijinal derz karakteri dikkatlice kaydedilmelidir. Tarihi yapılardaki derzler genelde düzdürler, fakat vurularak veya çifte vurularak (double-struck, bird's-beak), mala köşesiyle düzeltilmiş, şekillendirilmiş veya renklendirilmiş olabilirler. Her ne olursa olsun bu karakter tekrar edilmelidir. Eğer tuğlaların köşeleri yıpranmış veya yuvarlaklaşmışsa derz dolgusu, geniş olmaması için yüzeyden biraz geride yapılmalıdır. Levha 4.11'deki duvar, düşük kaliteli tuğlalar nedeniyle oldukça problemli bir durumdadır. Bu problemi çözmek amacıyla açılan yerler tamamen harçla doldurulmuştur ve harç yüzeyinde havadaki isin etkisiyle siyah lekeler oluşmuştur. Bu açıdan bakıldığında özensiz bir uygulama olduğu söylenebilir.

Derzlerin onarım çalışmalarında, örneklerini çokça görebildiğimiz, orijinalden çok farklı, “modern” uygulamalardan da kaçınmak gerekmektedir.



Levha 4.11 Tarihi tuğla duvarın onarım amaçlı derz uygulamasında kötü bir örnek

4.5 Örnek çalışmalar

Buraya kadar, tarihi yapılardaki tuğla malzemenin yıpranmasına neden olan etkiler, temizlik, koruma ve onarım çalışmaları, dünyanın çeşitli ülkelerinden örnekler verilerek, uluslararası platformlarda sunulan araştırma sonuçlarından yararlanılarak, detaylı biçimde irdelenmeye çalışılmıştır. Bu teorik bilgilerin ardından örnek çalışmalara yer verilen son bölümde ise, daha önce irdelenen temizlik, koruma ve onarım çalışmaları ışığında ülkemizde ve Avrupa'da yapılmış çalışmalardan örnekler ele alınarak, karşılaşılan problemler ortaya konulmakta ve çözümler araştırılmaktadır.

Yurt içi örneklerinde, Anadolu'nun çeşitli yerlerinde, (Konya, Sivas, Bursa) 13. Yüzyıla ait tarihi yapılarda kullanılan tuğla ve harçlarda su emme kapasitesi, gözeneklilik, yoğunluk ve dayanımlar incelenerek, onarım malzemeleri ile karşılaştırılmıştır. Onarımlarda kullanılacak malzemelerin, orijinal malzemeler ile kimyasal ve fiziksel açıdan uyumlu olması gerektiği vurgulanmıştır. Bir diğer örnekte, çözülebilir tuzların, İstanbul Ayasofya Camii'nde kullanılan pişmiş toprak malzemeler üzerindeki etkileri, laboratuvar ortamında ve yerinde incelenmiştir.

Avrupa'dan seçilen örneklerde, tuğla malzemeli yapı elemanlarında koruma amaçlı yüzey uygulamalarının performansı üzerine yürütülen EC Projesi ve İspanya-Granada'da bir kilise yapısı örneklenerek, şehir kirliliğinin tuğla ve harç üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

Aşağıda irdelenen örneklerle, ülkemizde bulunan çok sayıda tuğla malzeme içerikli tarihi yapının onarım çalışmalarına, teknik ve pratik açılardan katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

ÖRNEK 1

S. Sarp Tuncoku, Emine N. Caner-Saltık ve Ömür Bakırer tarafından yapılan çalışmada, Anadolu’da bir mescit, bir hamam ve bir medrese olmak üzere üç ortaçağ yapısında, duvarların üst bölümlerini ve çatıyı oluşturan tuğlalar üzerinde bir dizi laboratuvar deneyi yapılmıştır. Tuğlaların ve harcın su emme kapasitesi, gözenekliliği ve yoğunluğu incelenmiştir. Aksiyal olmayan zorlamalarla, kuru ve ıslak olarak ölçümler, tuğla için kuruma oranları ve tuz kristalleşmesi çürüme saptamaları yapılmıştır.

Sonuç; tuğlanın homojen bir yapıya ve benzer orijinal homojen malzemelerle yakın fiziksel özelliklere sahip olduğunu göstermiştir.

Anıtların konservasyon çalışmalarında, malzemelerin dayanımı ve uyuşma problemleri önemlidir. Orijinal malzemelerle ilgili bilgiler, strüktürün tanınmasına yardımcı olmakta ve uygun onarım malzemesi seçimine ışık tutmaktadır.

Örnek olarak çalışılan ilk yapı, Konya’da 13.Yüzyıla ait bir mescit yapısıdır. Yapıda kullanılan tuğla boyutları 22x22x4.5 cm’dir. İkinci yapı, Sivas’ta yine 13.Yüzyıl’a ait Gökmedrese’dir. Yapıya ait tuğla boyutları 19x19x4.5 cm’dir. Üçüncü yapı ise Bursa’da 14.Yüzyıla ait Ördekli Hamamı’dır. Tuğla boyutları 41x25x3.5 cm’dir.

Örnekler üzerinde yapılan çalışmalar; su emme kapasitesinin, su geçirgenliğinin, yoğunluk ve su buharı emme kapasitesinin, noktasal yüklemelerle aksiyal olmayan basınç uygulaması ve dayanıklılığın hesaplanması, kuruma oranı ve tuz kristalleşmesi çürümesinin incelenmesidir.

Fiziksel Özellikler :

Yapılardan toplanan 70 parça tuğla ve harç örneği laboratuvarında analiz edilmiştir. Tuğlalar üçer cm’lik küpler halinde, harçlar ise mekanik testler için yeterli

büyükte hazırlanmıştır. Örnekler suya tamamen daldırılmak suretiyle; su emme kapasitesi (S.E.K), gözeneklilik, kütle yoğunluğu (Y) ve hacim (H) ölçülmüştür. Tuğla su buharı emme kapasitesi (S.B.E.) ölçümü için, bağıl nemi (BN) 100 olan ortamda belli bir ağırlığa ulaşana kadar bir kaç gün. ve bağıl nemi 90 olan ortamda bir gün bekletilmiştir.

Tablo 4.1 Yapılardan alınan örneklerin fiziksel özellikleri

Örnek	S.E.K. Ağırlık %	H Hacim %	Y (gr/cm ³)	S.B.E. % BN=100	Gözenek % d=0.1mikron
KT(Orijinal tuğla)	33.8	48	1.42	3.92	11.6
KH(Orijinal harç)	26.9	41.2	1.53	—	—
*KT(Onarım tuğlası)	14.3	26.5	1.90	—	—
ST(Orijinal tuğla)	22.1	36.6	1.65	2.31	10.4
SH(Orijinal harç)	23.6	32.6	1.8	—	—
BT(Orijinal tuğla)	21.7	37.1	1.71	0.89	4.1
BH(orijinal harç)	20.4	34.9	1.70	—	—

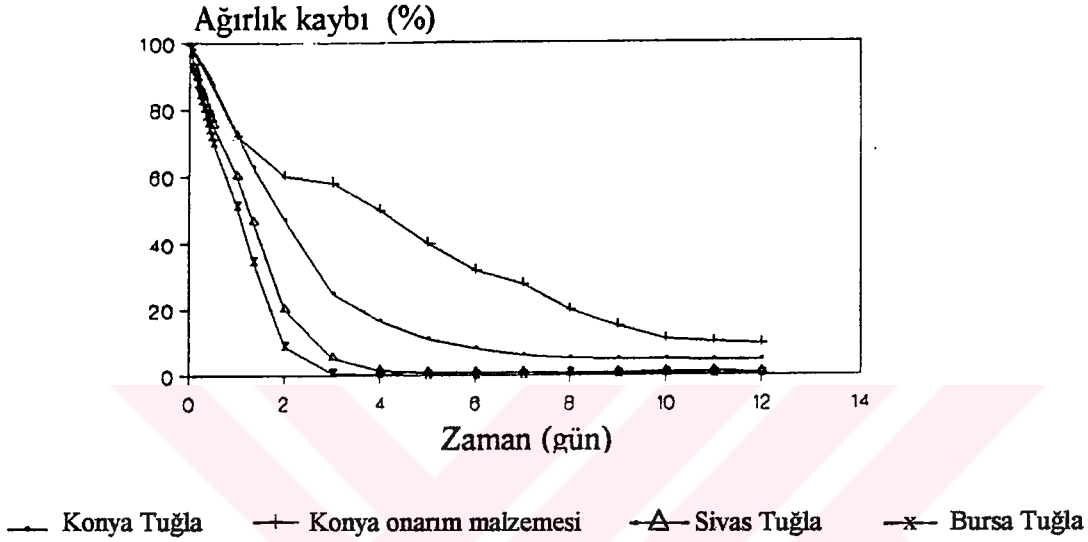
*Beton esaslı onarım tuğlası.

Sonuçlar, aynı yapılardaki tuğla ve harç örneklerinin oldukça benzer su emme kapasitesi, su geçirgenliği ve yoğunluğa sahip olduklarını göstermiştir. Bu özellik; yapı elemanlarının üniform olmasını sağlamaktadır. Son onarımlarda, onarım malzemesi olarak kullanılan beton esaslı onarım tuğlası, düşük su emme kapasitesi ve su geçirgenliğine sahip olmasına karşın yoğunluğu yüksektir.

Su buharı emme kapasitesi, 13.Yüzyıl tuğlalarında, 14.Yüzyıla ait olanlara göre daha yüksektir. Bu sonuç, örneklerde varolan 0.1 mikron çapından daha az gözeneklerin miktarıyla ilgilidir.

Tuğla örneklerin kuruma miktarları, suya doymuş örneklerin 20°C ısıda ve 40 bağıl nem ortamında ölçülmüştür. Ağırlık kaybı incelenmiştir, tüm orijinal tuğlaların

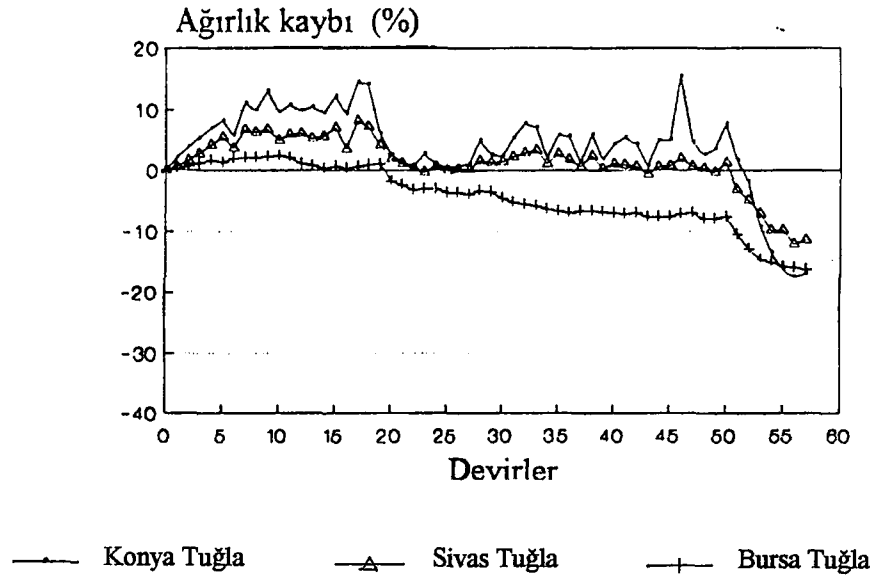
10 gün içinde kuruduğu görülmüştür (Son onarımlarda kullanılan beton esaslı malzeme hariç) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7 Ağırlık kaybı / zaman diagramı

Tuz kristalleşmesi Testi :

Sağlam tuğlalardan kesilen üç cm'lik küplere tuz kristalleşmesi testi uygulanmıştır. İki saat boyunca %10'luk sülfat çözeltisine bırakılıp, en az 16 saat 60°C'de kurutulmuştur. Devirler tekrar ederken ağırlık azalmaları kaydedilmiştir. 5 – 50 devirler arası tuğlalar %10 ağırlık kaybetmiş, küçülmüş, ve yuvarlaklaşmışlardır. Şekil 4.8 'de tuz kristalleşmesi devirleri ile ağırlık kaybı arasındaki ilişkiyi gösteren diagram verilmiştir.



Şekil 4.8 Tuz kristalleşmesi devirleri / ağırlık kaybı diagramı.

Dayanım ölçümleri :

Belli büyüklükteki tuğla ve harç örneklerine basınç ve gerilme kuvvetleri uygulanmıştır. Sonuçlara göre; Sivas'taki tuğla ve harçlar orta güçte yapı malzemesi, Bursa ve Konya'dakilerse düşük güçte yapı malzemesi sınıfına girmektedir. Tablo 4.2 'de örneklerle uygulanan ıslak ve kuru hallerde Aksial olmayan Basınç Dayanımı test sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.2 Örneklerin Aksiyal olmayan Basınç Dayanımları (A.B.D.)

Örnekler	Kuru A.B.D. MPa	Islak A.B.D. Mpa	Islak/kuru A.B.D.
KT	27.1	22.1	0.81
KH	* 9.2	* 4.1	0.44
ST	60.5	40.5	0.87
SH	31.2	3.5	0.11
BT	31.6	22.8	0.72
BH	20.2	21.2	1.05

* Konya harç değerleri için, örnek küçük olduğundan çıkan sonuçlar şüphelidir.

