



Article Info	RESEARCH ARTICLE	ARAŞTIRMA MAKALESİ	
Title of Article	The Surface Decays in Stone Walls		
Corresponding Author	Seyhan YARDIMLI İstanbul Okan Üniversitesi Sanat Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, seyhanyardimli@gmail.com , seyhan.yardimli@okan.edu.tr		
Received Date	19.04.2021		
Accepted Date	12.06.2021		
DOI Number	https://doi.org/10.35674/kent.922313		
Author / Authors	Murat DAL Seyhan YARDIMLI	ORCID: 0000-0001-5330-1868 ORCID: 0000-0001-7186-9000	
How to Cite	DAL, M. and YARDIMLI, S. (2021). Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları , Kent Akademisi, Volume, 14, Issue 2, Pages, 428-451		

Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları

Murat DAL¹
Seyhan YARDIMLI²

ABSTRACT:

Stone is the longest lasting building material used throughout the ages. However, it is seen that the stone material also deteriorated over time. In this study, first of all, the structural features that affect the use of the stone are mentioned. How the stone is formed determines its technical properties. These technical features form the necessary parameters to decide where and under which conditions the stone will be used. When this process cannot be determined, the decay of the stone can occur more easily. In the study, after the determination of the technical properties of the stone, the types of degradation that cause the destruction of the stone are mentioned. In the examination of stone weathering types, the subject is discussed under two main headings as internal structure of the stone and external factors. In this context, the decay caused by the internal structure of the stone has been discussed with its mineralogical properties, Grain and crystal structure, chemical and physical properties due to the stone formation. As the second cause of decay, external factors are also considered as physical, physico-chemical effects and mechanical effects, as well as effects related to humans, plants and animals, were transferred by sampling.

KEYWORDS: Stone weathering, Technical properties of stone, Architecture, Stone material, Causes of deterioration

¹ Munzur Üniversitesi, Güzel Sanatlar, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Tunceli, 62000, Türkiye. muratsdal1122@gmail.com

² İstanbul Okan Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul, 34959, Türkiye. seyhan.yardimli@okan.edu.tr

ÖZ:

Taş çağlar boyunca kullanılmış en uzun ömürlü yapı malzemesidir. Ancak yine de zaman içerisinde taş malzemenin de bozunarak harap olduğu görülmektedir. Bu çalışmada öncelikle taşın kullanımına etki eden yapısal özelliklerine değinilmiştir. Taşın hangi koşullarda nasıl oluştuğu onun teknik özelliklerini belirlemektedir. Bu teknik özellikler de taşın hangi koşullarda nerede kullanılacağı hakkında karar vermek için gerekli parametreleri oluşturmaktadır. Bu süreç belirlenemediğinde taşın bozunması daha kolay gerçekleşebilmektedir. Çalışmada taşın teknik özelliklerinin belirlenmesinin ardından taşın tahrip olmasına neden olan bozunma türlerine değinilmiştir. Taşın bozunma türlerinin incelenmesinde de konu taşın iç yapısı ve dış etkenler olarak iki ana başlıkta ele alınmıştır. Bu bağlamda taşın iç yapısından kaynaklı bozunmalar taşın oluşumuna bağlı minerolojik özellikleri, tane ve kristal yapısı, kimyasal ve fiziksel özellikleri ile ele alınmıştır. İkinci bozunma nedeni olarak dış etkenler de fiziksel, fiziko-kimyasal etkiler ile mekanik ve ayrıca insan, bitki ve hayvanlara bağlı etkiler şeklinde ele alınmış, örnekler ile konu sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER: Taş bozunmaları, Taşın teknik özellikleri, Mimarlık, Taş malzeme, Bozunma nedenleri

“Taş Duvarlarda Yüzey Bozunmaları”

GİRİŞ:

Taş yapı malzemesi olarak çağlar boyunca dini ve resmi yapılardan barınaklara kadar çok geniş bir yelpazede kullanılmış ve dayanıklı olması nedeniyle binlerce yıl ayakta kalabilmiştir. Taş yapılar tarih boyunca kalıcılık ve sağlamlık kavramları ile özdeş olarak kullanılmışlardır. İlk çağ uygarlıklarında Mısır’da piramitler, megalitik anıtlar ki bunlardan en bilineni İngiltere’deki Stonehenge kalıcılık ve sağlamlık adına yapılmış en bilinen örneklerdendir (Hegger ve Auch-Schwelk 2006).

Taş malzeme ile yapılmış binaların uzun ömürlü, görkemli olmasının yanında kalın duvarları aynı zamanda ısı konforunun korunması açısından da çok avantaj sağlamaktadır. Bu yapılarda çoğunlukla yazın klimalandırma gereği duyulmazken kış mevsiminde de çok daha az enerji ile ısıtılabilirler. Günümüzde artan çevre kirliliği ve enerji kullanım politikaları açısından bakıldığında da taş yapılar oldukça sağlıklı ve çevreci yapılar olarak değerlendirilmektedirler. Ancak geçmiş dönemlerdeki taş yapılarda kullanılan taşlar ulaşım zorluğu açısından genellikle en yakın ocaklardan temin edilmeye çalışılmıştır. Bu durumda seçilen taş türünün kullanım parametreleri çok da kontrol edilememiş dolayısı ile taşın yapısına bağlı bozunmaları da beraberinde getirmiştir. Güç ve yapının anıtsallığını ifade etmek için çoğunlukla taş malzeme kullanımı sanayi devriminden sonra yerini betonarme yapılara bırakırken aynı zamanda sanayi devrimi sonrasında oluşan hava kirliliği atmosfere karışan gazlar taş malzemedeki hasarları artırıcı rol oynamıştır (Gürdal ve Özgünler 2016).

Böylesine mukavemetli ve uzun ömürlü bir malzeme olmalarına rağmen taş duvarlar hem iç yapısına hem de çevresel nedenlere bağlı olarak zaman içerisinde bozunmalara uğrayabilmektedirler. Bu bozunmalar pek çok nedenden kaynaklanabilmektedir. Bu çalışmada öncelikle taş malzemenin teknik ve teknolojik özelliklerine sonrasında taşa iç yapısal ve çevresel etkilerle görülen bozunmaların türlerine değinilmiştir. Burada amaç, taşın teknik özellikleri ile kullanım sürecindeki bozunma ve dayanım özelliklerini belirlerken çevresel faktörler ile de taşın etkilenim sürecindeki faktörleri aktarabilmektir. Taş yüzeylerdeki bozunmaların aktarımında hem literatür çalışmasına yer verilmiş hem de çevreden edinilen bozunma örneklerine ait fotoğraflarla tespitler yapılabilmüş, bozunma türleri görsellerle aktarılmıştır.

1. Doğal Taşların Kullanım Alanlarında Etkili Olan Teknik ve Teknolojik Özellikleri

Doğal taşların günümüzde kullanımı, çağdaş ısı yalıtımlı malzemelerin kullanım yaygınlığı ile birlikte taş yapının ısı konfor ve çevreci olma koşulları açısından işlevsel özelliğini kaybetmesine neden olmuştur. Bunun sonucunda taş malzeme mm’ye indirilen kalınlıklarda görsel özelliklerinin sürdürülmesi anlamında uygulanmaya başlanılmıştır. Bu çağdaş uygulamalar yanında yine de masif taş yapının hem yalıtıma gereksinim göstermemesi hem sağlıklı olması hem de görsel etkileri ve uzun ömürlü olması açısından hala uygulanabilirliği sürmektedir. Aynı zamanda mevcut taş yapıların ve anıtların devamlılığı ve bakımı için de taşın malzeme olarak kullanımı önemini korumaktadır. Örneğin Renzo Piano İtalya Foggio’daki Padre Pio Pilgrimage Klisesi için yaptığı tasarımda dikkate değer bir taş uygulama

çözümü geliştirmiştir (Şekil 1). Yapıda kireçtaşından bloklarla büyük açıklıklı öngerilmeli kemerler oluşturmuştur (Hegger ve Auch-Schwelk, 2006).

Günümüzde çeşitli şekillerde kullanımı sürdürülen taş malzeme oluşumları açısından bakıldığında mineral topluluklarıdır. Mineraller taşların aynı özelliğini gösteren parçalarıdır. Doğal taşlar, ya çeşitli minerallerin çok sayıda bir araya gelmesinden ya da tek mineralin çok sayıda bir araya gelmesinden oluşurlar. Örneğin granit ve bazalt çeşitli minerallerin çok sayıda birleşmesinden oluşurken, mermer tek bir mineralin çok sayıda birleşmesinden meydana gelmektedir. Doğal olan bu yapı, oluşum ve bileşenlerine bağlı olarak taşın iç yapısında farklılıklar oluşturmaktadır.

