

MERMER

Doğal Taş Sektörünün Dergisi Yıl:8 Sayı: 33 Kasım - Aralık 2002 Fiyatı: 6.000.000. TL.

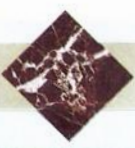


**İzmir Mermereileri
Marmara Adası'na
çıkarma yaptı**

**VERONA Fuarı'na katılım
rekor düzeye ulaştı**



**Eğitimci Önder ESEN'den
madencilğe "Zeolit" giriş**



İçindekiler

TÜRKMER A.Ş.
adına sahibi
İskender MARANCI

Genel Yayın Yönetmeni
Enver GÜVENDİK

Yazı İşleri Müdürü
Hüseyin YILDIZ

Reklam ve Halkla İlişkiler Müdürü
Nurten AYNA

Yayın Kurulu
Prof.Dr. Halil KÖSE
Prof.Dr. Sacit ÖZER
Prof.Dr. Faruk ÇALAPKULU
Prof.Dr. Erdoğan YÜZER
Prof.Dr. Bektaş UZ
Doç.Dr. Turgay ONARGAN
Doç.Dr. Yaşar KİBİCİ
Yrd.Doç.Dr. Murat HATİPOĞLU
Dr. Saldıray İLERİ
Dr. Sabahattin GAZANFER
Yük. Mimar. Nimet ÖZTANK
Jeo. Yük. Müh. Feridun FİLAZİ

Sektörel Danışma Kurulu

İsmail ALIMOĞLU
Kemal KEZER
Mustafa YILDIZ
Sıtkı AYAZOĞLU
Ertuğrul DOĞUÇ
Lütfü ÇAKIR
Mustafa KADIZ
Celalettin GÜREL
Ahmet AYHAN
Yücel AYHAN
Metin BALİBEY
Raif TÜRK

Temsilcilikler

İstanbul: Mustafa D'ORMEA
Afyon: Kemal ŞEN
Muğla: Ali ULUTURK
Isparta: İbrahim MARULCU
Avrupa: Abdullah YOLCU

Grafik & Tasarım

Ati Ajans (90.232) 463 98 88-89

Baskı

Gün Reprodüksiyon
(90.232) 458 93 32

Renk Ayrımı

Diya Ofset (90.232) 422 10 00

Adres: 1717 Sokak No: 144
Osmanbey Pasajı Kat: 5 Daire: 504
Karşıyaka-İzmir / TÜRKİYE

Tel : (90.232) 364 81 00

Fax : (90.232) 364 81 00

e-mail: turkmer@hotmail.com

Dergimizde yayınlanan yazıların sorumluluğu
yazarına aittir. Gönderilen yazılar yayınlanmasın
veya yayınlanmasın iade edilmez. Yayınlarımız
kaynak gösterilerek iktibas edilebilir.
Reklam çalışmalarının yayınlanması izne tabidir.



**Verona Fuarı'na
katılım rekor
düzeye ulaştı**

Sayfa 62

**Dünya madencileri
Türkiye'de buluştu**

Sayfa 18-19



**İzmir mermercileri
Marmara Adasına
çıkarma yaptı**

Sayfa 6-7

**Doğalyapı taşları ve mermerlerin
kullanımı sırasında ortaya çıkan
sorunların genel nedenleri**

Mustafa Yavuz Çelik - Gültekin Kavuşan

Sayfa 32-38

**Mermer yataklarını genel
değerlendirme kriterleri**

Abdullah Mete Özgüner

Sayfa 78-85

ANDEZİTLERİN

mermer olabilme özellikleri

Deniz İskender Önenç

Sayfa 22-25



**Eğitimci
Önder Esen'den
madencilikçe
"Zeolit" giriş**

Sayfa 40-41

Doğal yapı taşları ve mermerlerin kullanımını sırasında ortaya çıkan sorunların genel nedenleri

Mustafa Yavuz ÇELİK,
A.K.Ü., Afyon Meslek Yüksek Okulu,
Mermer Teknolojisi Programı, Afyon.

Gültekin KAVUŞAN,
Ankara Üniversitesi, Müh. Fak.,
Jeoloji Mühendisliği Böl., Ankara.

ÖZET

Dış mekanlarda kullanılan mermerler ve doğal taşlar atmosferik etkilere karşı korumasız durumdadır. Yapılarda kullanılan her türlü mermer ve doğal taşların, kullanım süresi boyunca bozulmadan, ayrışmadan ve renklerini değiştirmeden kalması istenir. Yapılarda kullanılan doğal taşların farklı kullanım yerlerinde karşılaşacağı fiziksel, kimyasal, mekanik olaylar veya yanlış bir uygulama ve hata sonucunda, malzemenin yapısında ayrışma sonucu parçalanma, bozuşma ve rengin solması gibi önemli değişimler meydana gelebilmektedir. Bu bozuşma sonucunda doğal taşların kimyasal ve fiziksel yapısında görülen değişimler mühendislik özelliklerin zayıflaması ile sonuçlanmaktadır.

1. GİRİŞ

Yapı malzemesi olarak kullanılan doğal taşlara "yapıtaşı" denilmektedir. Yapı taşı sözcüğü yol ve kaldırım döşemesi, bordür taşı, duvar ve dayanma yapısı malzemesi, çatı örtüsü, kıyı tahkimatı, dalgakıran ve baraj inşaatı, agrega üretimi gibi geniş bir kullanım alanını belirtmek amacıyla kullanılmaktadır.