13. ve 14.Yüzyıl tuğla ve harçlarının aksial olmayan basınç dayanımları oldukça yüksektir. Tuğlaların dayanım değerleri geç dönem Bizans tuğlalarına oldukça benzemektedir. 14.Yüzyıl harçlarının dayanım değerleri de, onların “puzzolanik” doğasını gösterir. Sivas’taki 14.Yüzyıl harcı, bir kalsiyum sülfat harcı (CaSO_4) olup sanıldığından daha güçlüdür. 13.Yüzyıl Sivas harcı da kireç harcı (jips- sulandırılmış kalsiyum sülfat- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) olup, dayanımı daha yüksektir.

Sonuç olarak, 13. ve 14. Yüzyıl tuğlaları uniform, hafif, stabil ve oldukça dayanıklıdır. Koruma amacıyla yapılan müdahalelerde bu faktörler dikkatle incelenmeli ve yeni malzeme kullanımı gerekiyorsa, bunlar orijinal malzemelerle ve strüktürle uyum içinde olmalıdır.

ÖRNEK 2

Bu çalışmada, Konya’da bulunan 13. Yüzyıla ait bir Anadolu Selçuklu mescidinde, tuğla ve harçların fiziksel durumları, bileşimleri ve son onarımlarda yeni malzeme uygulamaları analiz edilmiş, ayrıca yapıya etkiyen tuz kristalleşmesi de incelenmiştir. Sonuçlar, orijinal malzemelerin ilişkileri, yeni malzemelerin seçimleri, nem ve mikroklima etkileri kapsamında tartışılmıştır*.

Mescid, sadece cuma namazlarının kılınmadığı küçük camidir. İlk olarak 13. Yüzyıl başlarında Anadolu Selçuklu döneminde görülmüştür. Bu alçak gönüllü yapılar, Anadolu’da devrin mimari, stilistik ve teknolojik eğilimlerini şaşırtıcı derecede etkilemişlerdir.

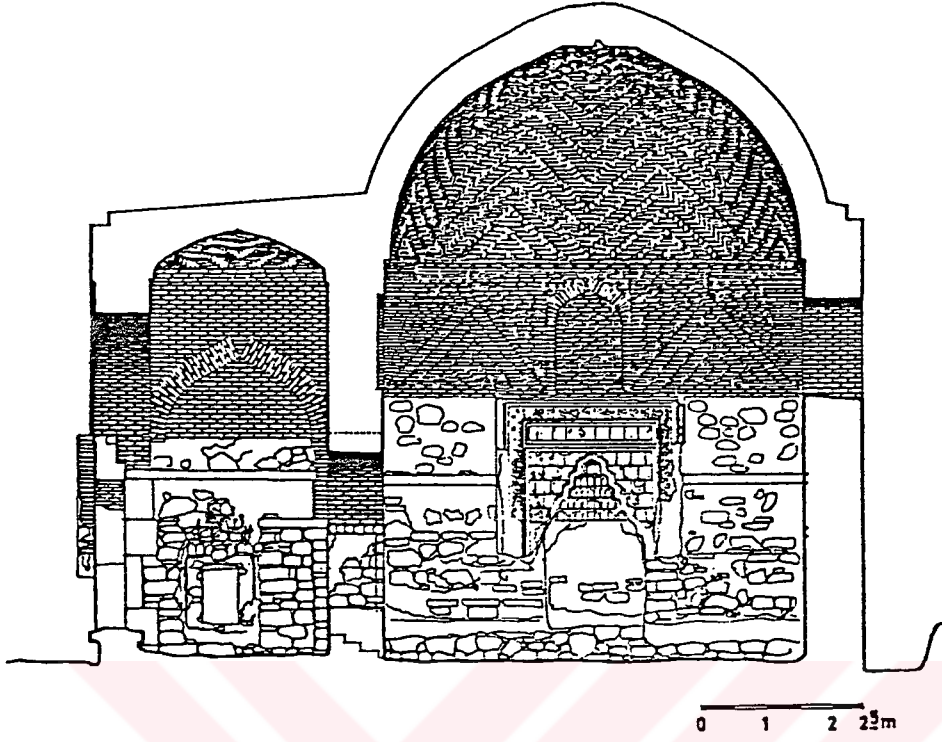
Üzerinde çalışılan yapı, “Sahip Ata Mescidi”dir. Yapı, giriş holü, dua mekanı ve türbe’den oluşmaktadır. Temeller ve duvarların alt bölümleri, traverten ve andezitten, duvarların üst bölümleri ile, iki kubbe ve tonoz içeren çatı strüktürü ise tuğlanın çeşitli desenlerle biraraya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Levhalar 4.12, 4.13 a, b.). Strüktürün bağlayıcı malzemesi kireç harcı (sulandırılmış kalsiyum sülfat – jips (alçıtaşı))’dır. Bu harç, plastr olarak, çatı strüktürünün tuğla bileşimlerinde, kubbe süslemelerinde, mihrapta ve portalde kullanılmıştır.

1958 ve 1990’daki restorasyon çalışmalarına rağmen, yapı oldukça yıpranmış durumdadır. Bu oluşumlar giriş tonozunda, ana mekanda, kubbede ve yerden iki metre yükseklikten itibaren duvarlarda görülmektedir. Yapı aynı zamanda zeminden gelen suyun ve yağmur suyunun etkisi altındadır.

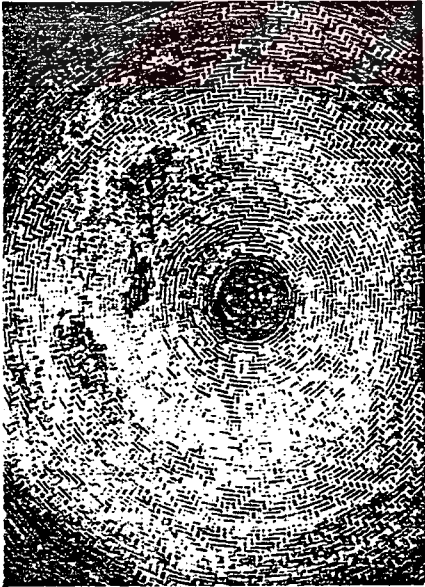
Mekan araştırmaları, deneyler ve sonuçları:

Duvarların iç yüzeyindeki nem ölçülmüş ve iki metre kadar yükseldiği görülmüştür. Çiçeklenen ve çürümüş bölgelerden alınan örneklerde çözülebilir tuzlar, özellikle çok yıpranmış bölgelerde ise, sülfat, nitrat ve klorür iyonları

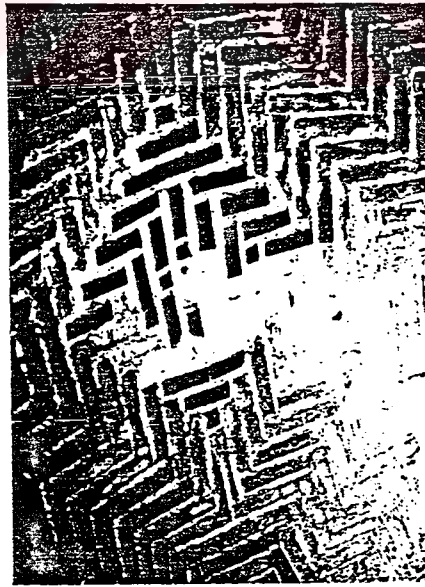
* Böke, Caner-Saltık, Tuncoku, 1993, Volume One.



Levha 4.12 Yapı strüktürünü gösteren kesit



a



b

Levha 4.13.a ve 4.13. b 'de kubbedeki çiçeklenme ve tonozdaki tuz kristalleşmesi

bulunmuştur. Kubbenin çiçeklenmiş bölgesindeki tuzlar x-ışını yöntemiyle incelendiğinde, potasyum nitrat (KNO_3), sodyum sülfat (Na_2SO_4) ve sulandırılmış kalsiyum sülfat - jips- ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) varlığı tespit edilmiştir.

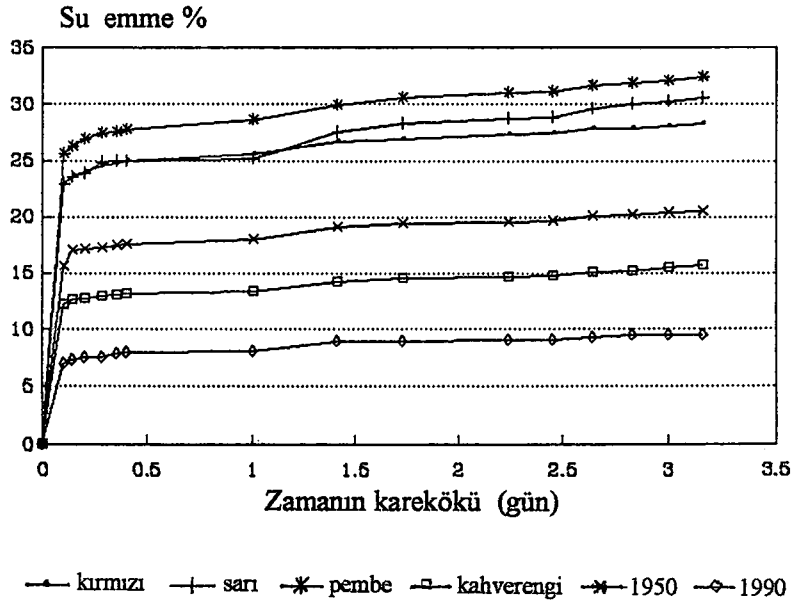
Yapıda dört çeşit tuğla kullanılmıştır. Bunlar; kırmızı, sarı, pembe ve kahverengi tuğlalar olup, boyutları $22 \times 22 \times 4.5$ cm.'dir. X-ışını yöntemiyle tuğlalarda feldispat (alüminyum silikat- granitte bulunur, seramik ve mine yapımında kullanılmaktadır-), demir oksitleri ve kuvars bulunmuş fakat kil minerallerine rastlanmamıştır. Buradan anlaşılmaktadır ki, tuğlalar oldukça yüksek ısılarda pişirilmiş ve kil minerallerinin kristalize yapısı kaybolmuştur. Bunun yanında pişirme ısısının 1000°C 'ye ulaşmadığı da kesindir, çünkü bu sıcaklıkta oluşan kristobalit minerallerine de rastlanmamıştır.

Şekil 4.9'da görüleceği gibi, tuğlalara uygulanan su emme testinde ilk 15 dakika'da toplam emmenin %70'i gerçekleşmektedir. Bütün orijinal tuğlalar (kahverengi dışında) hemen hemen aynı su emme değerlerine sahiptir. 1950 ve 90'ların onarım tuğlaları ise orijinallere göre oldukça az su emme değerlerine sahiptirler.

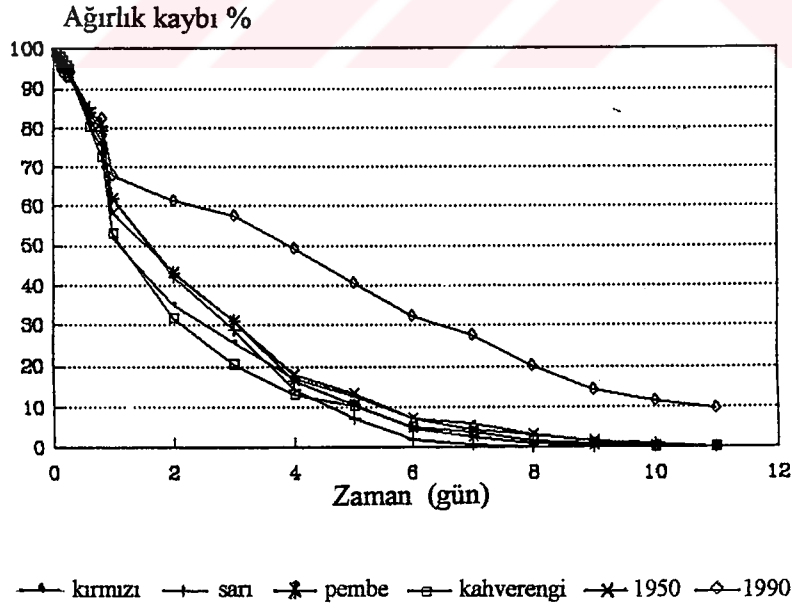
Tuğlalar 20°C 'de ve %40 bağıl nem'de 10 gün içinde kururken, 90'ların sert tuğlaları daha geç kurumuştur (Şekil 4.10.).

Orijinal tuğlaların ve onarım tuğlalarının, harçların, andezit ve traverten taşlarının su emme kapasiteleri, gözeneklilikleri ve kütle yoğunlukları ile ilgili deney sonuçları tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Kahverengi tuğla dışında -ki bu yapıda oldukça az kullanılmıştır- kalanlar eşit sonuçlar vermiştir. 1958 yılında kullanılmış tuğlaların boyutları diğerlerinden farklıdır ($9 \times 19 \times 6$) ve daha düşük su emme kapasitesi, gözeneklilik ve daha yüksek yoğunluğa sahiptir.



Şekil 4.9 Tuğlaların su emme oranları



Şekil 4.10 Tuğlaların kuruma oranları

Tablo 4.3 Yapıda kullanılmış malzemelerin su emme kapasitesi (SEK), gözeneklilik (G) ve yoğunluk (Y) değerleri.