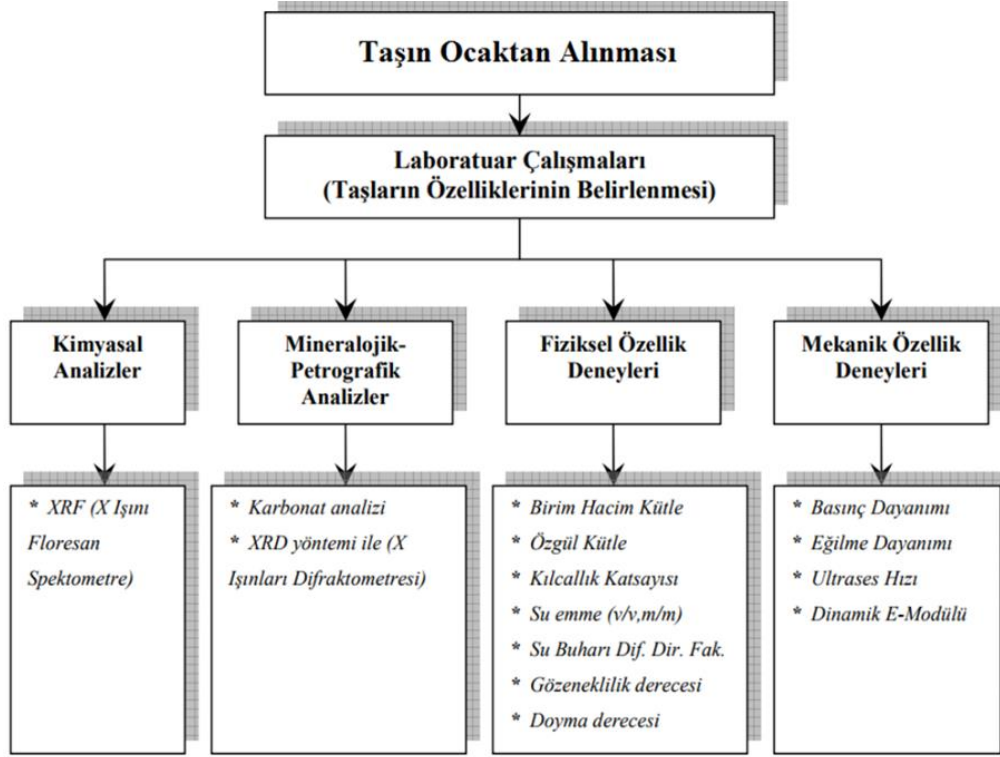
Taşların özelliklerini tanımlamak için çeşitli parametreler kullanılmaktadır; yoğunluk, ezilmeye karşı direnç, kırılma görünümü (düz, konkoidal- dalgali olabilen pürüzsüz, eğimli bir kırılma yüzeyi) taş seçiminde güçlü bir etkiye sahiptir. Taşın sertliği, strüktürü, porozitesi, dona duyarlılığı da onun karakteristik özelliklerini göstermektedir.

Doğal taşlar farklı şekillerde olduğu gibi aynı zamanda farklı süreçlerde oluşmuşlardır ve bu sürece bağlı farklı özellikler göstermektedirler. Doğal taşlar oluşumlarına göre genel olarak Mağmatik (Katılaşım), Sedimanter (Tortul) ve Metamorfik (Başkalaşım) taşları olarak belirlenmiştir. Bu ana başlıklar da kendi içlerinde elbette pek çok türe ayrılmaktadırlar. Elbette ki bu özellikler de taşın mukavemeti ve benzeri diğer teknik özelliklerini etkilemektedir. Aynı zamanda taşların ocaktan çıkarılmaları ve işlenmeleri de taşın kalitesi ve kullanılabilirliği açısından önemli bir süreç içermektedir. Ocaktan çıkarılan taşların kullanılabilir özellikte olup olmadıklarının belirlenebilmesi için yapılan çalışma süreci Tablo 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Padre Pio Pilgrimage Klisesi iç mekanda taş bloklardan oluşan kemerler (URL-1, 2021)

Tablo 1. Taşın kullanılabilirlik özelliklerinin belirlenmesi süreci



Taş malzemede sertlik nüfuz etmeye direnme kapasitesidir. Taş ne kadar sert ise kesilmesi o kadar zordur. Taşın strüktürleri de farklılıklar göstermektedir. Pullu, kompakt, granüler, kristal, granitoid, şistoid, kumlu vb. gözeneklilik açısından bakıldığında bazı kayalar kil gibi geçirimsizdir, kumtaşı gibi olan bazıları ise suyun geçişine izin verir. Bir taşın dona duyarlılığı onun donma-çözünme döngülerine duyarlılığına göre belirlenmektedir. Dona duyarlı olan bu tür taşların dış mekanda kullanımı tercih edilmemektedir (Kula ve ark., 2009). Taşın kullanılacağı yere fiziko-kimyasal ve mekanik özelliklerine göre karar vermek daha sağlıklı sonuçları getirmektedir. Örneğin zemin kaplamasında kullanılacak olanların sertliğinin ve aşınma dayanımının daha yüksek olması beklenirken dış cephe kaplaması olarak kullanılacak olanlarda su emme ve genleşme özellikleri önem kazanmaktadır. Tüm bu özellikler için belirlenmiş standartlara göre deneysel analizlerin yapılması, karar vermek açısından yol gösterici olmaktadır (Gürdal ve Acun Özgünler, 2016).

Doğal taşların ticaretinde, taşların teknik – teknolojik özelliklerini oluşturan parametrelerin belirlenmesi taşın kullanılacağı yere ve amaca göre önem taşır. Bunun için bazı laboratuvar deneyleri ve analizler ilgili standartlar ışığında yapılmaktadır (Tablo 2). Doğal taşların başlıca teknik – teknolojik özellikleri arasında;

- Mineralojik – petrografik isimlendirme (minerallerin türü ile bunların ayrışma durumu ve dokusu),
- Jeokimyasal tanımlama (major oksit ve iz elementlerin % ve ppm cinsinden oranları),
- Fiziksel özellikler (birim hacim ağırlığı, sertlik, su emme, porozite vd.),
- Mekanik özellikler (basınç, çekme, eğilme, aşınma ve darbe dirençleri vd.) ve
- Teknolojik özellikler (kesilebilme, parlatılabilme vd.) sayılabilir.

Tablo 2. Taşın teknik özelliklerinin belirlenmesi süreci (Dal, 2008).



Doğal taşlar inşaat malzemesi olarak yapıda çeşitli bölgelerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu kullanım farklılıkları onlardan beklenen özellikleri de belirlemektedir. Bir yüzey kaplaması ile temel taşından beklenen farklı özellikler olduğu gibi. Söz konusu farklı kullanım gereksinimlerine bağlı beklenen özellikler Tablo 3'te verilmiştir. Doğal taşların yapının her bölümünde kullanılabileceği ancak kullanılacak yere göre taştan beklenen özelliklerin olduğu bilinmektedir (Tablo 4). Bu özellikler X ile belirtildiğinde bu tabloda X birim miktar olarak vurgulanmak istenilmiştir ve kullanım özelliğine göre üç birim maksimum gereksinimi göstermektedir.

Tablo 3. Doğal taşların kullanım alanlarına göre bilinmesi gereken fiziksel, kimyasal ve tekno-mekanik özelliklerinin öncelik sıralaması (Güngör vd., 2008)

KULLANIM ALANI		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
Taşıyıcı Yapı Elemanı	Sütun	5	2	5	4	2	5	2	4	-	2	2	4	5	4	
	Kiriş	5	2	3	4	5	4	3	2	1	2	2	4	5	3	
Taşıyıcı Konsol	İç	5	1	3	-	5	2	1	5	5	4	1	1	1	-	
	Dış	5	5	3	5	5	2	1	5	5	4	2	1	4	5	
Duvar Kaplaması	İç	5	5	3	5	5	3	4	4	2	1	4	3	5	5	
	Dış	5	4	3	5	5	3	4	4	5	4	3	2	4	5	
Taban ve Basamak Kaplaması	İç	1	2	4	5	3	2	4	5	5	5	1	1	1	5	
	Dış	5	4	3	5	3	1	4	5	5	2	3	2	4	1	
Örtü Çatı Kaplaması		4	5	4	-	5	2	1	5	1	4	5	2	5	4	
Tezgah-Masaüstü Dekorasyon		4	5	4	5	4	1	1	3	1	1	2	4	5	5	
Plastik Sanatlar-Heykel / Büst		1	3	3	5	1	1	2	5	5	5	4	4	5	1	
Parketaş-Doğaltaş Kaplama		1	3	3	5	1	1	2	5	5	5	3	4	5	5	
Ocak ve İşletme Artıklarını Değerlendirme	Hediyelik Eşya	-	-	5	-	5	1	-	2	4	3	-	-	-	5	
	Paladiyen	İç	1	2	3	4	1	1	2	4	5	4	1	1	2	3
		Dış	3	3	5	5	3	3	3	2	-	-	3	2	4	-
	Temel Taşı	2	4	5	5	2	1	-	-	-	-	1	3	4	-	
Balast-Agrega	5	4	3	4	2	-	-	-	-	5	4	5	5	-		

A	Birim Hacim Ağırlığı
B	Ağırlıkça Su Emme
C	Tek Eksenli Basınç Direnci
D	Donma Sonrası Tek Eksenli Direnci
E	Çekme Direnci
F	Elastisite Modülü
G	Lineer Isıl Genleşme Katsayısı
H	Darbe Dayanımı
I	Yüzeysel Aşınma Direnci
J	Sertlik
K	Kimyasal Bileşim
L	Mineralojik Yapı
M	Asitlere Karşı Dayanıklılık
N	Renk ve Desen Homojenliği

5: kaçınılmaz , 4: çok önemli , 3: önemli , 2: az önemli , 1: önemsiz.