Doğal taş sektörü kapsamı içinde ise

yalnızca peyzaj amaçlı kullanılanlar yapı taşları olarak kabul edilmektedir. Bunlar granit, siyenit gibi plutonitler, bazalt, andezit gibi volkanitler olabileceği gibi traverten, tüfit ve kumtaşları gibi sedimanter kayalar da olabilir.

Bazı durumlarda ise doğal süreksizlikleri boyunca plaka şeklinde ayrılan gnayslar, meta-kumtaşları ve arduvazlar gibi metamorfikler de peyzaj taşı olarak kullanılmaktadır. Ürünlerdeki ebat ve özelliklerin değişimi kullanım alanlarına göre farklılıklar gösterir (Anon.(a), 2001, Erdoğan ve Yüzer, 1999).

Yapılarda genellikle yüzeyleri düzeltilerek parlatılmış doğal taş ürünleri kullanılır (örneğin mermer, granit gibi). Özel işlemlerle yüzeyi pürüzlü hale getirilmiş ve parlatılmadan kullanılan yüzey kaplaması, ve döşeme uygulamaları da son zamanlarda oldukça yaygınlaşmıştır. Yapıların dikey yüzeylerinde (iç ve dış), taban döşemesinde, merdiven basamaklarında ve dekoratif amaçlı gerçekleştirilen her türlü kaplamalarda kullanılan taşlar ticari alanda mermer adıyla anılır (Kavuşan, 1995, Anon.(a), 2001).

Yapılarda kullanılan her türlü mermer ve doğal taşların, kullanım süresi boyunca bozulmadan, dökülmeden ve renklerini değiştirmeden kalması istenir. Yapılarda kullanılan doğal taşların farklı kullanım yerlerinde karşılaşacağı fiziksel, kimyasal, mekanik olaylar veya yanlış bir uygulama ve hata sonucunda, malzemenin yapısında ayrışma parçalanma, bozuşma ve renklerinin solması gibi önemli değişimler meydana gelebilmektedir. Bu bozuşma sonucunda doğal taşların kimyasal ve fiziksel yapısında görülen değişimler mühendislik özelliklerin zayıflaması ile sonuçlanmakta ve ekonomik kayıplara da neden olmaktadır. Ayrışma derecesinin artması ile su emme, porozite ve birim hacminin yükseldiği, basınç direnci ve birim hacim ağırlığının azaldığı saptanmıştır (Güleç, 1972). Bütün bu olaylar doğal yapı taşları için istenmeyen oluşumlar olup gözle görülür değişimlerin ortaya çıkması uzun yıllar almaktadır.



Şekil 1. Doğal yapı taşlarında yanyana kullanılan farklı taşlarda görülen ayrışma (Cadu-Narquet, 1994).

2. DOĞAL TAŞLARIN AYRIŞMA NEDENLERİ ve AYRIŞMAYA YATKINLIK KARAKTERİ

Mermerlerin ve doğal taşların kullanım yeri, malzemenin seçilmesinde bir çok faktör etki etmektedir. Bir yapının neresinde ve nasıl bir mermer kullanılacağı veya mermerlerin hangi amaçla kullanılacağına bu faktörlere göre belirlenmesi gerekmektedir. Bu faktörler mermerlerin renkleri, dokuları, yapıları, fiziko-mekanik özellikleri, mineral boyutları ve ayrışma dereceleri olarak sıralanabilir. Bu özellikler göz önünde tutulmadan rasgele ve uygun olmayan mermerlerin uygun olmayan yerlerde kullanılması durumunda, bir süre sonra ortaya çirkin görünüşler ve ilave maliyetler ortaya çıkmaktadır (Çelik, 2001).

Atmosferik etkiler, mermerlerin görünüşünün bozulmasına ve yapısal sağlamlığına olumsuz yönde etki eder. Bu etkiler rüzgar, yağmur, kar, sıcaklık, donma ve atmosferik kirlenimlerdir. Mermerlerin mikro yapısında bulunan tuzlar ayrışmayı hızlandırırken yüksek sıcaklıklar mermerlerin bozulma sürecinde ortaya çıkan kimyasal reaksiyonların hızını arttırıcı faktörlerdir. Çok düşük sıcaklıklar ise donma sonucu parçalanmaları hızlandırır.

Çizelge 1. Ayrışma etkileri ve tipleri (Tuğrul ve Zarif, 1999).

Ayrışma Faktörleri	Ayrışma Tipleri	Etkiler
İnsan etkisi	Atmosfer etkileri ile ayrışma	Tane boyutu, şekli ve yapısının değişmesi
Yağmur	Tuzların çözünmesi	Yüzey alanı artması
İklim değişikliği	Çözünme	Porozite artması
Endüstriyel duman	Taşların mekanik kırılması	Heykel detaylarında tahribat
Trafik kirliliği	Taş yüzeyinde aşınma	Yüzeyde kararmalar
	İslenme-kuruma	Pürüzlülük artması
	Donma-çözülme	
	Kapiler etki	

Çok farklı sıcaklık değişimleri, genleşmeden dolayı mermerlerin daha kolay tahrip olmasına sebep olabilmektedir. Mermerlerde ortaya çıkan doğal sorunların birçoğu nem ve rüzgar erozyonu gibi bir diğer başka bir sorunun devamı olarak gözlemlenebileceği gibi tek başına da oluşabilir (Çelik, 2001).