Örnekler	Örnek sayısı	SEK (% ağırlık)	G (% hacim)	Y (g/cm ³)
<u>Tuğlalar</u>				
Kırmızı	6	30.4 + 1.0	44.9 + 1.0	1.47 + 0.01
Sarı	8	32.8 + 2.0	45.8 + 2.4	1.40 + 0.03
Pembe	12	34.9 + 1.8	48.2 + 1.4	1.38 + 0.04
Kahverengi	6	16.6 + 1.4	29.8 + 1.7	1.77 + 0.05
1958 mlz.	6	21.3 + 2.0	34.1 + 1.2	1.61 + 0.04
1990 mlz.	3	9.4 + 0.6	19.1 + 1.2	2.02 + 0.00
<u>Taşlar</u>				
Traverten	2	3.0 + 1.3	8.1 + 3.7	2.85 + 0.04
Andezit	1	7.7	16.6	2.17
<u>Orijinal harçlar</u>				
Taş	14	21.2 + 3.7	34.3 + 4.7	1.63 + 0.07
Tuğla	50	25.9 + 2.7	39.4 + 3.0	1.53 + 0.06
Çimento (1958)	2	14.3 + 5.2	26.5 + 7.7	1.90 + 0.15

Sonuçlar:

Son onarımlarda çatı strüktüründe kullanılan, yoğunluğu fazla tuğla malzeme ve çimento harcı, nem problemini artırmakla kalmamış, aynı zamanda çözülebilir tuzların yapının içine girmesine neden olmuştur. Bu tuzlardan alkalin sülfat, portland çimentosunda, nitratlar ise toprakta bulunmaktadır. Sert onarım tuğlalarındaki çözülebilir tuzlar, orijinal tuğlalara taşınmıştır. 13. Yüzyıl tuğlaları temel fiziksel özellikler açısından birbirlerine oldukça benzemektedir.

Bu sonuçlar ışığında, çimento harçlarının ve beton esaslı onarım tuğlalarının sökülmesi, çatı detaylarının ve drenaj sistemlerinin iyileştirilmesi önerilmiştir. Onarım malzemeleri, orijinallerle benzer fiziksel özelliklere sahip olmalı ve çözülebilir tuzlar içermemelidir. Kubbedeki ve duvarlardaki tuzlar temizlenmelidir. Bağlı nem değişikliklerine bağlı tuz kristalleşme devirleri ise mekandaki mikroklima kontrolüyle azaltılmalıdır.

ÖRNEK 3

Üçüncü örnek çalışma olarak, hava şartlarının İstanbul Ayasofya Camii (M.S. 532-537) üzerindeki etkileri incelenmiştir.* Yapı, mimari özelliklerinin yanında, yüzyıllar boyunca onarım çalışmalarındaki karmaşık problemleriyle de ünlüdür. Yapıda ilk onarım çalışması, M.S. 558’de büyük kubbenin çökmesinden sonra başlamıştır. Bugünkü onarım çalışmaları daha geniş kapsamlı olarak ve paralel tecrübelerle birlikte yürütülmektedir. Bu amaçla, Rodos adasındaki anıtlarla aynı yüzyılda yapılan Ayasofya’da, ortak kullanılan tuğla malzemelerdeki hava etkileri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Ayasofya’nın duvarlarında kısmen karakteristik Bizans kırmızı tuğlaları, bağlayıcı olarak da tuğla tozu içeren harç kullanılmıştır. Duvarlar daha çok beton teknolojisinde bir yapıya sahip olup, tuğlalar sadece destek amaçlı yapılmıştır. Büyük kubbe içinse, Rodos Adasından getirtilen özel hafif tuğlalar kullanılmıştır. Bizanslı “Diegesis” 9. Yüzyılda, Ayasofyanın yapımını ve 557 yılında meydana gelen bir depremle kubbenin, çökmesinden önceki ve sonraki durumunu anlatmıştır; “...Rodos Adasından özel hafif tuğlalar ısmarlandı, bu tuğlalar normal tuğlaların 12’de biri kadar ağırdı ve bunlar dört ana kemer ve kubbenin yapımı için kullanıldı. ...557’deki büyük depremden sonra çöken kubbe için, uzmanların tavsiyesiyle yine Rodos’tan aynı hafif tuğlalar ısmarlandı...” (Mango, 1992, s. 47).

Ayasofya’nın restorasyon çalışmalarında, 15. Yüzyıldan beri çeşitli yüklerin (sabit, hareketli, yapının kendi ağırlığı) etkisi altında kalan bir yapı strüktürünün durumu ve gelecekte olabilecek depremlere karşı güvenliği, uzmanları düşündüren en önemli konudur.

Yapının strüktürel problemlerine çare bulmak için öncelikle strüktürü oluşturan malzemelerin iyileştirilmesi gerekmektedir. Çünkü hiçbir taşıyıcı sistem devamlı olarak homojen özellikte kalamamakta, sistemde pekçok zayıf bağlı bileşimler oluşmaktadır. Bunun nedeni, strüktürü oluşturan yapı taşlarının ve aralarındaki bağların zaman içinde oluşan çeşitli etkilerle özelliklerini kaybetmeleridir.

* Christaras, Lavas, v.d., 1993, ss. 47- 66.

Yapı malzemelerinde kaynak araştırması, karakter analizi ve zaman içinde meydana gelmiş değişiklikler üzerine yapılan çalışmalar, güvenlik ve konservasyon çalışmalarında odak noktalarıdır. Zarar görmemiş olanlar için dahil, paralel tecrübelerden, in-situ çalışmalardan (özellikle disiplinlerarası yapılan) yararlanmak gerekmektedir. Ayasofya'nın onarımında bu amaçlar doğrultusunda çalışılmıştır.

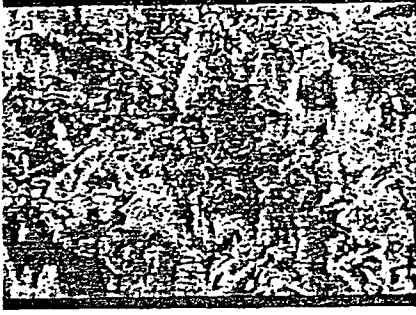
Yapı malzemelerinin mekanik yüklemeler ve basınç kuvvetleri altındaki deformasyonları, görüldüğünden daha tehlikeli olan mikroyapısal ve kimyasal mekanizmalar gözardı edilerek incelenemez. Bu mikroyapısal ve kimyasal zayıflamaların en büyük nedeni hava şartlarıdır. Çeşitli laboratuvar ve in-situ araştırmaları sonucunda, yağmur suyunda bulunan zararlı tuzların (sülfatların, Ca, Mg ve Na klorürlerinin) hava kirliliğiyle birleşiminin, yapı taşlarını bozan en önemli etken olduğu görülmüştür. Özellikle ülkemizin batı bölgelerinde ılık Akdeniz havası, yüksek nem oranı ve deniz etkileri, şehirlerin hava kirliliğiyle birleşince, bu bölgelerde bulunan tarihi eserlerimizin kısa sürede yıpranmasına neden olmakta, uzun yıllar içinde meydana gelen yıpranmalar çok kısa sürelerde gerçekleşmektedir.

Ayasofya'nın duvarlarında ve kubbesinde kullanılan ve dönemin malzeme teknolojisi hakkında ipuçları taşıyan sırlı ve sırsız pişmiş toprak malzemeler analiz edilmiştir. Su etkisine karşı hassas olan bu malzemelere; X ışını kırınım analizi, kızıl ötesi spektrometre, enerji ayıran X ışını analizi, elektron mikroskopi taraması, optik mikroskopi ve mikrostrüktürel deneyler uygulanmıştır. Levha 4.14'te a,d 655 , b,e 885, c,f 2620 defa büyütülmüş tuğla mikrofilmleridir. Düşük sertlik ve yüksek gözenekliliğe sahip sarı tuğlalar (a,b,c), yüksek sertlik ve düşük gözenekliliğe sahip sarı (e,f) ve kırmızı (d) tuğlalarla karşılaştırılmıştır. Levha 4.15'te, optik mikroskopi yöntemiyle incelenen tuğla örnekler 100 defa büyütülmüştür. Sarı tuğlalar (a,b) diğerlerine göre homojen bir yapı göstermektedirler. Örneklerden c,d'de kuvarz, mika ve kalsit* (kalsiyum karbonat- CaCO_3) bulunmuştur. Kırmızı tuğlalarda (e,f) yoğun kalsit, g,h'da oksitli demir ve yüksek oranda gözenek bulunmuştur (Levha 4.14 a-f, 4.15 a-h).

* Kireçli taşların (mermer, tebeşir, moloz taşı) temel bileşimidir. Doğada kristal halde bulunur.

Onarım çalışmalarından önce mekandaki nem ve çözülebilir tuzların belirgin hareketi araştırılmalıdır. Özellikle kubbede görülen yağmur suyu etkisi, yükselen çözelti kapilaritesi, kubbenin koruyucu rolünü engellemektedir. Yapının iç mekanını korumak için öncelikle kubbenin iyi korunması gerekmektedir. Kubbede kullanılan sırlı tuğla malzemeler sağlam ve hafif oldukları için idealdir. Yapılan çalışmalarda oldukça yüksek bir değer olan % 55 toplam gözeneklilik ve oldukça düşük yoğunluk bulunmuştur (1.34 gr./cm^3). Gözeneklilik yarıçapları yağmur suyunu geçirecek ve malzemelerin bozulmalarına neden olacak kadar yüksektir. Ancak gözenek dağılımından, sağlamlık ve tuz çürümesine direnci yüksek bir seramik teknolojisine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Kullanılan yüksek kaliteli seramik malzemenin şişme ve suya doygunluk tehlikesi, çevre şartlarının düzenlenerek ve malzemenin yağmur suyuyla ilişkisi kesilerek önlenmelidir.

Onarımlarda amaç, yapının estetik ve tarihsel değerini korumak olup, çalışmada öncelikle orijinal malzemeye ve özgün strükture önem verilmelidir. Ayrıca müdahale konusunda UNESCO ve ICOMOS metodolojisine ve etiğine bağlı kalınmalıdır.



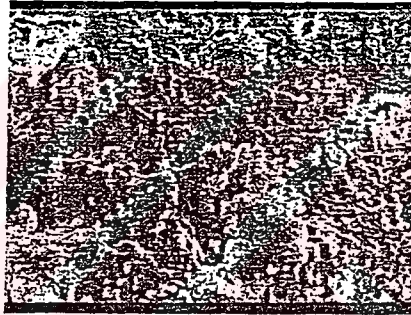
a x 655



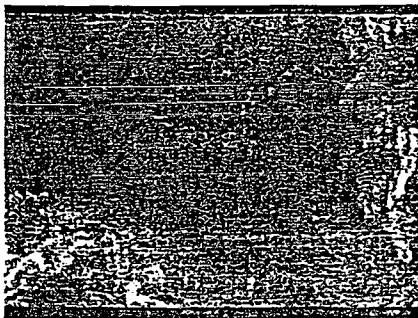
d x 655



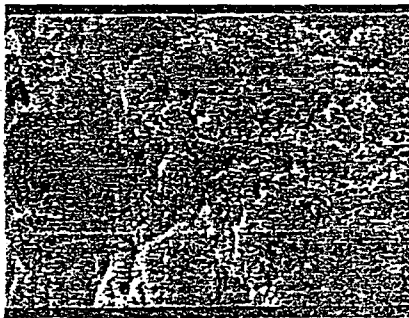
b x 885



e x 885

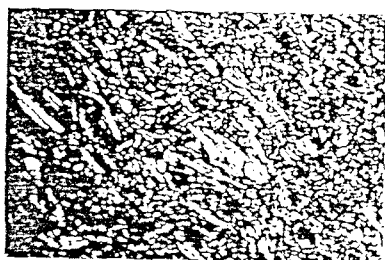


c x 2620

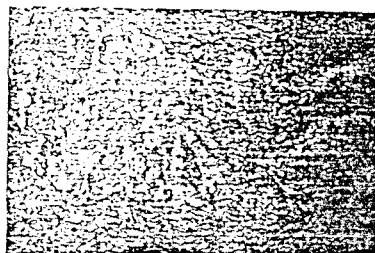


f x 2620

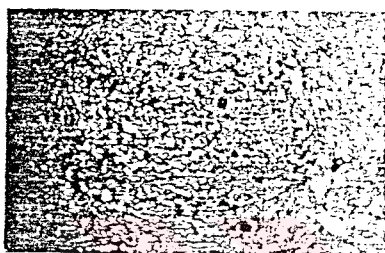
Levha 4.14 a-f . Tuğla mikrofilmleri



a



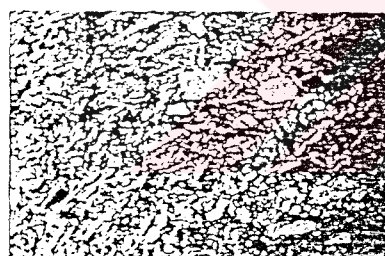
e



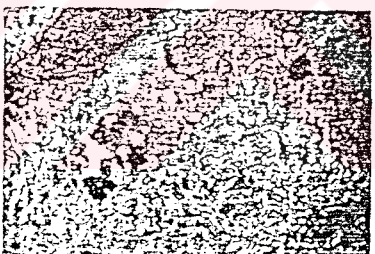
b



f



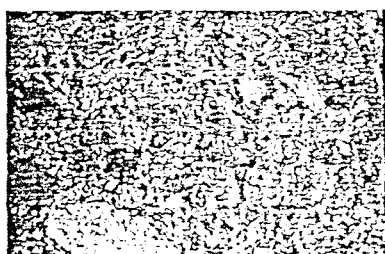
c



g



d



h

Levha 4.15 a-h Optik mikroskopi x 100

ÖRNEK 4

Tuğla ile yapılmış yapı elemanlarında, koruma amaçlı yüzey uygulamalarının performansı üzerine Avrupalı uzmanlarca yürütülen EC projesi kapsamında üç farklı Avrupa ülkesinde (Belçika, İtalya, Hollanda) 60'dan fazla tuğla malzemeli anıt incelenmiş ve çeşitli laboratuvar çalışmaları yürütülmüştür*.