Doğal Taşların Teknik-Teknolojik Özellikleri

Tablo 4. Doğal taşların mimaride kullanım yerlerine göre standartlarında aranan teknik özellikleri (Güngör vd., 2008)

Doğal Taşın Kullanım Alanı	Ses Geçirmezlik	Isı İzolasyonu	Su Geçirmezlik	Hava Geçirimsizliği	Kaydırmazlık Kapasitesi	Kimyasal Maddelelere Dayanıklılık	Sıcaklık Değişimine Dayanıklılık	Atmosferik Koşullara Dayanıklılık	Ateşe Karşı Dayanıklılık	Sismik Aktiviteye Dayanıklılık
İç Cephe Kaplaması	XXX	XXX	XX	X	X	XXX	XXX	X	XX	XX
Dış Cephe Kaplaması	XXX	XXX	XXX	XXX	X	XXX	XXX	XXX	XX	XXX
İç Zemin Döşemesi	X	XX	XXX	X	XXX	XXX	XX	X	XX	XX
Dış Zemin Parke ve Kaldırım Döşemesi	X	X	XXX	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XX	XX
Merdiven Basamağı	X	X	XX	X	XXX	XXX	XX	XX	XX	XX
Raf, Tezgah	XX	XX	XXX	XX	XXX	XXX	XXX	XXX	XX	XXX

Doğal taşların oluşum türleri, kullanıldığı yere bağlı beklenen özellikler, çevresel faktörler, taşın sağlıklı kullanım sürecini belirlemektedir. Bu faktörlere bağlı olarak yapı taşı zaman içerisinde bozunabilmekte ve farklı şekillerde bu süreci gösterebilmektedir. Taş malzemede görülen bozunmalar ayrı bir başlık olarak ele alınmıştır.

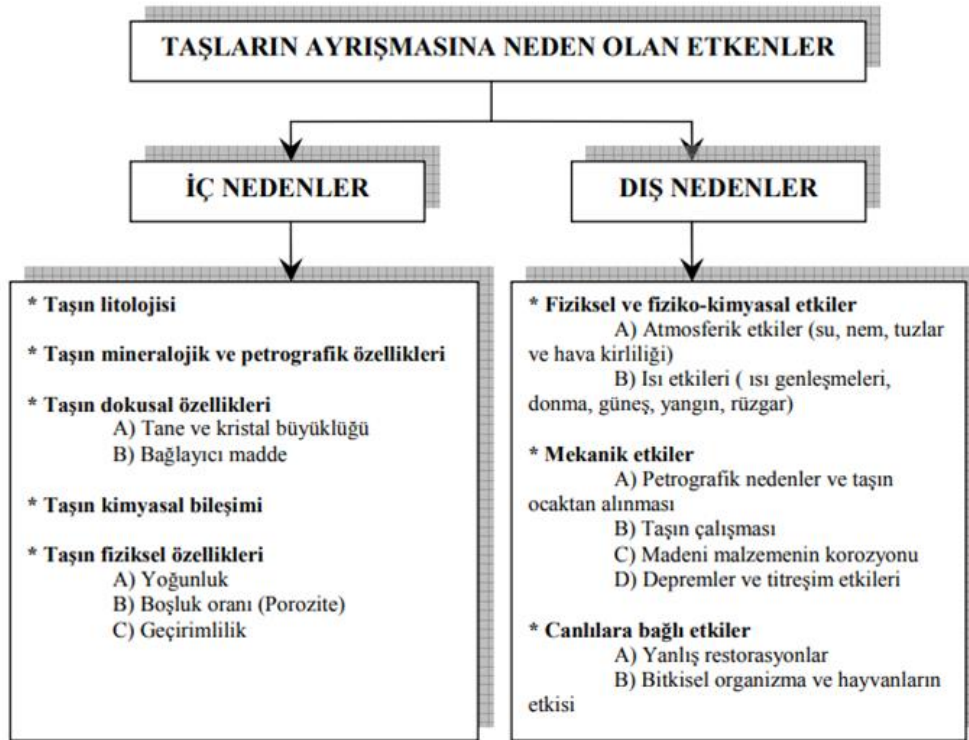
2. Doğal Taşlarda Görülen Bozunmalar

Taş nitelik ve çeşitlilik açısından en geniş seçeneklerle ulaşılabilen bir malzemedir. Buna karşın hava koşullarına karşı solma ve dayanıklılık direnci hem taşın türüne hem de ocakta bulunduğu konuma bağlı olarak değişiklikler göstermektedir (Deplazes, 2005).

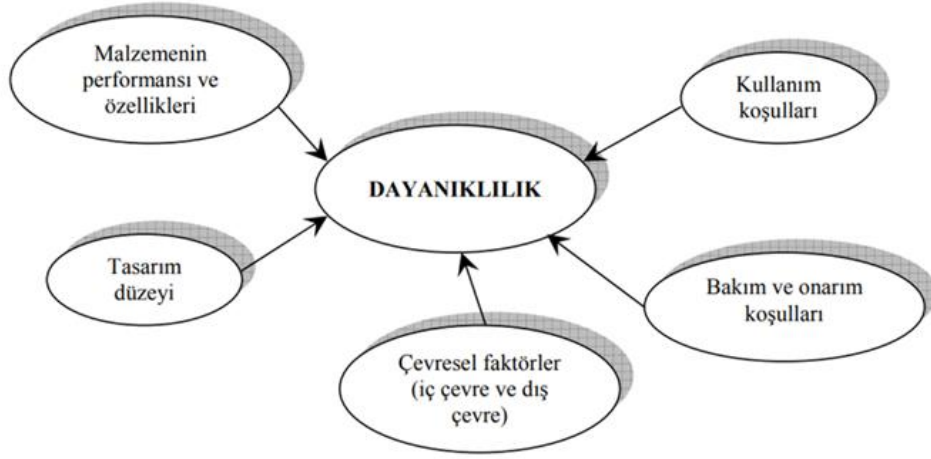
Bir binada kullanılan taşlar fiziksel, kimyasal ve çevresel koşullar altında farklı ayrışma süreçleri göstermektedir. Gerçekte doğal taşların çürümelerini çevresel etkilerden oluşan dışsal ve taşın bünyesinden kaynaklı içsel faktörler belirlemektedir (EL-Gohary, 2017; Öcal ve Dal, 2012). Dışsal faktörlerde binanın geometrisi, güneşe maruz kalma derecesi, yağmur, rüzgar, tuz kristalizasyon sıklığı, güneş radyasyonu gibi pek çok faktör doğal taşın bozunma tepkilerini etkilemektedir (Smith ve ark., 2008). Kimyasal ve mineralojik birleşim petrofiziksel özellikler vb. kendine özgü iç yapısal özellikleri de taşın çürümesinde etkindir (Eriç, 1994; İnigove Vicente-Tavera 2001). Bozunma kayaçların iç yapısındaki minerallerin kimyasal bileşiminin değişmesi, ikinci minerallere dönüşmesi sonucunda boşluk oranının artması ile dayanımlarının azalması şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Öcal ve Dal, 2012). Taşın doğal yapısı ve çevresel faktörlerin yanı sıra insan müdahaleleri de doğal taş anıtlarda bir bozunma faktörü olarak görülmektedir (Patil ve Kasthurba, 2020).

Taş bozunmaları hakkında hasarların belirlenmesi ve sınıflandırılması ile ilgili olarak pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu sınıflamalardan birine göre bozunma formları dört grupta ele alınabilmektedir. Taş malzeme kaybı, renk değişikliği/birikintiler, ayrılma ve çatlaklar/deformasyon olan bozunma gruplarıdır. Ayrıca bu bozunmalar, çatlama, yüzeysel birikinti, erozyon, biyolojik, patina gibi ayrı ayrı formlara da ayrılabilir (Vicente Rives, and Jacinta García-Talegón, 2006). Çeşitli şekillerde ele alınmakla birlikte taş ayrışma nedenleri başlıca iki alt başlık altında ele alınabilmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Taş ayrışma (bozunma) nedenleri



Bozunma sürecinde taşın dayanıklılığı da önemli bir faktördür. Doğal taşlar oluşum koşulları ve kullanım şartları gibi farklı koşullarda farklı mukavemet özellikleri göstermektedirler. Şekil 2’de taşın dayanıklılığına etki eden parametreler verilmiştir.



Şekil 2. Dayanıklılığa etki eden parametreler (Maurenbrecher ve ark., 2001)

2.1 Doğal Taşların İç Nedenlerle Bozunmaları

Doğal taşlar oluşumlarına göre farklı özellikler göstermektedir. Taşın nasıl oluştuğu onun özelliklerini doğrudan etkileyen bir faktördür. Yapıda kullanılan taşların tamamı üç şekilde oluşmuştur. Mağmatik kayalar erimiş kayadan oluşmuştur, metamorfik kayalar kimyasal ve fiziksel değişim ile oluşmuştur. Tortul kayalar, çökeltme ve sedimentasyonla oluşan çökelti türleridir (Salvatore, 2018; Kula ve ark., 2009).

Taşların iç yapısını oluşturan kimyasal özellikleri erime, ayrışma ve suya karşı davranışları ile yakından ilişkilidir. Doğal taşların yapıları ve içerdikleri mineraller onların mukavemetini, taşıma güçlerini, suya karşı dayanımlarını etkilemektedir. Taşın iç yapısını oluşturan tane ve kristal yapı özelliği taşın bozunma sürecinde çözünme özelliği şeklinde kendini göstermektedir. Aynı zamanda tortul taşların oluşumundaki bağlayıcı da taşı oluşturan agrega kadar önemlidir. Kolay çözünen ve dağılan bir bağlayıcı taşın da daha kolay bozunmasına neden olmaktadır. Taşın yoğunluğu ve boşluk oranı (porozitesi) da yine bozunmasını etkileyen önemli bir fiziksel özelliğidir (Küçükaya, 2004). Taşların kristal yapılarının boyutları taşın bozunmasını etkileyen diğer bir faktördür. İnce kristal yapı taşlar daha mukavemetli iken kristal boyutları büyüdükçe kenetlenme gücü azaldığından taş daha kolay bozunmaya uğramaktadır (Öcal ve Dal, 2012).