Dış mekanlarda kullanılan mermerler atmosferik etkilere karşı korumasız durumdadır. Gerekli koruma ve bakım işlemleri belirli periyotlarda yapılmaması nedeniyle bu mermerlerde çeşitli bozulmalar gözlenmektedir (Şekil 1). Bina yüzeyinde dış kaplama olarak kullanılacak mermerler aşınmaya, donmaya ve ayrışmaya karşı daha fazla dercede bir dayanıklılığa sahip olmalıdır. Özellikle bu kullanım yerlerindeki mermerlerde ayrışma çok önemlidir. "Ayrışma" atmosfer, su ve çeşitli

canlıların etkisiyle mermerlerde meydana gelen değişimlerdir. Bina ve abidelerde kullanılacak mermerlerin atmosferik koşullardan zarar görme derecelerini bilmekle, diğer bir deyimle 'ayrışmaya yatkınlık karakterleri'nin belirlenmiş olmasıyla, uzun yıllar boyunca bozulmadan kalan, ilk renk ve şekillerini koruması mümkün olabilen mermerler tercih edilebilmektedir.

Doğal yapı taşlarının ayrışıp bozulmasına etki yapan ve bu olayların hızlanarak etkisinin artmasına sebep olan çok sayıda faktör vardır. Bu faktörlerin ayrışma etkileri ve tipleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu faktörlerin en önemlileri şunlardır:

- * Doğal taşların litolojik özellikleri,
- * Doğal taşların yapısal özellikleri,
- * İşçilik uygulama hataları,
- * Hatalı taş seçimi Taş seçimindeki hatalar,
- * Bazı taşlar için gerekli olan bekletme sürelerine uyulmaması
- * İmalat sırasında taşın berelenmesi,
- * Taş ocağının yanlış işletilmesi Üretim Hataları,
- * Atmosferik etkiler,
- * Fiziksel olaylar,
- * Bileşimdeki tuzların varlığı ve özellikleri,
- * Organizma etkisi,
- * Su absorpsiyonu (Rutubetlenme)
- * Bakımsızlık veya hatalı bakım yapma

2.1. Doğal Taşların Litolojik Özellikleri

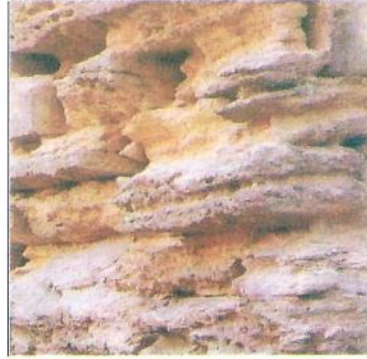
Doğal taşların litolojik özellikleri jeolojik olarak oluşumlarına bağlı olup mineralojik bileşim, renk, kristalleşme ve çimentolanma derecesi, doku, sertlik ve doğadaki bulunuşu olarak sıralanabilir. Doğal taşların litolojik açıdan homojen olması, yabancı madde içermemesi istenmektedir (Güleç, 1980). Ancak yaygın olarak kullanılan yapı taşlarının büyük bir bölümü homojen değildir. Taş içerisinde mineralojik olarak düşey ve yatay değişiklikler veya boşluklar içermektedirler. Bu değişimler de taşlarda farklı sertlikte kısımlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bu özelliklere sahip olan doğal taşlar, atmosfer etkilerinin çok olduğu yerlerde kullanılacak olursa, yumuşak kısımların ayrışarak dağılıp düştüğü ve çeşitli boyutlarda oyukların ortaya çıktığı görülür. Bu olaya "farklı ayrışma" adı verilir (Şekil 2). Farklı ayrışmaya maruz kalan doğal taşların yapısında farklı yapıda, dirençte ve özellikte kısımların bulunmasıdır. Rüzgar, yağmur, ısı farkları ve doğal taşların içinde bulunan tuzların erimesi, taşların kolayca ayrışmasına yol açar. Farklı ayrışma olayları kireçtaşı, kumtaşı ve tüflerde daha çok görülür (Erguvanlı, 1978).

Binalarda kullanılan yapı taşlarının iri kristalli (holokristalin) ve poroziteli olması da ayrışmayı hızlandıran etkenlerdendir. Doğal taşların üzerinde biriken ve ayrışmayı hızlandıran suların, kapanım halindeki sıvı ve gazların miktarı, porozite miktarı ve por

çaplarının dağılımına bağlıdır. Ayrışma sırasında porların çapı ve yapısı değişebilir. Porların yapısal değişimleri incelenmek suretiyle taşların ayrışma dereceleri hakkında bilgi sağlanabilir (Bernal and Lopez, 2000).



Şekil 2. Doğal taşlarda görülen farklı ayrışma (Pérez and Baltuille, 2001).