Temel olarak, tuğla yapı elemanlarında koruma amaçlı kullanılan su geçirimsiz malzeme uygulamalarının yüzeydeki performansları üzerine yoğunlaşmıştır. Bu amaçla, çalışmaların yapıldığı üç ülkedeki uygulama farkları aşağıda belirtilmiştir;

- Hollanda'da araştırılan anıtların tümünde silikon esaslı su geçirimsiz malzeme kullanılmıştır.
- Belçika'da anıtların % 45'inde önce güçlendirici (etil silikat), sonra su geçirimsiz malzeme (silikon esaslı) kullanılmıştır. Geriye kalan %55'te, sadece su geçirimsiz malzeme kullanılmıştır.
- İtalya'daki prosedür genelde, çok fazla çürümüş bölgelerin güçlendirici ile desteklenmesi (etil silikat veya metil polisiloksan), sonra bütün yüzeyin "koruyucu" ile (sulandırılmış silikon esaslı su geçirimsiz malzeme) kaplanmasıdır.

Uygulama nedenleri:

Su geçirimsiz malzeme uygulama nedenleri;

- Su girmesini önlemek (Nemin neden olduğu lekelenmeyi önlemek, strüktürü kuru tutmak, ısı kaybını önlemek)
- Çevre etkileri nedeniyle oluşan çürümeyi önlemek. (Güçlendiricilerle birlikte kullanıldığında daha etkili olmaktadır).
- Kirlenmeyi önlemek.
- Biyolojik etkileri engellemek.

* Baronio, Binda, De Clercq, v.d., 1996, ss. 1695-1707.

Su geçirimsiz malzemenin amacı her ne kadar malzemenin suya direncini kazandırmak olsa da, diğer üç amaca da ulaşması beklenmektedir. Çünkü tekrar eden zarar tiplerinin (ufalanma, çiçeklenme, biyolojik etkiler, kabuklanma) oluşumunda su esas rol oynamaktadır. Çürüme gelişimi görsel denetleme ile tespit edilirken, bazı durumlarda daha fazla bilgi edinebilmek amacıyla, az miktarda zarar verici testler (Ör.; nem profilini görebilmek için malzemeyi delmek) yapılmıştır.

Üç Avrupa ülkesinde yapılan yerinde uygulamalardan elde edilen sonuçlar tablolarda gösterilmiştir. Sonuç verilere bakıldığında iki konu üzerinde yoğunlaşmıştır;

- Uygulamaların etkileri
- Uygulama yapılan duvarlarda çürüme problemi
- Uygulamaların etkileri:

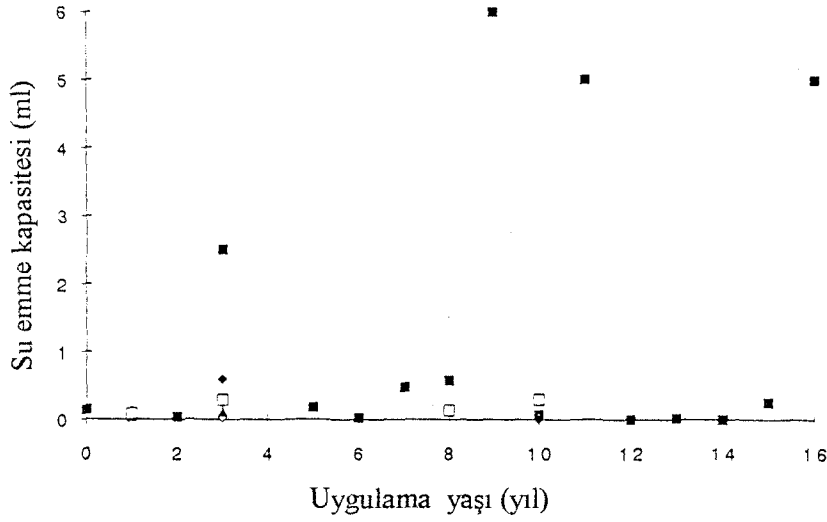
Temel olarak su geçirimsizlik ve nem profili incelenmiştir.

Su geçirimsizlik uygulamasında ;

- 1) Uygulamalarda kullanılan ürünün etkisi 15-20 yıl sürmektedir.
- 2) Uygulamanın yaşı ve etkisi arasında net bir bağlantı bulunmamaktadır.
- 3) Uygulamanın etkisi her yapıda, hatta her duvarda farklılık göstermektedir.
- 4) Sistemin en zayıf noktası birleştirme harcıdır; su ya tuğla-harç birleşiminden girmekte ya da harç tarafından emilmektedir.

1 ve 2 şıkları için;

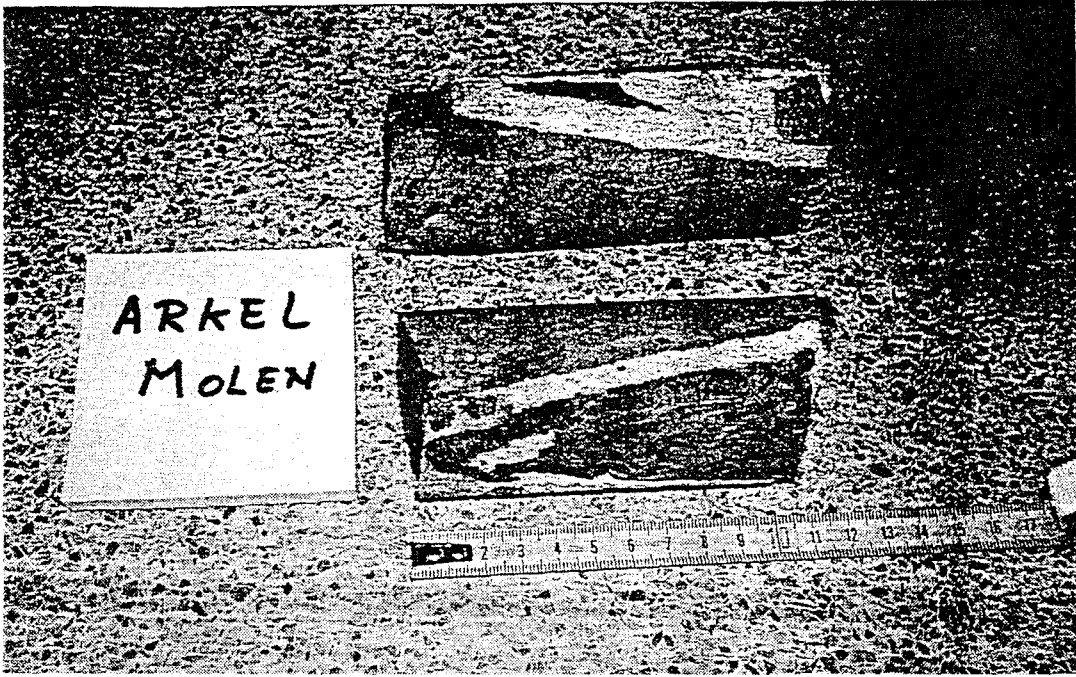
Şekil 4.11 'de Belçika'da yapılan 20 çalışmanın su emme avarajları, su geçirimsizlik etkisinin uzun süre etkili olduğunu ve uygulamanın yaşı ile etkisi arasında ilişki bulunmadığını göstermektedir.



Şekil 4.11 Uygulama yaşı / Su emme kapasitesi ilişkisi

3 şıkkı için;

Tek bir duvarda bile su geçirmezlik uygulamasının etkisinin farklı olduğunun somut örneği levha 4.16'da verilmiştir. İki no'lu örnek üzerinde oluşan damlalar, uygulamanın nüfuz derinliğinin önemli boyutlarda olduğunu göstermektedir (15 – 20 mm.). İkinci örnekte damlacıklar bir dakikada emilirken, birincide bu süre sadece harç'ta gerçekleşmiş, tuğla'da ise damlalar 15 dakikadan fazla emilmeden kalmıştır. Deney için kullanılan bu iki örnek duvarda birbirlerine bir metreden daha yakındırlar.



Levha 4.16 Aynı yapı elemanından seçilen iki tuğla örneğinde su geçirimsizlik uygulaması sonucunun karşılaştırılması

4 şikkı için;

Harç birleşimlerinin su emme sonuçları laboratuvar araştırmalarıyla somutlaşmıştır;

Deney, asit yağmuru ile yapılmış, 150 devir asit yağmuru ($1\text{lt}/\text{m}^2$ – saat) ve güneş etkisi uygulanmıştır.

Deney sırasında su emme, iki tip tuğla da gözlenmiş (B1 ve B2), deneyde tek tip harç (sulandırılmış toz kireç), ikitip su geçirimsiz malzeme (çözelti esaslı; Goldschmidt HL100 ve Wacker 1311) kullanılmıştır. Bunların yanında iki tip uygulama yapılmamış örnek kullanılmıştır (Tablo 4.4).

Sonuçlar oldukça gerçekçi çıkmıştır. Örneklerden ikisi önemli su emme performansı göstermiş ve hiç uygulama yapılmamış olanlarla benzer sonuç elde edilmiştir. Bir no'lu örnekte durum her devirde kötüleşmiş, yedi numarada aynı kalmıştır. Bu sonuç, tuğla – harç birleşiminin su emme'den sorumlu olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4 Örneklerin yapay ortamda su emme yüzdeleri. (% m/m)

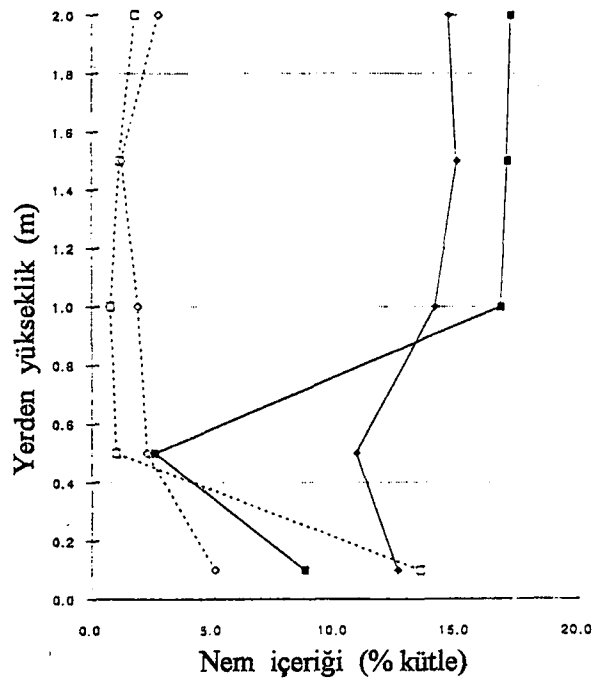
Devir	Örnek No	1	3	5	7	9	11
	PH	B1- G HL100	B1- W 1311	B1- Uyg. Yok	B2- G HL100	B2- W 1311	B2- Uyg. Yok.
25	5.6	1.2	0.0	7.6	5.4	0.0	7.6
50	5.6	2.5	0.1	6.9	5.4	0.0	7.1
75	5.6	4.5	0.1	6.7	5.3	0.0	7.6
25	3.5	5.4	0.2	6.7	5.5	0.0	8.0
50	3.5	5.5	0.2	5.8	5.3	0.0	7.8
75	3.5	6.5	0.2	*5.7	5.3	0.0	8.0

*Değerin düşmesi malzeme kaybı ile ilgilidir.

Nem profili incelemesinde;

Duvarlardaki nem içeriği ve yayılımı gözlemlenmiştir. Uygulama etkisi konusunda önemli varyasyonlar, uygulama performansının iyi olmadığını göstermektedir. Bunun nedeni, duvarın bazı yerlerinin yüksek derecede nem içermesidir. Şekil 4.12’de uygulama yapılmış bir duvarın nem profili, (Harderwijk Kilisesi) yapılan uygulamanın başarılı olmadığını göstermektedir. Uygulama etkilerindeki farklılıklar tablo 4.5 ‘te Karsten ölçümleriyle belirlenmiştir.

Nem içeriği çok açık şekilde, yağmur suyundan etkilenmektedir, çünkü en fazla su duvarın dış yüzeyinde bulunmaktadır (0-50 mm.).