Taş, iç yapısı ve doğada oluşum sürecine bağlı olarak dokusunda farklı yapısal özellikler taşıyabilmektedir. Bu farklılıklar taşın çevresel etkilere karşı davranışlarını değiştirmektedir. Daha mukavemetli bölüm ile daha zayıf bölümler çevresel koşullardan farklı oranlarda etkilenmektedirler. Petekgözlülük olarak adlandırılan bozunma türü de buna bir örnek olarak gösterilebilir. Bu bozunma türünde daha yumuşak olan bölümler donma çözünme ve benzeri ısıl farklar nedeniyle eriyerek taşın bünyesinde doku kaybı oluşturmakta daha sağlam bölümler kendini korumaktadır. Böylece bazı bölümler korunurken yumuşak bölümler eriyerek kaybolmakta ve petekgözlülük denilen bozunma türü ortaya çıkmaktadır (Şekil 3). Yine doku kaybı olarak ortaya çıkan kil içerikli taşların cephede kullanımı sonrasında oluşan hasarlar Şekil 4 a, b’de görülmektedir.



Şekil 3. Petek gözlülük (Çetin, 2012)



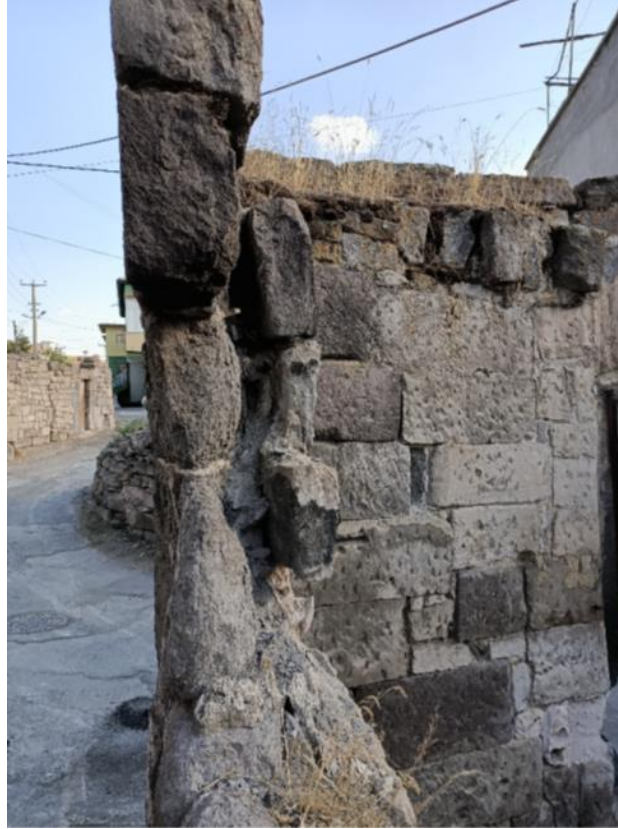
a



b

Şekil 4 a, b. İç yapıdan kaynaklanan doku kaybı (Çetin, 2012)

Taşın iç yapısal özelliği olan boşluk oranı da bozunma sürecinde önemli faktörlerden biridir. Porozitesi yüksek taşlar dış mekanlarda kullanıldığında yağmur ve karın ardından gözeneklerin su ile dolmasından sonra ısının düşmesi ile suyun donması sonucu oluşan hacim artışı olmaktadır bu da taşın parçalanması ile sonuçlanmaktadır. Bu süreç doğal ortamda art arda tekrarlandığında yüzey kayıpları her defasında daha fazlalaşarak gerçekleşmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Taşın yüzey kaybı (Büşra Coşkun)

2.2 Doğal Taşların Dış Nedenlerle Bozunmaları

Taş malzemede görülen hasar türleri çeşitli nedenlere bağlı olarak, çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada genel olarak iç ve dış nedenler olarak ele alınan bozunmalardaki dış faktörler de üç alt başlıkta toplanmıştır. Fiziksel ve fiziko-kimyasal etkiler, mekanik etkiler ve canlılara bağlı etkiler olarak ele alınmışlardır. Taş yapılar kullanımları süresince elbette ki bazı çevresel etkilere maruz kalmaktadırlar. Bu genel etkiler Tablo 6'da sıralanmıştır. Bu etkiler sonucu oluşan hasarlar belirlenen şekilde ele alınmıştır.

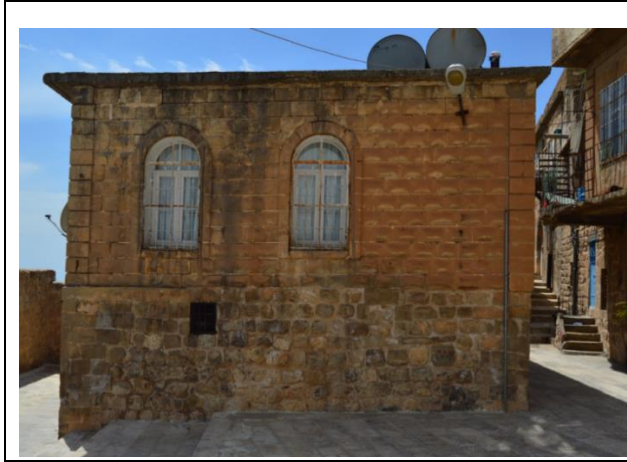
Tablo 6. Taş yapılar üzerindeki çevresel etkiler

• Yapının konumundan kaynaklanan etkiler (yamaç, dere yatağı)
• Uygunsuz zemin etkileri (zemindeki farklı oturmalar, zemin sıvılaşması)
• Terk (uzun süreli bakımsızlık)
• Kötü (bilinçsiz) kullanım ve onarımlar
• Yangınlar (kagir yapılardaki ahşap yatay hatılların zarar görmesi)
• Savaşlar (en savunmasız öğeler)
• Vandalizm (kasıtlı tahrip)
• Bayındırlık etkileri (yeni yollar açılması, baraj yapılması gibi çağdaş imar hareketleri)
• Turizm (yoğun ziyaretçi akınından dolayı, bilinçsiz ziyaretçilerin verdikleri zararlar)
• Hava kirliliği (havadaki CO ₂ , SO ₂ , SO ₃ gazlarının yağmur suyu ile birleşerek taşlarda asit etkisi yapması)
• Trafik (ağır taşıtların temellere yaptıkları baskılar)
• Doğal etkenler (toprak kayması, sel, tayfun, deprem vb.)

2.2.1 Fiziksel ve Fiziko-Kimyasal Etkiler

Fiziksel bozunma taşın bünyesindeki ayrışmalar sonucu ortaya çıkan yüzey kayıplarıdır. Yüzey kayıplarına neden olan pek çok faktör bulunmaktadır. Isı farklılıkları bu faktörlerin içerisinde en başlıca etken olarak görülebilmektedir. Isı farkı nedeniyle oluşan donma ve çözünme sonucu parça kopmaları sıklıkla görülebilen bir bozunmalardır. Islanan yüzeylerde bulunan gözeneklere ve derz aralıklarına giren su sıcaklığın değişmesi ve sıfırın altına düşmesi ile buza dönüşmektedir. Buza dönüşen suyun hacminin artması da taş yüzeylerde parçalanmalara neden olmaktadır. Sıcaklık değişimine hava kirliliği nem, tuz kristallenmesi ve rüzgar da eklendiğinde fiziksel ve fiziko-kimyasal kayıplar daha kolay gerçekleşmektedir (Öcal ve Dal, 2012; Hegger ve ark., 2006).

Atmospere salınan gazlar nedeniyle oluşan hava kirliliğinde azot, kükürt, nitrat, karbonmonoksit konsantrasyonları, nitrojen oksit, sülfür dioksit gibi bazı kirleticiler (Çetintaş ve Akboğa, 2020) taş yüzeylerde birikmekte nemli ortamda reaksiyona girerek asidik etki oluşturmakta ve böylece taş yüzeylerde bozunmalara neden olmaktadır (Dal, 2021). Özellikle tarihi yapıların taş yüzeylerinde birikerek hem yüzeyin rengini değiştirmekte hem kimyasal değişimine yol açarak hasar vermektedirler (Şekil 6 a, b).



Şekil 6 a. Cephede hava kirliliğine bağlı bozunma



b. Trafikten kaynaklanan taş yüzeyde bozunma

Taşların zarar görme nedenlerinden biri olarak yapısının fiziksel değişimine neden olan yangın gösterilebilmektedir (Şekil 7 a, b). Doğal taşların ısıya karşı dirençleri farklılıklar göstermektedir. Taşın içindeki kuvars gibi maddelerin yangın sırasındaki hacim artışı taşlarda dökülmelere neden olabilmektedir. Volkanik tüf gibi birkaç taş türü yangına karşı daha dayanıklıdır (Hugues ve ark., 2005). Tablo 7'de bazı taş türleri ve sıcaklığa dayanma dereceleri verilmektedir.