2.2. Doğal Taşların Yapısal Özellikleri

Doğal taşların içinde tektonik hareketler sonucu çeşitli boyutlarda fissür ve çatlaklar oluşur. Bu süreksizlik yüzeyleri değişik renkli, daha yumuşak ve kolay aşınan maddelerle dolarak kapanabilir. Bu tip doğal taşlar kesilip cilalandıktan sonra renkli güzel bir görünüş arzederler. Ancak bu süreksizliklerin tamamen dolmamış veya yapışmamış olanları kesilme sırasında veya daha sonraki aşamalarda bu noktalardan kırılarak parçalanır ve kopar. Taşların içindeki bu süreksizlikler, kullanıldıkları yerlerde dış yüzeylere rast gelmesi halinde, buralara giren suların donma ve çözülme olayları ile devamlı olarak genişler. Daha sonraki aşamalarda da taşlar buralardan kırılır (Erguvanlı, 1978).

2.3. Yanlış İşçilik Uygulamaları

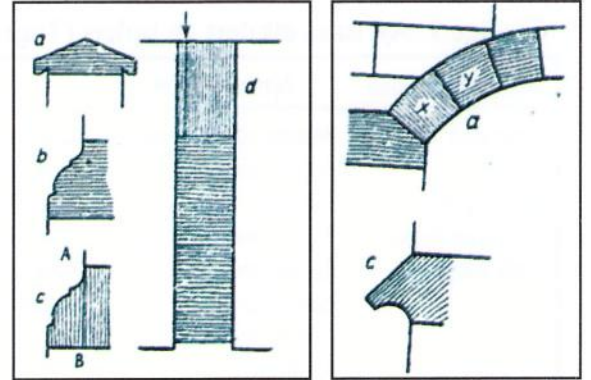
2.3.1. Doğal yapı taşlarında yanlış uygulama

Doğal yapı taşlarının ayrışmasına sebep olan faktörlerden birisi olan yanlış işçilik uygulamalarıdır. Sedimanter kökenli doğal yapı taşları değişik renk, doku ve özelliklerdeki tabakalar şeklinde oluşurlar. Tabaka yüzeyleri taşların buralardan kolaylıkla ayrılmasını sağlar. Bundan dolayı tecrübeli taş işçileri bu özelliği bilir ve taşları buralardan ayırırlar. Tabakalanmaya dik olarak işlenmeye çalışılan taşlar ise kırılır.

Tabakalanma gösteren taşlar binalarda kullanılırken tabakalanma yönlerine dikkat edilmeli ve tabaka yüzeylerinin yatay konumda kullanılmalıdır. Bu tip taşlar tabakalanma yüzeylerine eğik ve dik şekillerde kullanılmamalıdır (Şekil 3). Bu şekilde kullanılan taşların basınca karşı dirençleri az olur ve tabaka yüzeylerinden ayrılmalar olur (Binan, 1961). Bu da taşların zamanından önce ayrışarak bozulmalarına yol açar. Eğer yapı taşları binada taşıyıcı konumda ise ortaya daha ciddi sorunlar çıkabilir.

2.3.2. Kaplama ve döşemelerde yanlış uygulamalar

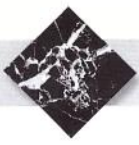
Kaplama ve döşeme olarak kullanılacak doğal yapı taşları, kullanım yerlerinin özelliklerine göre optimum plaka kalınlıklarında uygulanmalıdır. Döşeme ve kaplama olarak kullanılacak olanların yanı sıra merdiven, basamak, kaldırım gibi çok sirkülasyonun olduğu yerlerde kullanılacak mermer ve doğal taşlarda yeterli plaka kalınlığı sağlanmalıdır. Aksi takdirde kısa süre sonra istenmeyen deformasyonlar ve kırılmalar ortaya çıkabilir. Bunun yanı sıra yerleştirme sırasında taşın yerleştirileceği yatak kısmının harç ile düzgün bir tesviyesi gereklidir, plakalar altında kalacak boşluklar veya iri çakıl taneleri de plakaların kırılmasına yol açabilir.



Şekil 3. Doğal taşların tabakalanma düzlemlerine göre işlenmesi ve değişik yerlerde kullanılması (Binan, 1961).

a-b: tabakalanması yatay olarak doğru kullanma (A).
c-d: tabakalanması dikey olarak hatalı kullanma (B).

Döşeme plakalarının yüzey alanı büyüdükçe, yüke dayanımları da azalmaktadır. 2 cm'den daha ince plakaların, yer döşemelerinde kullanılması da oldukça problemler sonuclar vermektedir. Bu nedenle döşemelerde mümkün olduğu kadar küçük ebatlı ve kalın plakalar tercih edilmelidir. Döşemelerde plakalar arası fazla geniş tutulmamalıdır. Çünkü buraları suyun birikebileceği yüzeyler haline gelir. Yine plakalar arası mesafeler ne kadar geniş olursa oluşacak düzey farklılıkları da o kadar büyük olacaktır. Plakalar arası mesafenin çok dar olması da sıcak-soğuk değişimlerindeki genleşmeler sonucu, kırılmalara nedene



olabilecektir. Bu nedenle plakalar arası derz boşlukları, iklim özellikleri göz önünde bulundurularak uygun şekilde tespit edilmelidir (Hamidoğlu, 1995). Ayrıca derz boşluklarında kullanılan dolgular genleşmeye ve büzölmeye uygun olmalıdır.