—■— Gerçek (0-50) —●— Gerçek (150-250) ...■... Bağlı nem %93 (0-50) ...○... Bağlı nem %93 (150-250)
 Şekil 4.12. Harderwijk Kilisesinin, gerçek ve yüksek nemli ortamlarda 0-50 mm. ve 150-200 mm. duvar derinliklerindeki nem yüzdeleri

Tablo 4.5 Harderwijk Kilisesinde Karsten ölçümleri

Proje	Harderwijk Kilisesi			
Metod 1	Ölçüm yapılan malzemelerin konumları			
Adım	Nef Tuğla 1.50m	Nef Tuğla 1.50m	Nef Tuğla 1.50m	Nef Tuğla *1.20m
1 (4)	V	V'	V	V''
2 (3)	V	V'	V	V''
3 (2)	V	V'	V	V''
4 (1)	V	V'	V	V''
5 (0)	V	V'	V	V''
Metod 2				
Dakika				
5 dk.	0.01	0.68	0.2	2.5
10 dk.	0.04	1.32	0.4	3.3
15 dk.	0.06	1.82	0.6	4.0

V: diremiyor, V': çok yavaş emiyor, V'': çabuk emiyor

* çürümüş tuğla yüzeyi

- Uygulama yapılan duvarlarda çürüme problemi;

Uygulama yapılmış duvarlarda çeşitli çürüme şekilleri gözlenmiştir;

Gizli çiçeklenme ve ufalanma

Biyolojik gelişim

Kabuk oluşumu

Harç problemleri / Bağın kaybolması

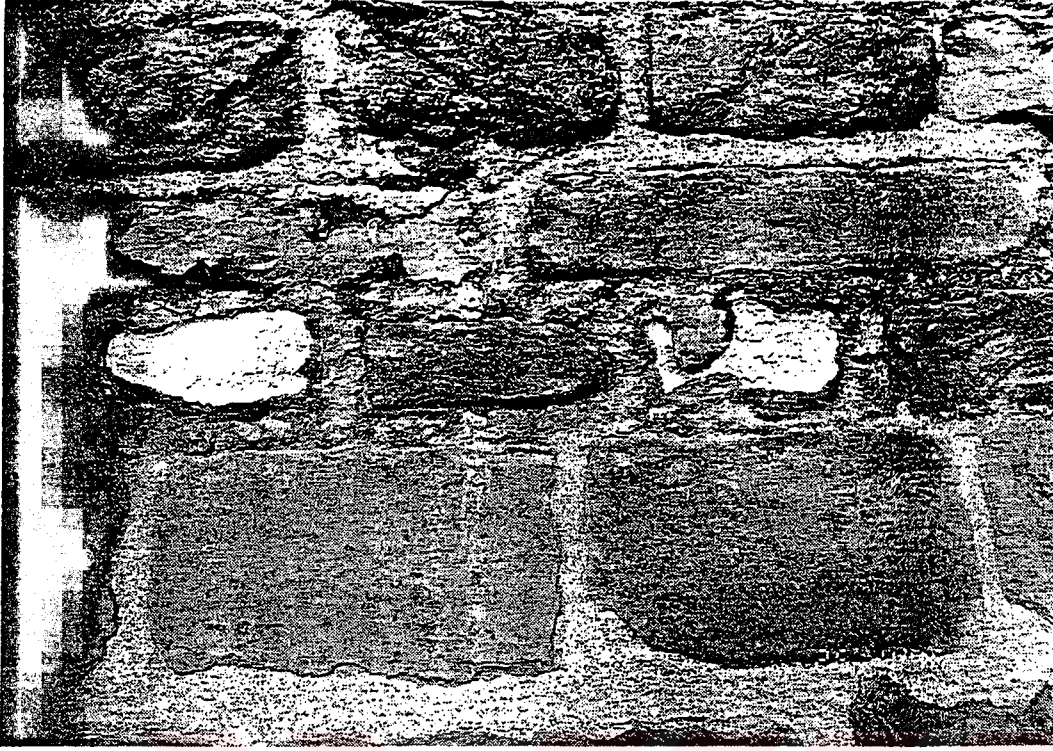
Gizli çiçeklenme ve ufalanma:

Bu tip zararlar net bir biçimde duvar bünyesindeki nem hareketi ile ilgilidir. Nem kaynakları yağmur veya yükselen nem olabilmektedir. Levha 4.17’de tuğla yüzeyde görülen çiçeklenme, sağlıklı bir uygulama yapılmadığını göstermektedir.

Tuğla yüzeylerde görülen ufalanma, yüksek nem içeriği veya dona dayanımsız malzeme kullanımından kaynaklanmaktadır. Yüzlerce yıllık ömründe yapının dondan zarar görmeyip, bu problemlerin günümüzde görülmesinin nedeni, uygulamalar sonrasında tuğlaların kurummasının gecikmesidir. Levha 4.18’de, Molenaarsgraaf Kilisesi (15-16. Yüzyıl) duvarlarında yükselen nem, tuğla malzemelerin ufalanmasına neden olmuştur. Bu tür bir yüzeyde yükselen nem problemi, uygulamadan önce çözülmelidir.

Biyolojik gelişim:

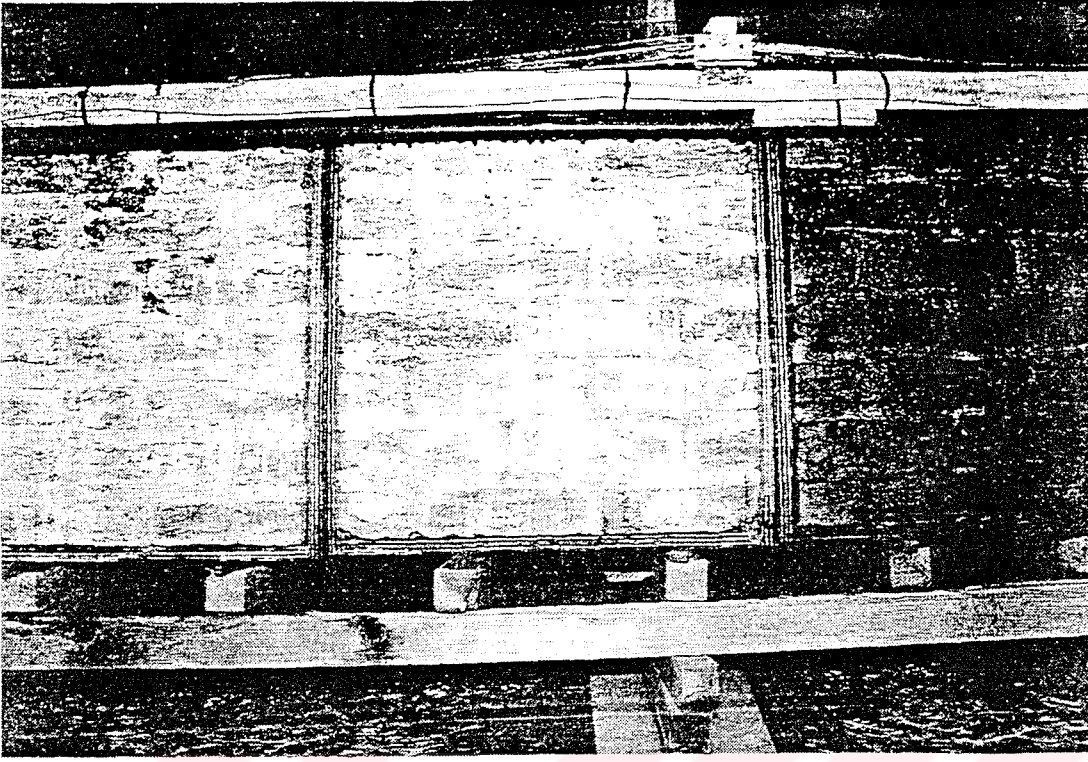
Yerinde yapılan gözlemler sonucunda, yüzey uygulamaları ancak iki, üç sene için alg oluşumunu engellemektedir. Fakat laboratuvar testleri (asit yağmuru testleri) bu sürenin daha uzun olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, asit yağmuru testlerinde güneş ışığının da uygulanması ve gerçekte yapının kuzey bölümlerinin bu kadar güneş ışığı almamasıdır. EC projesi kapsamında bu konuda fazla araştırma yapılmamıştır. Levha 4.19’da asit yağmuru uygulaması dışındaki bölümde alg oluşumu dikkat çekicidir. Levha 4.20’de uygulama yapılmış yüzeyde alg gelişimi görülmektedir.



Levha 4.17 Uygulama yapılmış tuğla yüzeyde gizli çiçeklenme



Levha 4.18 Molenaarsgraaf Kilisesinde uygulama yapılmış duvarda ufalanma



Levha 4.19 Tuğla duvar yüzeyinde asit testi uygulanmayan bölümde alg gelişimi



Levha 4.20 Leerdam Kilisesinde uygulama yapılmış yüzeyde alg gelişimi

Kabuk oluşumu:

Su geçirimsizlik uygulaması, tuğla yüzeyleri asit yağmuruna karşı korusa da kuruma ve kirliliği engelleyememektedir.

Su geçirimsizlik uygulaması yapılmış birçok yapıda, kalsitik (kalsiyum karbonat içerikli) malzemelerin kalsiyum sülfata (jips) dönüşerek kabuklaştığı, yerinde yapılan araştırmalarda görülmüş ve bu oluşum laboratuvar ortamında da elde edilmiştir. Leerdam Kilisesi'nin kuzey cephesindeki bağlantı harçlarında, yüzeyde bir milimetre kalınlığında siyah kabuklar görülmüştür. Bu kabuklar suya karşı dayanımsız olup, harcın iç yüzeyleri su geçirimsiz özelliktedir.

Yüksek nem içeren laboratuvar ortamında yapılan tuğla ve harç deneylerinde, uygulama yapılmış örneklerin çoğunda yüzeyde su geçirgen, onun hemen altından itibaren ise suya dayanımlı bir yapı görülmektedir.

Uygulama yapılan ve yapılmayan örneklerde, bağlantı harcında bulunan kirecin dış yüzeyinin kabuklaştığı ve bu kirecin tuğla yüzeylere taşınarak burada da kabuklaşmaya neden olduğu görülmüştür. Bu sonuç, su geçirimsizlik uygulamalarının kabuklaşma üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Harç problemleri ve bağın kaybolması:

Harçlarda oluşan problemler (ufalanma, bağ kaybı), koruyucu malzeme uygulamaları kısa aralıklarla yapılsa da oldukça sık görülmektedir. Bu tip bir aksaklık, yapı elemanının bünyesine su girmesine neden olmakta ve yapılan onarım uygulamalarının performansını etkilemektedir. Problemlere neden olan etkiler, don olayı, tuz kristalleşmesi, tuğla ile yeni harç, eski ve yeni harç uyumsuzluğu gibi etkilere sahiptir. Bunlardan, tuğla-yeni harç ve eski-yeni harç uyumsuzluğu onarım uygulamalarının yaratabileceği problemlerdir. Yeni malzeme uygulaması oldukça zor olup, su geçirimsizliğin ve adezyonun en az eskisi kadar iyi olması

gerekmektedir. Levha 4.21’de, Schagen Kilisesinde su geçirimsizlik uygulaması yapımından sonra -fakat uygulamanın neden olmadığı- eski ve yeni harçlarda bağ kayıpları görülmüştür. Ayrıca yeni harç tuğla ile oldukça iyi adezyon sağladığından, tuğlanın da ufalanmasına neden olmuştur.



Levha 4.21 Schagen Kilisesinde onarım sonrası harçlarda görülen bağ kaybı

Sonuçlar

Yapılan uygulamanın su geçirimsizlik etkisi, performansını belirlemek için tek kriter değildir. Uygulamanın başka fonksiyonları da yerine getirmesi beklenmektedir. Konunun başında da belirtildiği gibi, bu fonksiyonlar;

- Yüzeyi su geçirimsiz hale getirmek,
- Yüzeyi, nemin neden olduğu zararlı mekanizmalardan korumak,
- Neme ve kuru/ıslak tortulaşmaya bağlı olarak oluşan, kalsitik (CaCO_3 içerikli) malzemelerin kimyasal dönüşümünü (jips) engellemek,
- Biyolojik gelişimi engellemek.

Su geçirimsiz malzemelerin performansları yerinde ve laboratuvarında tuğla ve harç için incelenmiştir. Bulunan her yıpranma, uygulama ile bağlantılı olarak araştırılmıştır.

Su geçirimsizlik uygulamasının etkisi 20 yıldan fazla sürmektedir. Uygulama, malzemeleri ıslak etkilerden (asit yağmuru) korumakta, fakat kuru yıpranmalardan (kabuklaşma) koruyamamaktadır.

Uygulama öncesinde, nemle bağlantılı olan tuz kristalleşmesi ve don etkileri oluşmaması için nem yükselmesi ve su kaynakları önlenmeli, aksi durumlarda uygulama yapılmamalıdır. Alg gelişimi ve harçlarla ilgili problemlerin de daha detaylı olarak araştırılmaları gerekmektedir.

ÖRNEK 5

Çalışmada verilecek son örnekte, İspanya- Granada'daki "Kutsal Kalp Kilisesi" örnek çalışma olarak ele alınmış ve şehir kirliliğinin yapı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapı 100 yıl önce, neo-gotik tarzda yapılmış ve bugün Gran Via'da, şehrin en yoğun olduğu bölgede konumlanmıştır. Isınma ile ortaya çıkan is, kirlilik ile birleşince, kilise dahil bölgedeki eski ve yeni tüm yapılarda belirgin kararmalar görülmüştür. Bu kirlilik sadece estetik açıdan olumsuz olmakla kalmayıp, yapısal açıdan da oldukça zararlıdır.

Malzeme araştırması

Yapı ile ilgili malzeme araştırmaları, konservasyon çalışmaları ile bağlantılı bir şekilde yürütülmüştür. Yapının yola bakan cephesi siyah bir kir tabakası ile örtülmüştür. Tuğla duvar yüzeyinde kirlenmenin ötesinde hava şartlarının neden olduğu başka bir etki görünmemektedir. Taş malzemenin kullanıldığı kuleler ve neo-gotik süslemeler ise, tuğla'dan daha fazla zarar görmüşlerdir. Harçlar birçok yerde yokolmuş, çiçeklenmeler, kabuklaşmalar, dökülmeler oluşmuş, hatta bazı yerlerde taş bloklar tamamen yerlerinden düşmüştür. Bu durum, özellikle şehrin bu en yoğun bölgesinde yayalar için büyük bir tehlikedir.