Şekil 7 a. Haydarpaşa Gar binasında yangın



b. Yangın sonrası binadaki hasar

Tablo 7. Doğal taşların sıcaklık karşısındaki dirençleri

Taş türleri	Isıya dayanma dereceleri
Tortul taşlar ısıya karşı dayanıksız	300-350 °C
Tüf	600-800 °C
Kiltaşı	800 °C
Andezit-bazalt	1000-1200 °C

Gün ışığı, UV (ultraviyole) ışınları, su, nem ya da herhangi bir akıntı etkisiyle taşı oluşturan minerallerin kimyasal değişime uğraması sonucunda, taşın çeşitli bölgelerinde renk değişimi ve lekelenmeler meydana gelir. Taşın yapısına ve jeolojik oluşumuna göre, bozunma sonrasındaki görünümü ve aldığı renkler de çeşitlilik gösterebilmektedir (Şekil 8).

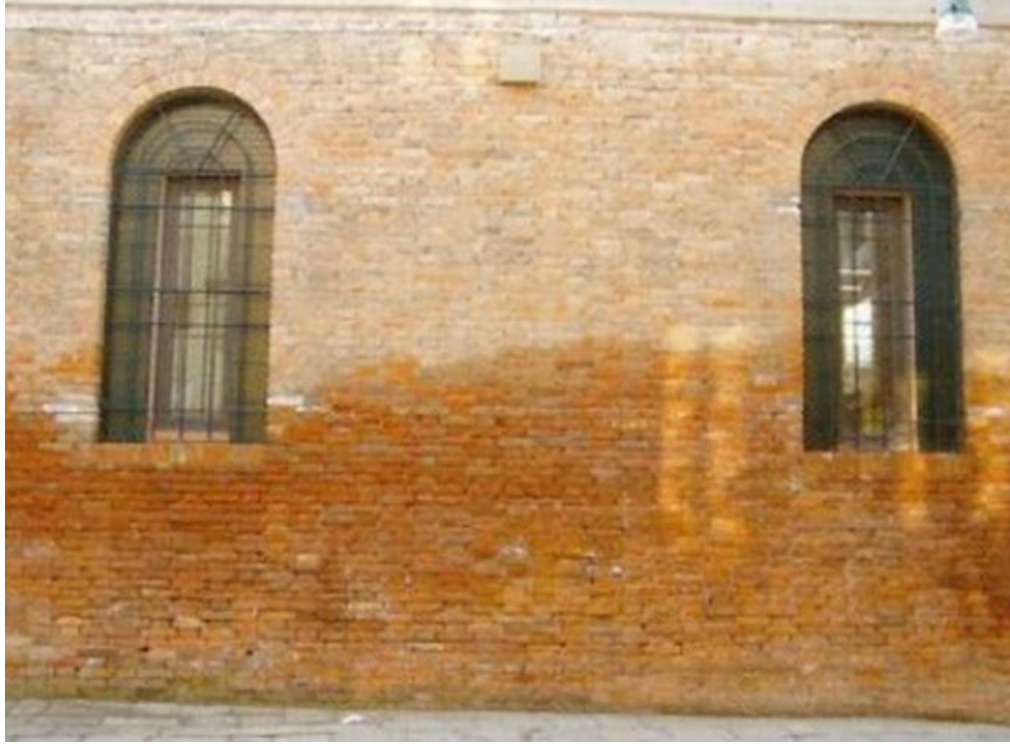


Şekil 8. Taş yüzeyindeki renk değişimi (Çetin, 2012)

Yapıda pek çok soruna neden olan önemli bir faktör de sudur. Su yapıyı iki şekilde etkileyebilmektedir. Biri yapının basınçlı suya maruz kalması diğeri ise yüzeysel olarak temas etmesi şeklindedir (Eriç, 1994). Basınçlı su daha çok yapı temelinin etkilerken yüzeysel su taşın gözeneklilik yapısına da bağlı olarak kapilarite ile duvarlarda yükselmekte ve yapıya zarar vermektedir (Stambolov ve Asperen de Boer, 1976) (Şekil 9). Bazı durumlarda su seviyelerine göre yüzey sularının etkisi yanında zemin suları da yapıların temellerinden kapilarite ile tüm duvarda yükselmekte ve duvarların bozunmasına yol açmaktadır. Mısır'da Nil'in kenarında bulunan ve kireçtaşından yapılmış Horus tapınağının strüktürünü etkileyen zemin suyunun yarattığı etkiler Şekil 10'da gösterilmiştir (Megahed, 2020).

Suyun taş malzemeye verdiği zararlar pek çok çeşitlilik göstermektedir. Su taşıdaki bağlayıcıyı çözebilmektedir, tehlikeli tuzları, kirleri ve gazları taşın içine taşıyabilmektedir. Çoğunlukla suda çözünen maddelerin yüzeye taşınması ile kristalleşmeler bu yüzeylerde birikerek bozunmalara neden olmaktadır. Taşınan maddelerden tuzlar yüzeyde birikip tabaka oluşturabilmektedir. Oluşan tabakanın altında tuz birikintisinin daha da artması sonucunda üst yüzeyde oluşan kabuk dökülebilmektedir. Bu kristalleşme sürecinde oluşan kristaller bazı durumlarda patlama etkisi oluşturabilmektedir (Hugues, ve ark., 2005). Tablo 8 taş yüzeylerde oluşan kristalleşme sürecini göstermektedir. Bu

yüzeyde oluşan kristalleşmeler, taşın türüne göre yüzeyde oluşan katmanda kabarma, kabuk oluşturarak bu kabuğun kalkması yani kabuk atma veya yapraklanma gibi farklı bozunmalar şeklinde görülebilmektedir (Şekil 11 a, b, c). Duvar bünyesine taşınan maddeler aynı zamanda kimyasal değişikliğe de neden olabilmektedir (Şekil 12).

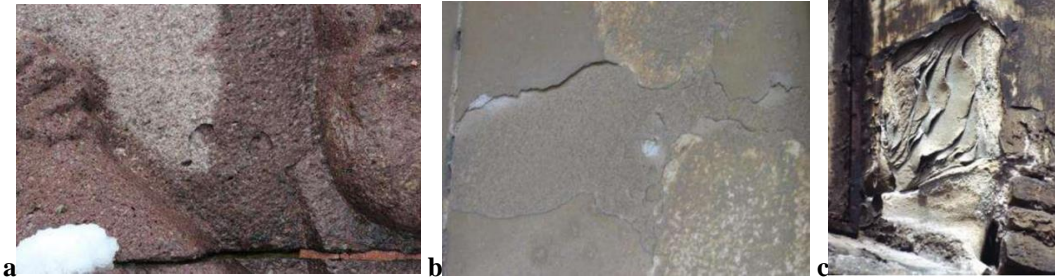
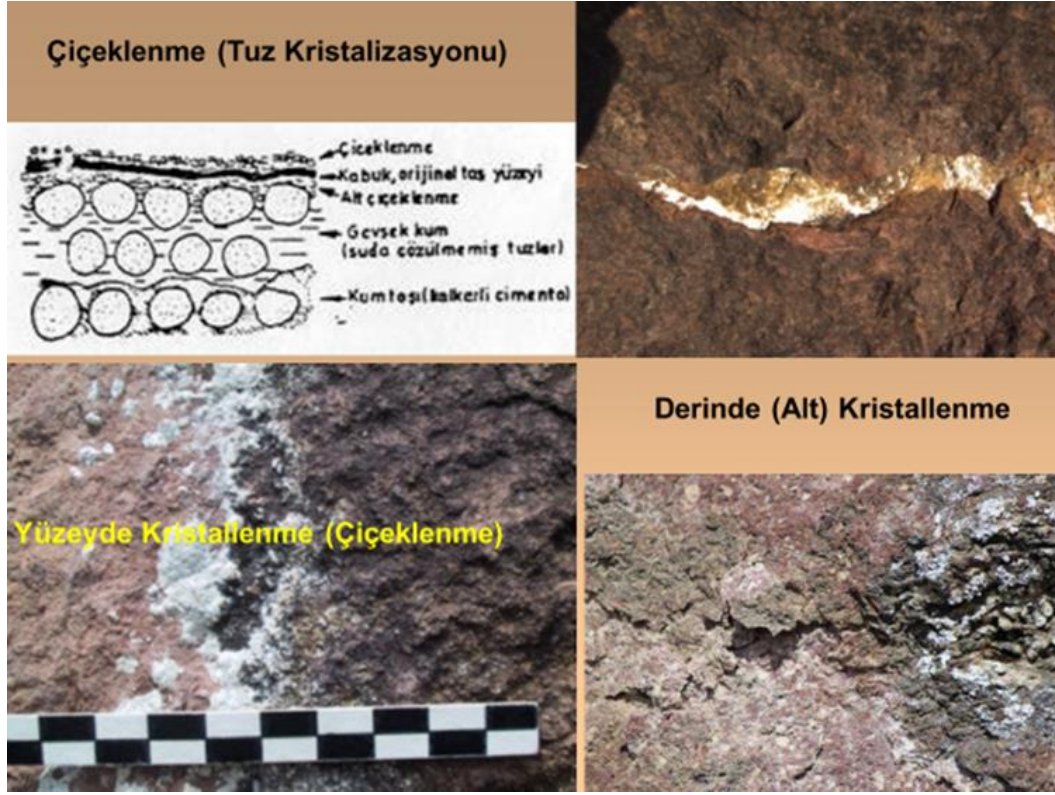


Şekil 9. Suyun kapiler olarak yükselmesi



Şekil 10. Horus tapınağındaki suya bağlı bozunma örnekleri (a, b ve c) (Hanaa, 2020)

Tablo 8. Taş yüzeyde oluşan kristalleşme süreci (Güngör vd., 2008).