Döşeme olarak kullanılan yapı taşlarının ankrajlı montaj uygulamalarında, demir ve galvanizli çiviler ve bağlantı elemanları doğal taşlara büyük zarar verirler. Çünkü nemli ve kirlı havalarda Fe ve Zn'nin FeO, Fe₂O₃ ve ZnO'ya oksidasyonu hacim artışı olmasından dolayı doğal yapı taşlarında kopma ve çatlamlar oluşur. Ayrıca yapı taşlarında pas lekeleri oluşabilir (Kaya, 1999).

2.4. Yanlış Taş Seçimi

Jeolojik olarak taş ocaklarının her yerinde aynı doku, renk ve desende taş bulunmaz. Çünkü doğal yapı taşları ve mermerler kendi oluşum ortamlarında bileşimine giren her türlü elemanların ve tektonik olayların etkisi altında farklı sıcaklık evrelerinden geçerek uzun sürelerde oluşmuşlardır. Bu nedenle, aynı ocağa ait farklı blokların ve hatta aynı bloğun farklı yerlerine ait plakaların bile renk tonlarında farklılıklara rastlanması doğaldır. Bundan dolayı, mümkün oldukça aynı bloğa ait plakalar bile özenle ayırılmalı veya en azından benzer renk özelliklerindeki plakalar tercih edilmelidir. Yine derz aralıkları benzer renklerdeki bileşenlerden tercih edilmelidir ve bunlara bu taşların tozundan katılarak homojenizasyon sağlanmalıdır. Çimento ile bağlanmış yerlerde, öngörölen bekleme sürelerine uyulmalıdır (Hamidoğlu, 1995).

Doğal taşlar, genellikle tektonik olaylara maruz kalarak kırıklı ve çatlaklı bir yapıda olabilir. Bu tip taşların ayrışması daha kolay olduğu için bozuşmuş olan kısımlar bulunabilir. Bu tip taşlar daha ocakta iken kullanılmamak üzere seçilip ayrılmalıdır.

Doğal yapı taşları binalarda kullanılırken iklim özelliğine uygun taş seçiminin yanı sıra, farklı özellik ve bileşimde olanları beraberce kullanılmamalıdır. Kumtaşı, kireçtaşı ve granit gibi fiziko mekanik özellikleri farklı olan taşlar, aynı yapıda üst üste veya yan yana kullanılması durumunda ayrışma olayları hızlanmakta ve taşlarda dökölme ve parçalanma olayları ortaya çıkmaktadır (Erguvanlı, 1978).

Yapılarda kireçtaşı/mermer ve kumtaşı birlikte kullanılırsa, kirlı havada bulunana SO₂, H₂S ve su buharı beraberce kireçtaşı/mermeri etkiler. Ayrıca, erime sonucu kalsit çimentolu kumtaşlarının çimentolarının kimyasal dönüşöme uğraması nedeniyle hacimlerinde artışın olduğu ve bunun ortalama 1.7 kat oranında olduğu Kaya, 1999 tarafından belirtilmektedir.

Eğer, çimento kalsit ve dolomit ise, kimyasal

ayrışma ürünü olarak MgSO₄ oluşumu daha da kolaylaşır. Bu oluşumdan dolayı meydana gelen hacim artışı ise kalsitin 4 katı kadardır. Bu defa kayaçlarda oyuklanmalar oluşur.

2.5. Bazı Taşları Bekletmeden Kullanma

Doğal yapı taşları içerdiği porozite miktarına göre bir miktar "ocak suyu" içermektedir. Bu su, arduvaz, killi kireçtaşı, traverten, tüf ve tüffit gibi poroziteli taşların işlenmesinde faydalı bir özelliktir. Ocaktan çıkarılan taşlar bir süre bekletilirse bu sular buharlaşarak uçar, porlarda bulunan eriyikler ise taşın derinliklerine doğru süzölürken kristalize olur. Bu suretle taşlar ilk durumlarına göre bir miktar daha sertleşir.

Bazı durumlarda, örneğin arduvaz ve sleytlerde taşların önce işlenerek istenilen boyutlara getirilmesi daha kolay olabilmektedir. Bu ebatlandırma ve işlenme sürecinden sonra kurutulmaya bırakılarak sertleşmesinin kendiliğinden gerçekleşmesi özellikle Almanya ve Avusturyada "Dachschiefer" olarak kullanılan arduvaz ve sleytlerde uygulanmaktadır. Ancak bunun tersi durumlarda sözkonusu olup ocaklardan çıkarılan taşlar bir süre dinlendirilerek belirli derecede bir sertliğe ulaştıktan sonra kullanılmaktadır.

Genel olarak ise ocaktan çıkan taşların hemen kullanılmayarak bir süre dinlenmeye bırakılmalarıdır. Bu nedenle ocaktan çıkarılan taşlar hemen kullanılmamalı ve işlendikten sonra bir süre bekletilip kullanılmalıdır.

Bu tip taşların hemen kullanılması durumunda ise, kuruma sırasında taşın fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanında boyutlarında meydana gelecek olan değişimler, yapıda istenmeyen görüntüler oluşmasına yola açabilir.