Kilisenin ana malzemesi tuğla'dır. Yapıda; elle şekillendirilmiş ve cephenin daha az görünen yerlerinde ve ilkinde oranla daha düzgün yüzeyli olup, yapının yola bakan cephesinde kullanılanlar olmak üzere iki çeşit tuğla kullanılmıştır.

X ışını deneyleriyle, yapıdan alınan tuğla ve taş örneklerinin mineral yapıları incelenmiştir. Bu incelemeler sonucunda, her iki tuğla cinsinin de benzer mineral yapısına sahip oldukları görülmüştür. Tuğlalarda, %45 silikatlar, %25 kuvarz, %15-20 CaCO_3 (Kalsit) ve %10-15 oranında yüksek ısı fazları (diopsit ve gehlenit)* bulunmuştur. Bazı örnekler jips'de içermektedir. Beklenmedik şekilde, elle şekillendirilmiş tuğlaların kimyasal olarak daha homojen yapıya sahip oldukları

* Diopsit: Doğal kalsiyum ve magnezyum silikat. Gehlenit: Doğal kalsiyum alüminosilikat

görülmüştür. Tuğlalarda ayrıca iyi korunmuş mika parçaları, kuvarz ve şist kristalleri de bulunmuştur.

Yapıdaki taş malzemelerde olduğu gibi, tuğlaların da çoğu sağlam ve çıplak gözle üzerlerinde sadece ince bir toz tabakası olduğu görülse de, mikroskop altında, yüzeyden birkaç mm. içerde jips parçacıklarının gözeneklerde biriktiği görülmektedir. Şaşırtıcı olan, kimi yerlerde, jips molekülleri kalsit moleküllerinin yerini almaktadır (dönüşmektedir) (Levha 4.22 a, b).

Sonuç

Kilisenin yapımında kullanılan malzemeler oldukça iyi kalitede olduğundan, yoğun hava etkilerinden fazla zarar görmemiştir.

Tuğlalar jips veya pirit (önemli bir sülfür ve demir minerali-FeS₂) kullanılarak üretilmiş ve iyi derecede dayanıklılık için gerekli minimum sıcaklık olan 850° C’de pişirilmiştir. Yapıdaki taş malzemeler de normal hava şartlarına karşı dayanıklı olduğu için kalitelidir. Fakat derz harcı olarak kullanılan jips, çabuk çözüldüğü için uygun bir malzeme değildir. Bu harcın iki türlü olumsuz etkisi vardır; birincisi, çabuk çözüldüğü için zamanla bağlayıcı özelliği zayıflamaktadır, ikincisi, Ca⁺² ve SO₄⁻² iyonları açığa çıkarmakta ve bu iyonlar yapı taşlarının gözeneklerine girerek kristalize olmaktadır*. Aslında yapı yüzeyinde oluşan siyah kabuklardaki jips kaynağı ile ilgili birçok yorum yapılmıştır. Sülfat iyonlarının şehirlerdeki hava kirliliği ile oluştuğu açıktır, fakat kalsiyum iyonlarının şehir kirliliğinden mi, yoksa malzemelerin bünyesinden mi kaynaklandığı çözülememiştir. Mikrofilmlerden çıkarılan sonuç, kaynağın en azından bu örnek için malzemenin kendisi olduğudur. Diğer taraftan, karbonat içermeyen malzemelerdeki (granit) jips varlığı, kaynağın atmosferik olabileceğini de göstermektedir.

Bu yapı ve aynı şartlar altındaki diğer yapılar incelendiğinde, şehirlerdeki hava kirliliğinin eski ve yeni tüm yapılar için en büyük problem olduğu görülmüştür.

* De La Torre Lopez, Sebastian Pardo, 1996, s. 330.



a



b

Levha 4.22 a,b. Tuğla da karbonat taneciklerinin, jips'e dönüşümü (cc:kalsiyum; gp:jips)

5. BÖLÜM

5. TUĞLA MALZEMELİ TARİHİ YAPILARIN TEMİZLEME VE ONARIM ÇALIŞMALARINDA İZLENECEK YÖNTEMLER KONUSUNDA MODEL GELİŞTİRME

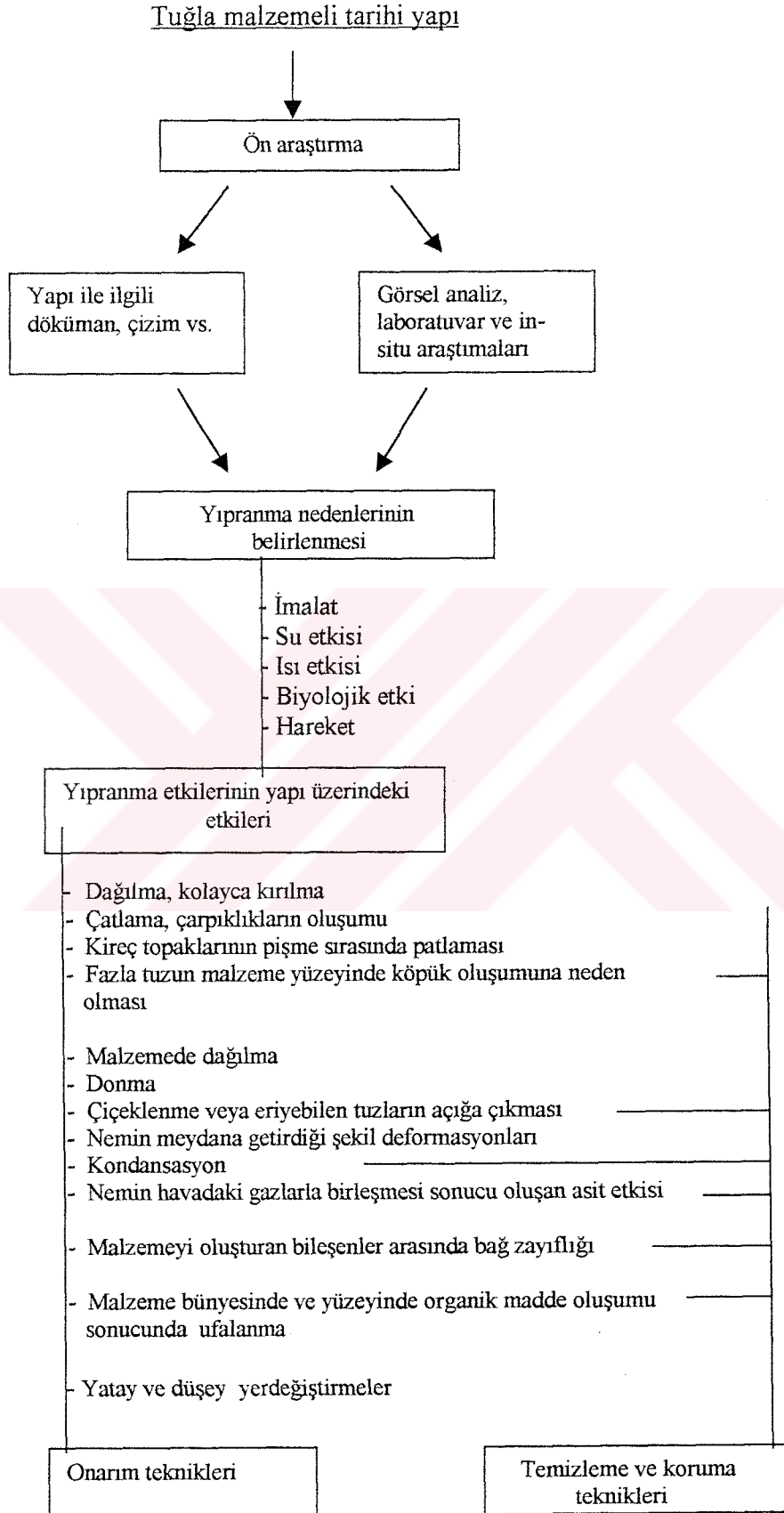
Bu bölümde, tuğla malzeme kullanılan tarihi yapılarda yürütülecek temizleme, koruma ve onarım çalışmalarında karşılaşılan problemlere getirilebilecek çözüm önerileri sistematik bir şekilde sunulmuştur.

Teorik bilgiler ve bunların somut şekilde ortaya konmasına araç olan deneyler, sonuçlar, karşılaştırmalar, çözüm önerileri, yeni geliştirilen ve uluslararası platformlarda sunulan çalışmaların detaylı anlatımları, dördüncü bölümde ele alınmıştır. Bu bilgiler, beşinci bölümde pratik gösterimlerle sistematize edilerek, uzman ve uygulayıcılara yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Tuğla malzeme kullanılmış tarihi bir yapıda temizleme veya onarım çalışması yapılmasına karar verildikten sonra belirli bir sistem çerçevesinde bir dizi çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalar genel olarak;

- Bilgi toplama
- Sentez
- Sonuç
- Uygulama, şeklinde özetlenebilir. Tablo 5.1’de bu aşamalar şematik olarak gösterilmiştir.

Tablo 5.1 Tarihi yapıya müdahale kararı alındıktan sonra yürütülen çalışmalar



- Bilgi toplama

Tarihi bir yapıya müdahale kararı alındıktan sonra ilk olarak, yapının tarihçesi hakkında detaylı bilgi edinilmelidir. Çeşitli kişi, kurum ve dökümanlardan elde edilen, yapının tarih boyunca hangi amaçlarla kullanıldığı, yapıya ait rölöve, restorasyon, detay vs. çizimleri, strüktürel yapı ve bu strüktürün hangi fonksiyonlarla kullanıldığı, varsa geçirmiş olduğu onarımlar, ekler, yıkımlar gibi yapısal bilgiler, restorasyon kararları alınırken uygulayıcılara oldukça yardımcı olacaktır.

Bir sonraki aşamada, yapı malzemeleri üzerinde daha detaylı bir araştırmaya gidilmektedir. Tuğla, harç ve (kullanılmışsa) taş üzerinde;

Görsel analiz,

İn - situ ve

Laboratuvar ortamlarında deneyler yapılmaktadır. Bu şekilde yapıdaki tüm fiziksel ve kimyasal değişimler, tarihçesinden edinilen bilgiler ışığında ortaya çıkarılmaktadır.

- Sentez

Toplanan bilgiler öncelikle, yapıda görülen bozulmaların nedenlerini araştırmak için kullanılmaktadır. İn – situ araştırmaları ve laboratuvar testlerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda, yapının strüktürü ve malzemeleri üzerindeki yıpranma oluşumlarının detayları ortaya çıkarılmaktadır.

Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler, neden - sonuç ilişkisi bağlamında incelenmiş ve tablo 5.2’de sunulmuştur.

Tablo 5.2’deki, etki nedenleri → etki → sonuç diagramında, birçok yıpranma etkisinin aynı nedenlerden kaynaklandığı görülmektedir. Bu sonuç, onarım çalışmalarında bir avantaj olarak kabul edilebilir. Etki nedenlerinden bir tanesinin ortadan kaldırılması, çok sayıda yıpranma oluşumunu engellemektedir. Örneğin, tuğla malzemede sık görülen; bileşenler arasında meydana gelen bağ zayıflığı

önlendiğinde, imalat hataları, su ve biyolojik etki gibi yıpranma etkilerinin malzemeye verecekleri zararlar önlenmiş olmaktadır. Zamanında yapılan küçük çaplı müdahalelerle malzeme ve yapı strüktürü birçok iç ve dış etkiye karşı direnç kazanabilmektedir.

Tuğla malzemede zamanla oluşan yıpranmalarla birlikte, belirlenen parametreye göre bu yıpranmaların tespit ve ölçüm çalışmaları da malzemeye zarar veren önemli bir etkidir. Bu nedenle, malzemeye en az zarar vereceği düşünülen “kalınlık kaybı” veya “kesit azalması” parametreleri kullanılmaktadır.

Malzemede meydana gelen yıpranma, genellikle her noktada aynı olmayacağından, incelenecek örnek üzerinde birçok nokta belirlenerek laboratuvar veya in-situ çalışmalarının sonuç etkileri detaylı bir şekilde gözlenebilmektedir.

- Sonuç

Yapıda meydana gelen bozulmalar nedenleriyle birlikte belirlendikten sonra, müdahale için çeşitli çözüm önerileri geliştirilmelidir. Bir sonraki adımda, üretilen çözüm önerileri arasından malzeme için en uygun olan seçilmelidir. Uygun çözüm; tuğlayı onarırken diğer yapı malzemelerine zarar vermeyecek, ekonomik, uzun süre etkili, yan etkileri minimum olan çözümlerdir.