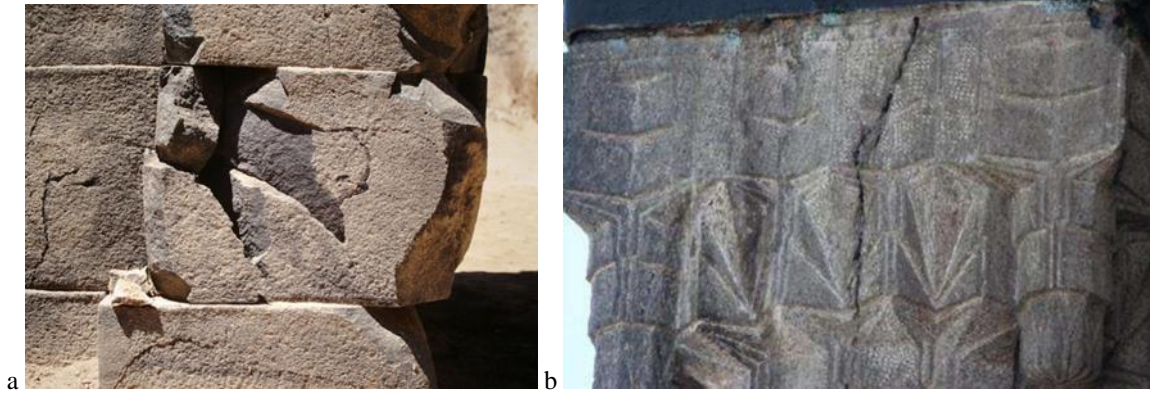
Şekil 11 a. kabarma, b. kabuk atma, c. yapraklanma (Çetin, 2012)



Şekil 12. Duvar yüzeyinde kimyasal değişiklik ile taşın tozlanması

2.2.2 Mekanik Etkiler

Taşın petrografik özellikleri mukavemetini belirlerken ocaktan çıkarılması da önemli bir etkidir. Taşın mukavemetini belirleyen bu etkenler dışında ısı ve basınç uygulanması karşısında taş malzemeler deformasyona uğrayabilmektedirler. Özellikle iç yapısı açısından yeterli mukavemete sahip olmadığında basınç sonucu taşın bünyesinde çatlaklar meydana gelebilmektedir (Şekil 13 a, b) sonrasında bu çatlaklar kırıklara dönüşebilmektedir.



Şekil 13 a, b. Taşın basınç karşısında mekanik deformasyonu (Çetin, 2012).

Taşın çatlaması veya kırılması ile sonuçlanan mekanik deformasyonlar taşa etki eden basınç dışında zemin hareketleri ya da taşın bünyesinde bulunan boşluklar nedeni ile de ortaya çıkabilmektedir (Şekil 14).



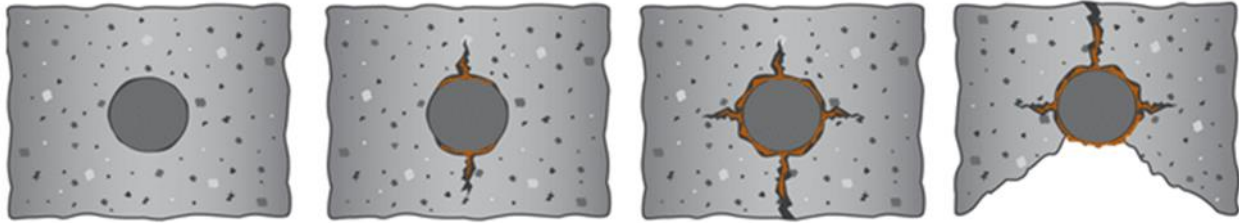
Şekil 14. Taş duvarda oluşan bünyesel veya zemin hareketine dayalı çatlak oluşumu

Malzeme sertlik derecesine bağlı olarak değişiklikler göstermekle birlikte üzerinden yoğun trafiğin geçtiği merdiven kaplamalarında yüzey aşınması mekanik bir bozunma olarak sıklıkla görülebilmektedir. Bu aşınma zaman zaman santimetrelere varan kayıplar olarak gerçekleşmektedir (Şekil 15 a, b).

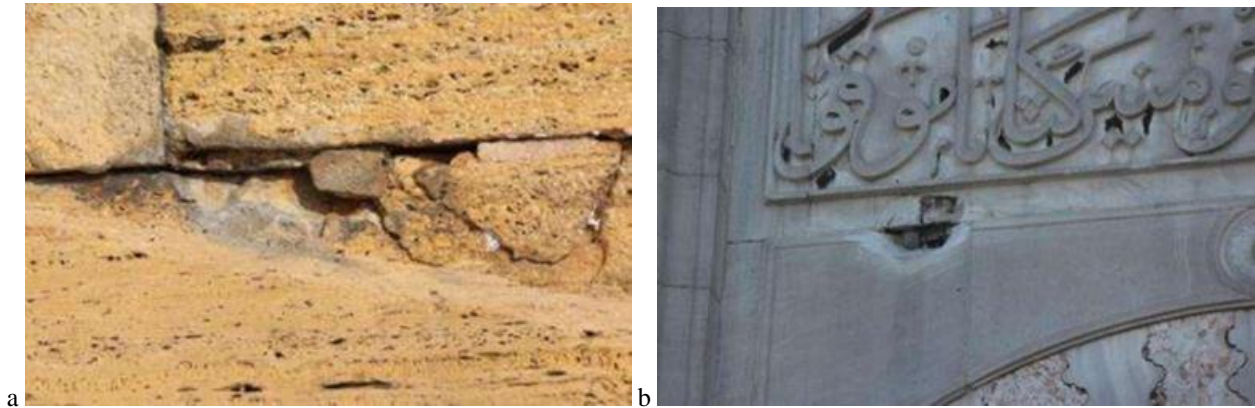


Şekil 15 a, b. Merdiven basamaklarının aşınması

Güneş, yangın, korozyon gibi çeşitli atmosfer etkileri ile oluşan kimyasal değişiklikler malzemenin iç yapısını ya da yüzeyini deforme edebilmektedir (Eriç,1994). Gerçekleşen bu kimyasal değişiklikler parça kaybı gibi mekanik deformasyonlarla sonuçlanabilmektedir. Şekil 16’da korozyonun taş malzemede mekanik deformasyon ile sonuçlanan süreci görülmektedir. Yine Şekil 17 a ve b’de taş yüzeyde korozyon sonucu kırılma örnekleri verilmiştir. Korozyon taş yüzeyinde renk değişikliğine de neden olmaktadır (Şekil 18).



Şekil 16. Taşın bünyesinde kırılmalara neden olan korozyonun gelişim süreci



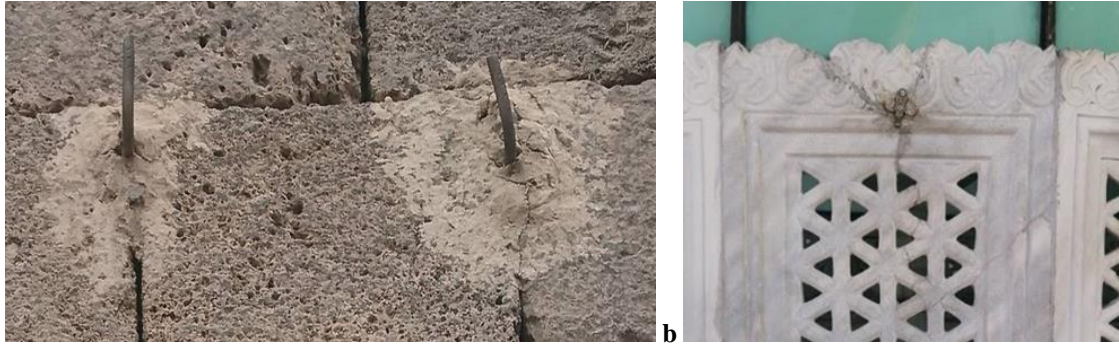
Şekil 17 a, b. Korozyon nedeni ile taşın yüzeyinden parça kopması (Çetin, 2012).



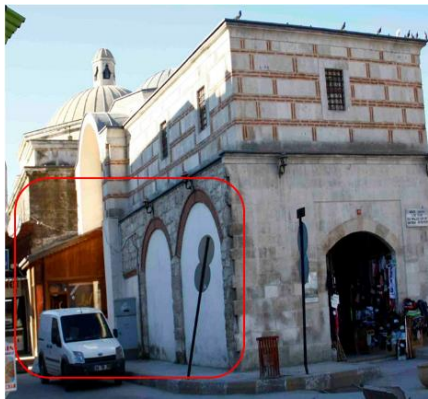
Şekil 18. Korozyonun yüzeyde oluşturduğu renk değişimi

2.2.3 Canlılara Bağlı Etkiler

Canlılara bağlı etkiler insan eliyle yapılanlar ile bitkisel organizma ve hayvanların etkisi olarak iki başlıca etken olarak ayrıştırılabilmektedir. İnsan eliyle yapılan bozunmalar oldukça geniştir ve çoğu zaman aslında bilinçsizlikten kaynaklanabilmektedir. İnsanlar yapılardaki yaşama süreçlerinde bazı gereksinmeler ile yapıya önem vermeksizin hasarlar oluşturabilmektedirler (Şekil 19 a, b). Özellikle tarihi eserlerin kullanım süreçlerinde yapıların kullanıcıları tarafından tamir amaçlı bilinçsiz onarımlarla yapılara zarar verdikleri sıklıkla görülebilmektedir (Şekil 20 a, b, c).