2.6. İmalat Sırasında Taşın Berelenmesi

Doğal yapı taşları kullanım yerlerine ve istenilen özelliklere göre değişik ebatlarda ve yüzey şekillerinde işlenirler. Yapı taşı olarak kullanılacaklar çekiç, kalem, murç, tarak ve kalem gibi el aletleri ile işlenirken döşeme ve kaplama olacaklar kesme ve işleme makinalarında şekillendirilmektedir. Yapı taşlarının işlenmesi sırasında bazen el kayması veya yanlış alet kullanma ve yanlış vurma sonucunda taşlarda mikro çatlak (fissür) ve berelenmeler oluşur. Bu şekilde darbe alan taşların bu kısımlarında zamanla önce ayrışma daha ileri evrelerde ise kırılma, parçalanma ve kopmalar meydana gelebilir.

Taş ocağında blok alma aşamasında patlayıcı madde kullanılması da benzer olaylara sebebiyet verir. Çünkü patlamanın darbe etkisi ile taşın içinde mikro çatlaklar ve kristaller arasında titreşim nedeniyle minerallerin kenetlenmesi deformasyona uğrar. Bu kılcal çatlaklar daha sonraki taş işleme aşamalarında veya kullanım sırasında taşın kırılarak parçalanmasına yol açar.

2.7. Taş Ocağının Yanlış İşletilmesi

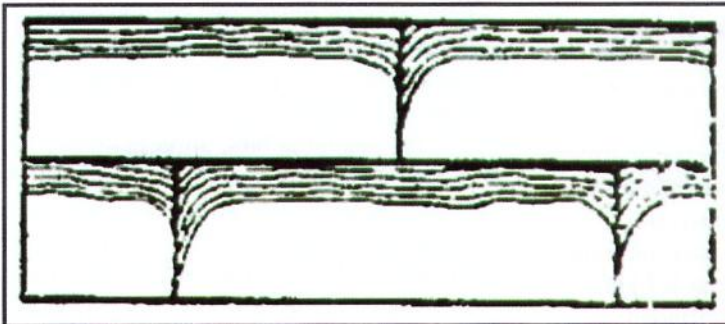
Taş ocaklarının gelişigüzel ve plansız işletilmesi, deliklerin yanlış açılması, patlayıcının fazla konulması gibi olaylar, taşlarda gözle görülemeyen fakat bir süre sonra ortaya çıkan mikro çatlakların oluşmasına yol açar. Bunların su ile dolması ve diğer atmosferik etkiler altında taşlar buralardan kolaylıkla ayrışır. Özellikle dinamitleme ile çıkarılan taşların kullanımında birkaç yıl sonra bile parçalanmalar görülebilir. Bu da yapılan tesisin ekonomik ömrünün azalmasına neden olur.

2.8. Atmosfer Etkileri

Nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, artan enerji kullanımı, endüstrinin gelişimi ve şehirleşmeyle ortaya çıkan hava kirliliği, insan sağlığının yanı sıra doğal yapı taşları üzerinde de olumsuz etkiler yaratmaktadır. Hava kirliliğini oluşturan H_2S , CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , NO_2 gibi gazlar su ile birleşince tuz ve asitleri oluştururlar. Bu gazlar, hava kirliliğinin yoğun olduğu endüstrileşmiş bölgelerde asit yağmurları şeklinde yeryüzünü etkiler. Bunların doğal yapı taşları üzerindeki etkisi taşların özelliklerine bağlıdır. Atmosferde bulunan SO_2 suda erir ve hafif bir asit olan H_2SO_3 oluşur. Bu da $CaCO_3$ 'a etki yapar ve $CaSO_3$ oluşur. $CaSO_3$ ise O ile birleşerek $CaSO_4$ meydana getirir. Normal halde bu jips şeklinde kristallenir. Bazen de SO_2 , O ile birleşerek SO_3 olur. Bu da su ile birleşirse H_2SO_4 oluşur. Bu sülfat ve sülfüroz asitleri ve karbonatlı kayaları önemli ölçüde ayrıştırır (Erguvanlı, 1978). NO_x bileşimli gazlar HNO_3 bileşimindeki nitroz asitlerini meydana getirirler ve yine karbonatlı kayalarda etkili olabilir. Karbonatlı kayalarda nitratların oluşumuna nitrik asit ve nitrojen oksidin oksidasyonu yol açabilir (Grossi and Murray, 1999). Nitroz asitlerinin etkisiyle oluşan nitratlı tuzlar eriyebilen tuzlar olup kayacın alterasyonunu ve özellikle yağmur sonrasında eriyerek akma gösteren bir oluşum olarak gözlenir.