Tablo 5.2’de sonuç sütununda belirtilen yıpranma oluşumlarının bir bölümünü ve ileri derecelere ulaşmamış olanları gidermek ve malzemeyi sağlıklılaştırmak amacıyla tablo 5.3’te belirtilen çeşitli temizleme ve koruma teknikleri kullanılmaktadır. Temizleme; fazla yıpranmamış malzemelerde, çoğunlukla yüzeysel ve sadece destek amacıyla başvuru, büyük çaplı işçilikler gerektirmeyen basit bir onarım tekniğidir. Bu teknik uygulanırken sık görülen ve dikkat edilmesi gereken bir olumsuzluk olarak; malzemenin yıllar içinde oluşan yıpranma sürecini kısaltan, korumasız durumda kaldığı sonuçlar elde edilmemelidir

Tablo 5.2 Tuğla malzemede yıpranmaya neden olan etkiler

ETKİ NEDENLERİ	ETKİ	SONUÇ
- Malzemeyi uygun olmayan iklimde kurutmak - Malzeme bileşenlerinde dengesizlik - Karışımın homojen olmaması - Hatalı kalıp kullanımı	İMİALAT	- Dağılma, kolayca kırılma - Çatlama, çarpıklıkların oluşumu - Kireç topaklarının pişme sırasında patlaması - Fazla tuzun malzeme yüzeyinde köpük oluşumuna neden olması
- Fiziksel bozulma Malzemeyi oluşturan bileşenler arasında bağ zayıflığı Dış etkiler nedeniyle çatlak ve gözenek oluşumu - Kimyasal bozulma Malzeme bünyesinde, Dış etkilerle, kimyasal özelliklerin değişmesi	SU ETKİSİ	- Malzemede dağılma - Donma - Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması - Nemin meydana getirdiği şekil deformasyonları - Kondansasyon - Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit etkisi
- Malzeme bünyesinde sayısız kez tekrarlanan ısısal genleşmeler - Yangın	ISI ETKİSİ	Malzemeyi oluşturan bileşenler arasında bağ zayıflığı
- Gözenek ve çatlak oluşumu - Su, nem ve iklim etkisi	BİYOLOJİK ETKİLER	- Malzeme bünyesinde, - Yüzeyde, organik madde oluşumu sonucunda ufalanma
Deprem, toprak kayması	HAREKET	- Yatay yerdeğİştİrmeler - Düşey yerdeğİştİrmeler

Tablo 5.3 Tuğla malzemede uygulanan temizleme ve koruma teknikleri

* YIPRANMA	TEMİZLEME VE KORUMA TEKNİKLERİ	TEKNİĞİN OLUŞTURABİLECEĞİ PROBLEMLER
4. Fazla tuzun malzeme yüzeyinde köpük oluşumuna neden olması 7. Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması 10. Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit etkisi	YIKAMA	Kum püskürtme Su püskürtme
4. Fazla tuzun malzeme yüzeyinde köpük oluşumuna neden olması 7. Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması	MEKANİK TEMİZLEME	- Ekonomik değildir. - Tecrübeli ellerde uygulanması zorunludur, bu durumda bile malzemeye zarar vermesi kaçınılmazdır.
4. Fazla tuzun malzeme yüzeyinde köpük oluşumuna neden olması 10. Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit etkisi	KİMYASAL TEMİZLEME	Organik maddeler İnorganik maddeler
9. Kondansasyon 13. Malzeme yüzeyinde organik madde oluşumu sonucunda meydana gelen ufalanma	YÜZEY UYGULAMALARI	-Yapı elemanlarındaki her malzeme için uygun olmayabilir, test edilerek uygulanmalıdır. -Uygulama sonrasında yüzey hemen yıkanmalıdır.
11. Malzemeyi oluşturan bileşenler arasında bağ zayıflığı 12. Malzeme bünyesinde organik madde oluşumu sonucunda meydana gelen ufalanma	TAKVİYE MALZEMELERİ	-Ön çalışma ile yüzeydeki tüm problemler çözüldükten sonra uygulama yapılmalıdır. Sert tuğlalarda uygulama oldukça zordur. Yüzey, uygulama öncesi sağlıklı hale getirilmiş olmalıdır.

* Tabloda adı geçmeyen yıpranma oluşumları için onarım tekniklerinden faydalanılmaktadır. (Bkz. Tablo 5.4)

Tablo 5.4'te, tuğla malzemede oluşabilecek tüm yıpranma etkilerinin ileri dereceye ulaşmış aşamalarında yararlanılacak onarım teknikleri listelenmiştir. Bu tekniklerin kullanımında ortak amaç;

- Orijinal verilerle uyum içinde olmak,
- Uygulanacak tekniğin uzun süre dayanması'dır.

Onarım teknikleri, yapıya müdahale etmekten başka çözüm kalmadığında uygulanmalıdır.

Uygulanacak tekniğe karar verildikten sonraki aşamada, laboratuvar veya in-situ ortamında küçük ölçekte yapılacak deneylerle tekniğin orijinal yapıda ne tür değişikliklere neden olabileceği araştırılmalıdır.

Birçok onarım tekniğinin temelinde yer alan, orijinal – yeni malzemeler arasındaki uyum konusu, yapının orijinal ifadesinde değişiklik olmaması amaçlandığından oldukça önemlidir. Bu nedenle tekniklerin büyük çoğunluğu ön araştırma ve deneylerden sonra uygulanmalıdır.

Tuğla malzemeli tarihi yapılarda uygulanacak onarım teknikleri arasında yer alan “özel üretim tuğla kullanımı” konusunda (Bkz. s. 77), tablo 5.4'te de belirtildiği gibi kaynak ayıran kuruluşların sayısı oldukça azdır. Bugün ülkemizde tuğla üretimi yapan kuruluşlar ekonomi ve talep azlığı gibi nedenlerle, tarihi yapılar için özel üretim yapmamaktadırlar. Bazen onarımlarda ortaya çıkan az sayıda özgün tuğla talebi ise, tuğla kuruluşları tarafından “yeni malzemelerin tarihi yapıya uyarlanması” yoluyla çözülmektedir.*

* Işıklar Tuğla A.Ş. 'den alınan bilgiler doğrultusunda yazılmıştır.

Tablo 5.4 Tuğla malzemede uygulanan onarım teknikleri

*YIPRANMA	ONARIM TEKNİKLERİ	OLUŞABİLECEK PROBLEMLER	
1. Dağılma, kolayca kırılma 5. Malzemede dağılma 11. Malzemeyi oluşturan bileşenler arasında bağ zayıflığı 12. Malzeme bünyesinde, 13. Yüzeyde organik madde oluşumu sonucunda ufalanma 15. Düşey yerdeğiştirmeler	Tuğlaları bütün olarak değiştirmek	Orijinal malzemenin renk, doku, ölçü ve dayanımına uygun olmalıdır.	
12. Malzeme bünyesinde, 13. Yüzeyde organik madde oluşumu sonucunda ufalanma 14. Yatay yerdeğiştirmeler 15. Düşey yerdeğiştirmeler	İkinci el tuğla kullanımı	Kaynak oldukça kısıtlıdır.	
4. Fazla tuzun malzeme yüzeyinde köpük oluşumuna neden olması 7. Çiçeklenme veya eriyebilen tuzların açığa çıkması 10. Nemin havadaki gazlarla birleşmesi sonucu oluşan asit etkisi 13. Yüzeyde organik madde oluşumu sonucunda ufalanma	Arka yüzleri kullanılan tuğlalar	Tekniğin pratik olması için malzemenin oldukça iyi kalitede olması gerekir.	
Anıtsal yapıların özgün tuğla işçiliklerinde	Özel üretim tuğlalar	Kaynak ayıran kuruluşlar kısıtlıdır.	
Özgün tuğla işçiliklerinde	Yapının kendisini kaynak olarak kullanmak	Kaynak seçiminde büyük özen gerekmektedir.	
Tüm yıpranma etkilerinde	Yeni malzemede ton ayarlaması		
Tüm yıpranma etkilerinde	Ölçülü ve dekoratif işçiliğin onarımı	Hassas işçilik gerekmektedir.	
14. Yatay yerdeğiştirmeler 15. Düşey yerdeğiştirmeler	Çıkıntı ve kırılmaların onarımı	Olduğu gibi bırakmak	
		Noktasal onarım	
		Dikiş atmak ve yerinde harç takviyesi yapmak	
		Tamamen sökülüp yeniden yapmak	Çok özenli bir belgeleme çalışması yapılmalıdır. Hassas işçilik gerekmektedir.
	Derzlerin onarımı	Orijinal işçilikle uyumlu onarım yapılmalıdır.	

* Aslında tuğla malzemede görülen tüm yıpranmaların ileri dereceye ulaşmış aşamalarında onarım tekniklerinden yararlanılmaktadır. Yukarıda seçilen yıpranma oluşumlarının ise ilk aşamalarından itibaren bu teknikler kullanılabilir.

Yurtdışında ise özellikle İngiltere’de ve İtalya’da, tarihi yapılar için özel tuğla üretimi yapan birçok kuruluş bulunmaktadır. İngiltere’de “özel tuğlalar” adı altında bir standart oluşturulmuştur (BS 4729: 1990)*. Bu standart, özel ölçü ve şekiller hakkında genel tanımları içermektedir. 300 çeşitten fazla özel tuğla detayı tanımlanmıştır. Birçok tuğla üretimi yapan kuruluş, hem yeni, hem de tarihi yapılar için bu özel standarta uygun üretimler yapmaktadır. Bazen tarihi yapılarda kullanılmış olan tuğlaların, özel tuğlalar standardı içinde bulunmadığı durumlarda ise, yeni kalıplar tasarlanarak standart dışı üretimler yapılmaktadır. Standart dışı üretimler standart üretimlere göre daha pahalıdır. İngiltere’de standart dışı üretim yapan tuğla kuruluşlarından bazıları şunlardır;

- Ibstock Building Products Ltd.
Ibstock, Leicestershire, LE67 6HS
Faks: +44 1530 261888
- York Handmade Brick Co.
Forest Lane, Alne, York YO6 2LU
Faks: +44 1347 838881

Bu kuruluşlarda çok geniş kalıp seçenekleri bulunmaktadır. Özellikle tarihi yapıların onarım çalışmalarında tarihi tuğlalarla ilgili talepler bu kuruluşlar tarafından karşılanmaktadır.

Ülkemizde, tarihi eserlerin korunması konusunda elde edilen teorik bilgilerle uygulamalar arasında ciddi kopukluklar yaşanmaktadır. Bu kopuklukların ortadan kaldırılması amacıyla, korumaya yönelik politikalarda yeni düzenlemelerin yapılması, temizlik, koruma ve onarım tekniklerinin pratikte kullanılabilmesi için, mal sahiplerine, uygulayıcılara ve malzeme üreten kuruluşlara çeşitli yaptırımların ve denetimlerin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca temizlik ve koruma çalışmalarında, zamanında yapılacak müdahalelerle, onarım ihtiyacı tamamen giderilemese de oldukça geciktirilebilir.

* English Heritage kuruluşundan alınan bilgiler doğrultusunda yazılmıştır.

SONUÇLAR

Mimarlık tarihi araştırmalarında, tarihi yapıların üslup ve strüktürel özellikleri ön planda tutulmuş, malzeme konusu bu çalışmalarda yan bölümler olarak ele alınmıştır. Tarihi yapı malzemelerini konu alan az sayıda çalışmada ise genellikle yoğun kullanım görmüş çeşitler, estetik özellikler ve elde ediliş biçimleri önem kazanmıştır. “Anadolu Türk mimarisinde tuğla ve koruma - restorasyon önerileri” başlıklı tez çalışmasında, diğer malzemeler gibi, bugüne kadar genellikle biraraya geliş biçimleri ve oluşturdıkları tarzlar ön planda tutularak incelenen tuğla kullanımında, daha farklı bir yaklaşım gösterilmiştir. Çalışmada, malzemenin tarih içindeki yeri ile birlikte, geçmişteki durumuna en yakın halde geleceğe ulaştırmak amacıyla günümüzde yapılması gereken temizleme, koruma ve onarım çalışmalarına ilişkin öneriler irdelenmiştir.

Tarih boyunca, çeşitli medeniyetlerin yapı kültürlerinde öncelikli olarak başvurulan, genelde pişmiş toprak malzemenin, özelde tuğlanın Roma’daki yapısal, Selçuklular’daki yapısal ve süsleme ve Bizans’taki süsleme ağırlıklı kullanımları, Anadolu Türk mimarisindeki yorumları da doğrudan etkilemiştir.

Coğrafi verilerin ve kültür etkileşimlerinin katkıları, Anadolu Türk mimarisinde çok önemli bir yeri olan Osmanlı mimari kültürünün, özellikle erken dönemlerinde, yapı malzemesi olarak çeşitli alternatiflere sahip olursa da, tuğla kullanımını ön plana çıkartmıştır. Bu etki öylesine uzun sürmüştür ki, Erken Dönem Osmanlı mimarlığına ait özgün örneklerin etkisindeki uygulamalar geç dönemlere kadar devam etmiştir.

Tuğlanın süsleme amaçlı kullanımı, yapısal kullanımdan daha sonra, geleneklerin, sanatçıların ve işverenlerin eğilimleri, malzeme kullanımındaki yetkinliğin artmasıyla başlamış ve gelişmiştir. Özellikle belirgin bir monotonluğa sahip taş yapılarda, yapıya renk, ışık-gölge oyunları ile hareket ve görsel zenginlik katmak açısından geniş kullanım alanları bulmuştur.

Bölgesel verilerin ve kültür etkileşimlerinin yanında, tuğla malzeme olarak sağlıklı, üretimi kolay, doğaya geri dönebilen, estetik özellikleri açısından insanların beklentilerine uygun bir malzemedir. Ayrıca tarih boyunca insan eliyle tasarlanıp, çeşitlendirilen en önemli ürün olma özelliğindedir ve hammadde eldesi, diğer malzemelere göre daha kolay ve doğaya zarar vermeden gerçekleşmektedir.

Ülkemizde bugün de örnekleri bulunan Roma, Bizans, Selçuklu ve Osmanlı dönemlerine ait özgün tuğla işçilikli yapıların gelecek nesillere ulaştırılabilmesi amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Birçoğu yurtdışında olmak üzere, ülkemizde de tuğla kullanılan tarihi yapılar üzerine yürütülen bu çalışmalar; temizleme, koruma ve onarım başlıkları altında toplanmaktadır.