Şekil 19 a, b. İnsan kaynaklı hasar oluşumu



Şekil 20 a Kullanım sürecinde bir ek müstemilat yapılması ve cephenin duvar ile doldurulması



b. Kapı girişinin bakım amaçlı boyanarak yapıya zarar verilmesi



c. Taş duvara sıva uygulaması

Tarihi esere ve çevreye önem vermeksizin kirliletmek de insan tarafından verilen başka bir zarar olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 21).

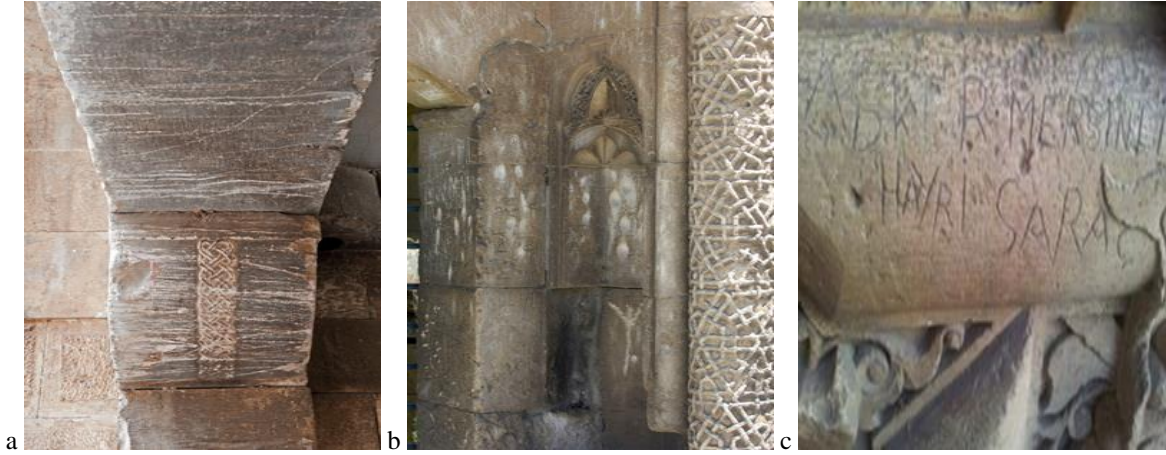


Şekil 21. Tarihi yapının çevresine çöp dökülerek zarar verilmesi

İnsan kaynaklı bozunmalardan biri de Vandalizm olarak gösterilebilir. Bunun pek çok sosyal ve kültürel nedenleri olsa da sonucu yapılara ciddi boyutlarda yansımaktadır. Bu olayla bazen kırıp dökme (Şekil 22), bazen çizikler oluşturarak yapıya hasar verme (Şekil 23 a, b, c) bazen grafiti olarak adlandırılan boyama şeklinde karşılaşılmaktadır (Şekil 24 a, b). Grafiti sonrasında taş yüzeyde yapılmış boyamaların temizlenmesi sürecinde taşın yüzeyi ya kimyasal uygulanarak ya da mekanik aşındırma yöntemi kullanılarak temizlenebilmektedir. Bu temizleme süreci taşın türüne de bağlı olarak malzemeye kalıcı hasarlar bırakabilmektedir.



Şekil 22. Vandalizm (Çetin, 2012).



Şekil 23 a, b, c. Taş yüzeye ziyaretçilerin çizerek bıraktıkları hasarlar



Şekil 24 a, b. Taş yüzeylerde grafiti ile yapılan hasarlar (Öcal ve Dal, 2012).

Bazı durumlarda yapı onarımlarında da yapının aslına uygun olmayan yaklaşımlarına rastlanılmaktadır. Örneğin Van'da onarımı yapılan Evliya Bey Medresesi'nde hem duvar örgüsü hem çatı örtüsü yaklaşımında yapının günümüzde yeni yapılmış bir yapı yaklaşımı hissedilmekte ve aslından uzaklaşıldığı görülmektedir (Yardımlı, 2018) (Şekil 25).



Şekil 25. Evliya Bey Medresesi onarım sonrası

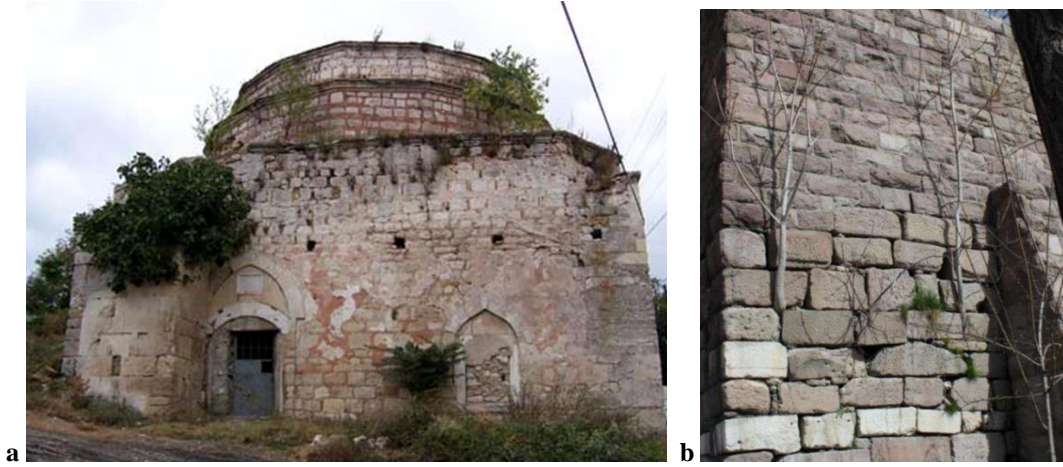
Canlılara bağlı bozunmaların bitkisel ve hayvansal nedenlere bağlı olanlarına bakıldığında bu gruplandırma da aslında oldukça önemli bir bozunma nedeni olarak gerçekleşmektedir.

Yapı yüzeylerinde özellikle tarihi taş yapıların saçak, parapet gibi çıkıntılarında bitki tohumlarının yerleşmesi ile bu bölgelerde bitkiler yetişebilmektedir (Şekil 26 a, b, c.). Bu bitkiler zaman zaman yapıda oldukça büyük boyutlara ulaşarak oluşturdukları çatlaklarla ciddi hasarlara neden olmaktadır (Şekil 27 a, b).

Özellikle kuzey cephelerindeki nemli yüzeylerde oluşan alg, liken gibi biyolojik yapılar da taş yüzeylerde kimyasal çözünmelere, renk ve doku bozunmalarına neden olabilmektedir (Huguesve ark., 2005).

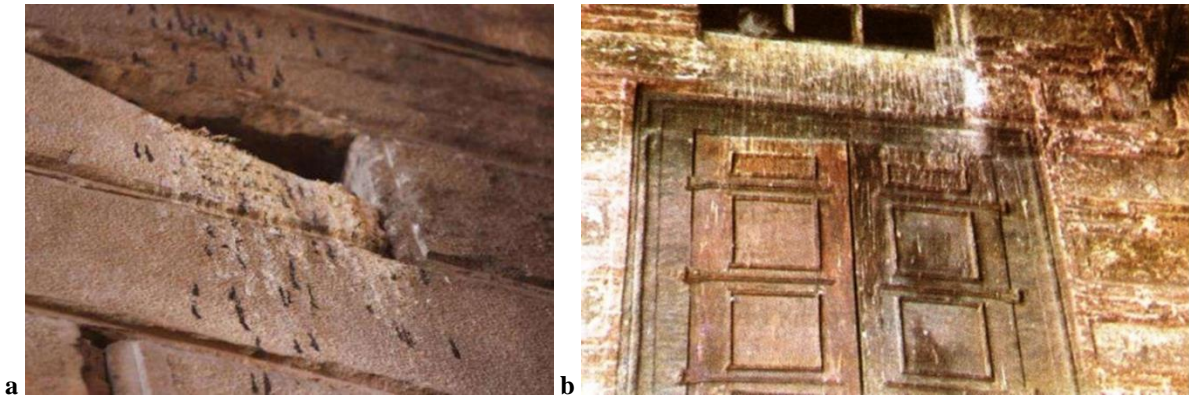


Şekil 26 a, b, c. Otsu bitkiler



Şekil 27 a, b. Büyük boyutlarda ağaçsı bitkilerin yapıda oluşturduğu hasarlar

Hayvansal etkilerle taş yüzeylerde oluşan bozunmalar genellikle kuşların dışkıları ile ortaya çıkmaktadır (Şekil 28 a, b). Bu dışkılar içerdikleri asitlerle taş yüzeyi etkilemekte ve bozunmalara neden olmaktadır.



Şekil 28 a, b. Biyolojik etkiler (Küçükkaya, 2004).