2.9. Fiziksel Olaylar

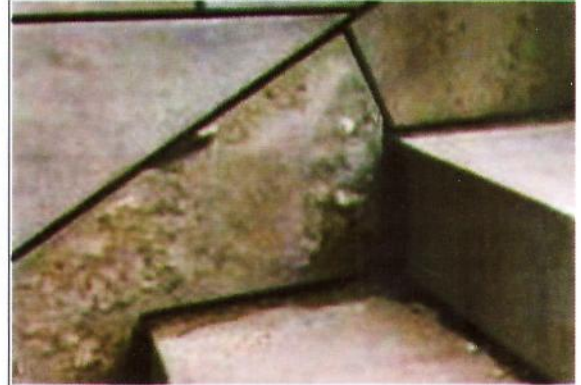
Sıcaklığın değişmesi, gece ve gündüz ısı farkının fazla oluşu, donma, su içeriğinin



Şekil 4. Duvar örgüsünde çimento harcından kaynaklanan rutubetin taş bünyesine etkisi (Binan, 1961).

değişmesi ve rüzgarlar taşların ayrışmasına etki yapan fiziksel faktörlerdendir. Havanın nemi yapı taşlarının yüzeyindeki gözeneklerden içeri girerek yoğunlaşır. Yani gaz halinden sıvı hale dönüşür. Yoğuşma iç veya dış yoğuşma şeklinde oluşur (Kaya,1999).

Doğal yapı taşlarının ısı değişimi ile bozulması diğer etkilere göre daha azdır. Ancak gündüz-gece arasında ısı farkının çok yüksek olduğu iklimlerde, devamlı şekilde hacim değişimleri doğal taşların parçalanmasına sebep olabilirler. Normal iklim kuşaklarındaki tehlike ise donma ve çözülme olaylarıdır. Taşın don tesiri ile dağılması buz haline geçen suyun hacim artışı ile gerçekleşir. Buzun hacmi, su hacminin yaklaşık 1/9'u kadar artar. Don olayları ne kadar sık olursa etkileri de o kadar çabuk ortaya çıkar. Binalarda zemine yakın duvarlar ve suların hızlı bir şekilde akmayıp, buharlaşmadığı kısımlar don tehlikesine daha sık maruz kalırlar. Bu nedenle doğal yapı taşları tabakalaşma düzlemleri yatay olarak üzere duvara oturtulmalıdır. Böylece suyun, alt ve üstten taşın içerisine girmesi önlenmiş olur (Binan, 1961).



Şekil 5. İçinde eriyen tuzların bulunduğu ve bunların su ile teması bunların ayrışıp dağılmasıyla oluşan pul pul dökülmeler.

Isı tesirleri ile minerallerin hacimleri değişmektedir. Isının 1oC artması ile 2.5 cm uzunluğundaki mermer 5.1×10^{-6} cm granit ise 1.1×10^{-5} cm genişleme göstermektedir. Burada gece-gündüz ve yaz-kış gibi ısı farklılıkları devamlı olarak etkilidir (Güleç, 1980). Bazaltlarda dahi ısı etkilerinin önemli olduğu kabul edilmiş ve bu etkinin deneysel olarak belirlenmesi tüm yapı taşlarında istenen bir özellik olmuştur (EN 1367-3,2001)

2.10. Eriyici Tuzların Varlığı

Kaplama olarak kullanılan taşların içinde eriyen tuzların bulunması ve bunların su ile teması bunların ayrışıp dağılmasına sebep olur. Bu esnada taşın yüzeyinde çiçeklenme, taşın içindeki boşluklarda da kristallenmeler oluşur. Çiçeklenme taşın dökülmesine ve kötü bir görünüş göstermesine yol açar. Kristallenme

esnasında taş içinde basınç artar. Fissürler meydana gelir ve buralardan taş ayrışır (Erguvanlı, 1978). Taşın içindeki tuzların yanı sıra hava kirliliğinden dolayı oluşan asitler yapı taşlarının gözeneklerinden içeri girerek tuz oluştururlar. Nemli ve kirli havaya maruz kalan taşlar, nemini kaybedince bu tuzlar yüzeye çıkmaya çalışırlar ve sularını kaybederek yüzeyde veya hemen yüzeyin altında beyaz tozlar halinde kristalleşirler. Bu kristalleşme sırasında hacim değişimleri olur. Taşın pul pul dökülmesine neden olan bu tuzlar su çekici (higroskopik) olduklarından ortamdaki nemi çekip erirler ve böylece taşın aşınmasına neden olurlar (Kaya, 1999).

2.11. Organizmaların Etkisi

Doğal taşların bozulmasında organizmaların rolü diğer etkenler kadar güçlü olmasa bile doğal taşlar üzerinde büyüyen ot ve yosunlar buldukların yerde toz ve toprak birikintilerine sebep olurlar (Şekil 6). Yine buralarda rutubeti tutarak nemli bir ortam yaratırlar. Büyük otların kökleri ise çatlaklara ve derz aralıklarına girerek onları yerlerinden oynatırlar. Bunun sonucu olarak da buralara rutubetin nüfuz etmesine yol açarlar (Binan, 1961). Liken, yosun ve bakterilerin yapı taşlarının yüzünde gelişmeleri ve özellikle köklerinden salgı olarak çıkardıkları organik asitler de taşların mekanik ve kimyasal ayrışmalarını hızlandırır. Oyucu hayvanlar, güvercinler ve insanlar da aynı işi görürler (Erguvanlı, 1978).

Liken, mantar, alg ve funguslar doğal taşlara hem fiziksel hem de kimyasal yollardan zarar verirler. Çünkü nem tutucu olan bu mikroorganizmalar nispeten % 85'den fazla olan yerlerde hızla büyürken, % 70'in altında büyümeleri durur. Ancak bu mikroorganizmalar ölmez, nemin artmasını bekler ve nem artınca



Şekil 7. Mermer ve doğal taşların rutubetlenmeden dolayı bozulması (Anon (b) ve (c), 2001).