Çalışmanın dördüncü ve beşinci bölümlerinde anlatılan temizleme ve koruma tekniklerini kullanmadan önce, malzemedeki görülen fiziksel ve kimyasal değişimlerin, malzemenin geleceğe yönelik varlığını tehlikeye düşürecek özellikte olup olmadığına karar verilmelidir. Aksi takdirde malzeme, normal sürecinden daha kısa zamanda yıpranabilir. Zaman zaman özellikle malzeme yüzeyinde meydana gelen bir takım fiziksel (Ör: patina) veya kimyasal (Ör: kömürleşme) oluşumlar, malzemeyi koruyucu nitelikte olabilmektedir. Temizleme ve koruma uygulamasına karar vermeden önce bu ayırımın yapılması gerekmektedir.

Malzemenin kalıcılığını sağlamak ve orijinal durumuyla varlığını sürdürebilmesi amacıyla başvuru olan temizleme ve koruma teknikleri her zaman, seçilen yöntem, uygulama süresi ve kalitesi, uygulama yetkinliğine sahip insan kaynağı açısından uygun olmalı ve orijinale en yakın fiziksel ve kimyasal durum elde edildiğinde uygulama durmalıdır. Bu bağlamda, koruma çalışmaları kapsamına giren yüzey

uygulamaları ve takviye malzemeleri kullanımı, malzemeyi geleceğe yönelik yaşatma amacıyla yapılan müdahaleler olup, hiç müdahalede bulunmamaktan daha olumlu sonuç alınıp alınamayacağı ancak gelecekte anlaşılabilecektir. Fakat gözardı edilemeyecek bir husus vardır ki, özellikle son yıllarda görülen çarpık kentleşme, çevre kirliliği gibi olumsuz etkiler, bu tekniklerden yararlanmayı da kaçınılmaz hale getirmektedir.

Sadece tuğla değil, tarihi yapılardaki tüm yapı malzemelerinin orijinal durumlarının, çevre şartlarına bağlı olarak bir süreci olduğu ve bu sürecin sonunda, orijinal duruma getirmeye yönelik tüm çabaların sonuçsuz kalacağı açıktır. Bu nedenle tarihi yapı malzemelerinin onarım çalışmalarında yeni malzemelerin kullanımı kaçınılmaz olduğunda, orijinal özellikler içeren yeninin üretimine ihtiyaç duyulacaktır. Bu nedenle yurtdışında, tuğla kullanılmış tarihi yapılardaki onarımlar için standart ve standart dışı olmak üzere iki sınıf oluşturulmuştur. Tuğla üretimi yapan birçok kuruluş bu iki sınıfa ait üretimler yapmaktadır. Fakat bu üretimlerin yapılabilmesi için ciddi taleplerin bulunması ve tarihi yapıların onarımı konusunda daha bilinçli yaklaşımların ortaya konulması gerekmektedir. Ülkemizde tuğla üretimi yapan kuruluşlar bu talepsizlik nedeniyle yukarıda sözedilen iki sınıfa ait üretime kaynak ayıramamaktadırlar.

Tez kapsamında, tuğla malzemedeki bozulmaları teşhis sistemleri, temizleme, koruma ve onarıma ilişkin yurtdışındaki örneklere ağırlık verilmesinin nedeni, bunun sözkonusu yerlerde ne kadar titizlikle ele alındığını, yapıları gelecek nesillere ulaştırmak için ciddi çabalar harcandığını vurgulamaktır. Ülkemizde de, bu konuda olumlu çalışmalar yapılmaktaysa da, malzemenin çokluğu ve çeşitliliği gözönünde bulundurulduğunda, sözkonusu çabaların ne kadar yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. Restorasyon çalışmalarında, ülke şartlarına uygun bir sistemin oluşturulması acilen gerekmektedir. Türkiye gibi, tarihi eserler açısından dünyanın en zengin ülkelerinden birinde bu bağlamda çok sayıda tuğla yapı bulunduğundan, eserlerin korunması ve onarımları için evrensel ölçülerde yaklaşımların ve malzeme olanaklarının sunulmasının gereği açıktır. Dolayısıyla ülkemizdeki ilgili kuruluşlar bu konuda ivedi çabalar harcamalıdırlar.

Sonuç olarak, bu çalışmanın, Türkiye’de tarihi yapılarda tuğla malzeme kullanımına ilişkin araştırmaların eksikliğini bir ölçüde gidereceği ve bu tür yapıların onarımında uygulayıcılara ışık tutacağı görüşü, tezi yararlı görmemiz için neden olacaktır.



LEVHA KAYNAKLARI

Levha 1.3 Byzantine Art, 1971, levha 434

Levha 1.4 Bakırer, 1981, resim 15

Levha 1.5 a.g.e., resim 9

Levha 1.6 a.g.e., resim 11

Levha 1.7 a.g.e., resim 18

Levha 1.8 a.g.e., resim 19

Levha 1.9 Sözen, 1987, s. 87

Levha 1.10 Bakırer, a.g.e., resim 83

Levha 1.11 a.g.e., resim 82

Levha 1.12 Sözen, 1987, s. 45

Levha 1.13 a.g.e., s. 77

Levha 3.1 Ayverdi, 1966, s. 166

Levha 3.2 Eriç, 1988, s. 118

Levha 3.4 Ayverdi, a.g.e., s. 325

Levha 3.5 a.g.e., s. 78

Levha 3.6 Demiriz, 1979, s. 658

Levha 3.7 a.g.e., s. 593

Levha 3.8 a.g.e., s. 444

Levha 3.9 a, b a.g.e., s. 315

Levha 3.10 a.g.e., s. 212

Levha 3.11 a.g.e., s. 252

Levha 3.12 a.g.e., s. 263

Levha 3.13 a.g.e., s. 210

Levha 3.14 Aslanoğlu, 1978, s. 153

Levha 3.16 Ayverdi, 1966, s. 253

- Levha 3.17, 3.18 Demiriz, 1979, s. 273
- Levha 3.19 Binan, 1952, s. 136
- Levha 3.20 Ayverdi, 1966, s. 77
- Levha 3.21 Aslanoğlu, 1978, s. 142
- Levha 3.23 Keskin, 1997, s. 113
- Levha 4.1 a, b Baronio, Binda,& Squarcina, 1995, s. 755
- Levha 4.2, 4.3 a.g.e.
- Levha 4.4 a.g.e., s. 756
- Levha 4.5 a.g.e., s. 757
- Levha 4.6 Ashurst, 1989, s. 63
- Levha 4.7 a.g.e., s. 64
- Levha 4.8 a.g.e., s. 52
- Levha 4.9 a.g.e., s. 54
- Levha 4.10 a.g.e., s. 57
- Levha 4.11 a.g.e., s. 61
- Levha 4.12 Böke, Caner – Saltık,& Tuncoku, 1993, resim 1
- Levha 4.13 a, b a.g.e., resim 2 a, b
- Levha 4.14 a-f Christaras, Lavas, Moropoulou,& Penelis, 1993, s. 61
- Levha 4.15 a-h a.g.e., s. 62
- Levha 4.16 Baronio, Binda, De Clercq, v.d., 1996, s. 1698
- Levha 4.17 a.g.e., s. 1701
- Levha 4.18 a.g.e., s. 1702
- Levha 4.19 a.g.e., s. 1703
- Levha 4.20 a.g.e., s. 1704
- Levha 4.21 a.g.e., s. 1706
- Levha 4.22 a, b De La Torre Lopez, Sebastian Pardo, 1996, s. 329

KAYNAKLAR

Antunes, J.L.F., Figueiredo, M.O., Fortes, M.A.,& Pessoa, J.C. (1996). Studies in conservation. Volume 41. Removal and analysis of soluble salts from ancient tiles.

Ashurst, J.& N. (1989). Brick, Terracota & Earth, Volume: 2. Gower Technical Press.

Aslanoglu, İ. (1978). Tire’de camiler ve üç mescit. Ankara, ODTÜ Mim. Fak. Basım İşliğı.

Ayverdi, E. H. (1966). Osmanlı mimarisinin ilk devri (1230-1402). İstanbul, Baha Matbaası.

Bakırer, Ö. (1981). Selçuklu öncesi ve Selçuklu dönemi Anadolu mimarisinde tuğla kullanımı. Ankara, ODTÜ Mim. Fak. Basım İşliğı.

Bakırer, Ö., Caner-Saltık, E.N.,& Tuncoku, S.S. (1995). Ceramics in architecture. Techna Srl, Physical properties and some durability characteristics of brickwork in three medieval buildings in Anatolia.

Barkan, Ö. (1970). Süleymaniye Cami ve İmaretİ İnşaatı, 1550-1557. Ankara, Türk Tarih Kurumu Yayınlarından.

Baronio, G., Binda, L., & Squarcia, T. (1995). Proceedings of the 7th International congress on deterioration and conservation of stone - Berlin.

Josef Riederer (Eds.), Evaluation of the durability of bricks and stones and of preservation treatments.

Baronio, G., Binda, L., De Clercq, H., Koek, J.A.G., Van Hees, R.P.J., & Witte, E. (1996). Proceedings of the 8th International congress on deterioration and Conservation of stone - Berlin. Josef Riederer (Eds.), Evaluation of the performance of surface treatments for the conservation of brick masonry.

Batur, A. (1974). Osmanlı Camilerinde Kemer / Strüktür - Biçim üzerine bir Deneme, 1300-1730. İstanbul, İ.T.Ü. Mim Fak. Baskı Atölyesi.

Batur, A. (1970). Anadolu sanatı araştırmaları 2. İstanbul.

Binan, M. (1952). Türk saçak ve kornişleri. İstanbul, Pulhan Matbaası.

Binda, L., Franke, L., Van Balen, K., & Van Hees, R. (1996). Proceedings of the 8th International congress on deterioration and conservation of stone - Berlin. Josef Riederer (Eds.), Damage to historic brick masonry structures.

Böke, H., Caner-Saltık, E.N., & Tuncoku, S.S. (1993). Conservation of stone and other materials. Volume 1. Unesco, Definition of the materials and related problems of a XIIIth century Anatolian Seljuk "Mescid", a case study in Konya

Byzantine Art. (1971). Encyclopedia of World Art II. New York, Toronto, London.

Christaras, B., Lavas, G., Moropoulou, A., & Penelis, G. (1993). Structural repair and maintenance of historical buildings III. C.A. Brebbia & R.J.B. Frewer (Eds.), Weathering phenomena on the Hagia Sophia Basilica, Konstantinople.

De La Torre Lopez, M.J., & Sebastian Pardo, E. (1996). Proceedings of the 8th International congress on deterioration and conservation of stone - Berlin.

- Josef Riederer (Eds.), The effect of urban pollution on construction materials; Stone and brick.
- Demiriz, Y. (1979). Osmanlı mimarisinde süsleme. Erken Devir, (1300-1453). İstanbul, Kültür Bakanlığı Yayınları: 263
- Erder, C. (1967). Hellenistik Devir Anadolu Mimarisinde Kyma Rekta – Kyma - Reversa Ankara, ODTÜ. Yayın No:8.
- Eriç, M. (1988). Mimar Sinan dönemi Türk mimarlığı ve Sanatı. Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, Sinan'ın 16. Yüzyıl Türk mimarisi malzeme anlayışına getirdiği yenilikler.
- Eriç, M. (1986). Eski eserlerde malzeme sorunları, Taç Dergisi, Cilt 1, sayı: 4, 23-28.
- Hoffmann, D.,& Niesel, K. (1995). Proceedings of the 7th international congress on deterioration and conservation of stone - Berlin. Josef Riederer (Eds.), Pore Characteristics and moisture in brick masonry.
- Insall, D. (1972). The care of old buildings today. London, The Architectural Press Ltd.
- Keskin, M. (1997). Anadolu mimarlığında tuğla Art Dekor Dergisi, Sayı: 52-53 110-114.
- Kuban, D. (1973). 100 Soruda Türkiye sanatı tarihi (2. Baskı). Yelken Matbaası.
- Kunt, M., & Akşin, S. (1993). Osmanlı Devleti, 1300 - 1600. İstanbul, Cem Yayınevi.

- Mango, C. (1992). Byzantine writers on the fabric of Hagia Sophia, Hagia Sophia from the age of Justinian to the present. Cambridge University Press.
- Nayır, Z. (1975). Osmanlı mimarlığında Sultan Ahmet Külliyesi ve sonrası 1609-1690. İstanbul, İ.T.Ü. Mim Fak. Baskı Atölyesi.
- Özkan, S. (1995). Edirne'deki tarihi eserlerin dış mekanlarında seramik malzeme kullanımı. İstanbul, Acar Matbaacılık A.Ş.
- Robertson, D.S. (1943). Greek and Roman Architecture. (2.Basım). Cambridge University Press.
- Sönmez, N. (1997). Osmanlı dönemi yapı ve malzeme terimleri sözlüğü. İstanbul, YEM Yayın.
- Sözen, M. (1987). The Evolution of Turkish Art and Architecture. İstanbul, Mısır Matbaacılık.
- Tanyeli, U.,& G. (1973). Klasik dönem sanatı ve mimarlığı üzerine denemeler. 16. Yüzyıl Osmanlı mimarlık teknolojisi.
- Ünsal, B. (1970). Turkish Islamic Architecture in Seljuk and Ottoman Times, 1071-1923. London, Alec Tiranti Ltd.