SONUÇ:

Taş, yapı malzemesi olarak pek çok açıdan tartışmasız çok değerlidir. Doğal ve sağlıklı bir malzeme olması, taş yapılarda ısıl konforun çok daha kolay sağlanması, yapının uzun ömürlü olması gibi faktörler taş yapıların önemini korumalarına neden olmaktadır. Günümüzde ağır bir malzeme olması, işçiliğinin zorluğu ve bu konuda eğitilmiş uygulayıcıların kolaylıkla bulunamaması yanı sıra pahalılığı taş yapı uygulamasını azaltmıştır. Taş neredeyse bazı prestij yapıları için kullanılabilir hale gelmiştir. Bu konuda çözümlerin oluşturulması, eğitim ve bilincin artırılması için programların yapılması eski eserlerin korunması anlamında da önem kazanmaktadır.

Tarih boyunca kullanılan taş yapı malzemesinin dayanıklılığı tartışmasız kabul edilmektedir. Ancak bu konuya biraz daha yakından bakıldığında bu malzemenin de süreç içerisinde bozunduğu görülmektedir. Bir taşın yapıda hangi koşullarda ve nerede kullanılacağı önemlidir. Örneğin zeminde aşınma mukavemeti yüksek olanlar tercih edilirken dış cephede suya dayanıklı olanların kullanımı daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Taşlar oluşum sürecine göre farklı teknik özellikler göstermektedir. Örneğin Mağmatik (Katlaşım), Sedimanter (Tortul) ve Metamorfik (Başkalaşım) taşların oluşum süreçleri onların gözenek, mukavemet ve aşınma gibi pek çok özelliklerinde farklılıklar göstermesi gibi. Bu özelliklerin belirlenmesi için de deneysel çalışmalar yapılabilmektedir. Yapının hangi bölümünde ne tür taşların kullanılabileceği bu deneylerle belirlenebildiğinde, aynı zamanda oluşum özellikleri daha iyi bilindiğinde taş seçimi hakkında daha sağlıklı kararlar verilebilecektir.

Tarihsel süreçteki taş yapılara bakıldığında taşıma zorlukları nedeniyle genellikle hangi taşın nerede kullanılacağından çok en yakın taş ocaklarından elde edilen taşların kullanımına yer verildiği görülmektedir. Günümüzde artık hem deneysel çalışmalar yaygınlaşmış ve kolay ulaşılabilir laboratuvarlar kurulmuş hem ulaşım gibi faktörler sorun olmaktan çıkmıştır. Dolayısı ile taş seçimlerini daha özenli yapılabilecek koşullar mevcuttur ve seçimlerde bunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Tüm malzemeler gibi bir eskime sürecine maruz kalan taşların bozunmaları içsel oluşumlar yanında dışsal faktörlere de bağlıdır. Çok geniş bir konu olmasına rağmen bu çalışmada belli başlı olan bozunmalar genel başlıklarla ve oluşum örnekleri ile aktarılmıştır. Ele alınan bozunma örneklerinin pek çoğunun içsel nedenlerden çok dışsal nedenlere bağlı olduğu görülmüştür. Hava kirliliği, trafik, yangın, suya karşı önlem alınmaması, tasarım ve işçilik hataları, yapıya bakım amaçlı yapılan yanlış uygulamalar, vandalizm, savaşlar gibi pek çok hasarda aslında dolaylı ya da doğrudan insan faktörünün söz konusu olduğu verilen örneklerde görülmüştür. Özellikle insan faktörüne dayalı bu bozunma türlerine çözümci yaklaşmak aynı zamanda uygulamalarda taş türü seçimlerinde daha araştırmacı olmak taşın bozunmalarına karşı hem önlem almak hem çözüm üretmek açısından daha yararlı sonuçlar ortaya koyacaktır.

Çalışmada taşın oluşum özelliklerine bağlı teknik özelliklerine değinmek ve bu özelliklerine göre kullanım yerlerine karar vermek, aynı zamanda taşın bozunma nedenleri hakkında bilgi sahibi olmak ve bu konularda önlem almak taş yapıların ömrünü arttırmak için bir gerekliliktir. Taş ile yapılmış mevcut yapı stoklarının ve eserlerin bakım ve onarımlarına önem verilerek korunmaları çok önemli bir konudur ve bu konuda bilinç uyandırmak yapılan çalışmalar ile mümkün olabilmektedir. Taş yapıların sağlıklı ve uzun ömürlü olmaları nedeniyle özellikle kırsal mimaride veya az katlı yapılarda teşvik edilmesi de önemli bir durumdur. Bu konuda yasal süreçler ile birlikte bilinçlendirme basın ve yayın olanaklarının ön plana çıkarılması ile gerçekleştirilebilir ve bu konudaki çalışmalar bu bilincin oluşmasına katkıda bulunacaktır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik Kurul İzni: Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur

Finansal Destek: Yoktur.

KAYNAKÇA:

- Çetin, C., (2012). Taş Malzeme Bilgisi ve Bozulmaları, Ders Notları- Ders Taş Bozulma Türleri, Ankara.
- Çetintaş S., Akboğa Z., (2020). Investigation of resistance to ageing by SO₂ on some building stone, Construction and Building Materials, Volume:262, 120341.
- Dal, M., (2008). Kırklareli (Vize-Pınarhisar) Bölgesi kalkerlerinin restorasyonda kullanılabilirliği, Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Dal M., (2021). The Deterioration Problems Observed in the Natural Building Blocks of Saint George Church in Diyarbakır Province, Online Journal of Art and Design, volume 9, issue 1, January, Pg: 254-262
- Deplazes A., (2005). Constructing Architecture Materials Processes Structures a Handbook, Birkhauser Publishersfor Architecture - Berlin, ISBN: 10:3-7643-7312-1, Pg:32
- EL-Gohary M.A., (2017). Environmental impacts: weathering factors, mechanism and form saffected the stone decaying in Petra, Journal of African Earth Sciences, First available on 8 September, Vol. 135, pp. 204-212.
- Eriç, M., (1994). Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür yayınları, İstanbul, ISBN: 978-01-8, sf: 17, 131, 80
- Güngör, Y., Angı, S., Yüzer, E., (2008). Doğal Taş Deyince, Granitaş Taş Kültürü Yayını, İstanbul.
- Gürdal E., Acun Özgünler S., (2016). Tarihi Yapıların Onarımında Doğal Taş Seçimi ve Kullanımı, Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi, Sayı 16, sf: 27-35,
- Hegger M., Auch-Schwelk V., Fuchs M., (2006). Construction Materials Manual, ISBN-10: 3-7643-7570-1 Gmb Hand Co. KG. Munichpg: 38-39
- Hugues T.,Steiger L.,Weber J., (2005). Dressed Stone Types of Stone Details Examples, ISBN-10: 3-7643-7273-7, ISBN-13: 978-3-763-7273-6, Institutfür Internationale Architektur – Dokumentation, GmbH& Co.KG, Birkhäuser, pg: 108
- İñigo A.C., Vicente-Tavera S., (2001). Different degrees of Stone decay on the iner and outer walls of a Cloister, ELSEVIER Buildingand Environment, Volume 36, Issue 8, Pages 911-917
- Kula D., Ternaux E., Hirsinger Q., (2009). Materiology the creative's guide to material anstechnologies, ISBN: 978-3-7643-8424-1, pg: 91-96, Distribution: ISBN978-3-7643-8424-1, Basel/Switzerland
- Küçükkaya, A.G., (2004). Taşların Bozulma Nedenleri, Koruma Yöntemleri, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Megahed H. A., (2020). Hydrological and archaeological studies to detect the deterioration of Edfutemple in Upper Egypt due to environmental changes during the last five decades, Nov 6 2020, Volume:2, Article number:1952, Nature Applied Sciencenes, Accession Number: WOS:000587311100002, eISSN: 2523-3971
- Öcal A. D., Dal M., (2012). Doğal Taşlardaki Bozunmalar, İstanbul Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.
- Patil S. M., Kasthurba A. K., (2020). Weathering of Stone monuments: Damage assessment of basalt and laterite, Materials Today: Proceedings, press, corrected prof Available online, pp. 1-12,
- Rives V., García-Talegón J., (2006). Decay and Conservation of Building stones on Cultural Heritage Monuments, Materials Science Forum Vols. 514-516 (2006) pp. 1689-1694, Trans Tech Publications, Switzerland
- Salvatore B., (2018). The geology of buildingstone: An understanding of the geological background of stone can help one make in formeddecisionsaboutitsuse, maintenance and restoration, Stone World, 2018, Issue 9, p38-44. 5p., ISSN 1052-6994, Accession Number 131601376

Smith B.J., Gomez-Heras M., McCabe S., (2008). ‘Understanding the decay of stone-built cultural heritage’, Scholarly Journals, Progress in Physical Geography; London Vol. 32, Iss. 4, pp. 439-461. DOI:10.1177/0309133308098119, SAGE publications

Stambolov T., Asperen de Boer J.R. Jvan., (1976). The Deterioration and Conservation of Porous Building Materials in Monuments, International Centre for The Study of The Preservation and The Restoration of Cultural Property, pg:8, Roma

Yardımlı S., (2018). Madrasas as Educational Buildings in Van’ Cultural Landscape of VAN, TURKEY, Istanbul Aydın University Publications, E-ISBN 978-975-2438-33-0.

URL-1, (2021). https://www.archdaily.com/900757/padre-pio-pilgrimage-church-renzo-piano-building-workshop/5b80678ff197cc442b000009-padre-pio-pilgrimage-church-renzo-piano-building-workshop-photo?next_project=no (Erişim Tarihi 06.02.2021)