Şekil 6. Doğal taş yüzeyinde biyolojik etkenler sonucu ayrışma.



yeniden büyümeye başlar. Likenler, algler ile funguslar koloni halinde bir ortak yaşam sürebilmektedirler. Bu ortak yaşamın ışık ve mineral tuzlarına ihtiyacı vardır. Bunlar organik asit oluşturarak yapı taşlarının aşınmasını sağlarlar. Likenler çok yavaş büyürler ve son derece uzun ömürlüdürler. Mantarlar kuytu ve içinde bir miktar toprak bulunan yerlere yerleşip büyürler. Algler mineral tuzları ve ışığa ihtiyaç duyarlar. Toz ya da iplikçiler halinde olurlar. Daha çok harçlar içinde gelişirler. Funguslar, noktalar veya lekeler halindedir. Taşlarda renk değişimine sebep olurlar. Şartlar bozulursa beyaz tozumsu görünüm alırlar (Kaya, 1999).

2.12. Su Absorpsiyonu (Rutubetlenme)

Su basmanı iyi tecrit edilmemiş binaların zeminlerde, nem tabandan başlayıp yukarı doğru yaklaşık 4 m'ye kadar kılcal çatlaklarda yükselir (Kaya, 1999). Yandan gelen yağmurun taşa etki derinliği ise taşın düzgünlüğüne ve porozitesine bağlıdır. Duvarlar düşey vaziyette olmalarından dolayı her ne kadar az su emseler de fırtına ile devam eden yağmurlar daha derinlere nüfuz eder. Yine rüzgarlar yardımıyla bu sular kolay bir şekilde kurutulabilir. Ancak taşların aldığı rutubet doğrudan tahrip etkisi yapmaz. Asıl zarar bu suyun buharlaşması sonucunda oluşur (Binan, 1961).

Permeabilitenin yüksek olduğu mermerler döşendiği yerde alttan yüzey sularını veya harç suyunu absorbe ederler. Mermer içerisinde toplanan suların miktarı sıcaklığa, mermer yüzeyine uygulanan cilalanma işlemine, yer eğimine ve havadaki nem oranına bağlı olarak yükselir veya azalır. Mermerlerin ıslanma dönemi boyunca zeminde bir renk kararması görülür. Nem miktarının sürekli olarak değişiminden dolayı lekelenme, kabuklanma, pul pul dökülme ve çiçeklenme olayları da oluşabilir (Şekil 7). Problemin giderilmesi için mermeri etkileyen suyun kaynağının kesilmesi gerekir (Çelik, 2001). Yine aynı şekilde zeminden su akışını engellemeyecek zemin malzemesi

mermerlerin atmosferik koşullardan zarar görme derecelerini bilmekle, diğer bir deyimle 'ayrışmaya yatkınlık karakterleri'nin belirlenmesiyle, uzun yıllar boyunca bozulmadan kalan, ilk renk ve şekillerini koruması mümkün olabilen mermerler tercih edilebilmektedir.

Doğal yapı taşlarının ayrışıp bozuşmasına etki yapan ve bu olayların hızlanarak etkisinin artmasına sebep olan çok sayıda faktör vardır. Bu faktörlerin ayrışma etkileri ve tipleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu faktörlerin en önemlileri şunlardır:

- * Doğal taşların litolojik özellikleri,
- * Doğal taşların yapısal özellikleri,
- * İşçilik uygulama hataları,
- * Hatalı taş seçimi Taş seçimindeki hatalar,
- * Bazı taşlar için gerekli olan bekletme sürelerine uyulmaması
- * İmalat sırasında taşın berelenmesi,
- * Taş ocağının yanlış işletilmesi Üretim Hataları,
- * Atmosferik etkiler,
- * Fiziksel olaylar,
- * Bileşimdeki tuzların varlığı ve özellikleri,
- * Organizma etkisi,
- * Su absorpsiyonu (Rutubetlenme)
- * Bakımsızlık veya hatalı bakım yapma

2.1. Doğal Taşların Litolojik Özellikleri

Doğal taşların litolojik özellikleri jeolojik olarak oluşumlarına bağlı olup mineralojik

bileşim, renk, kristalleşme ve çimentolanma derecesi, doku, sertlik ve doğadaki bulunuşu olarak sıralanabilir. Doğal taşların litolojik açıdan homojen olması, yabancı madde içermemesi istenmektedir (Güleç, 1980). Ancak yaygın olarak kullanılan yapı taşlarının büyük bir bölümü homojen değildir. Taş içerisinde mineralojik olarak düşey ve yatay değişiklikler veya boşluklar içermektedirler. Bu değişimler de taşlarda farklı sertlikte kısımlar ortaya çıkmaktadır. Bu özelliklere sahip olan doğal taşlar, atmosfer etkilerinin çok olduğu yerlerde kullanılacak olursa, yumuşak kısımların ayrışarak dağılıp düştüğü ve çeşitli boyutlarda oyukların ortaya çıktığı görülür. Bu olaya "farklı ayrışma" adı verilir (Şekil 2). Farklı ayrışmaya maruz kalan doğal taşların yapısında farklı yapıda, dirençte ve özellikte kısımların bulunmasıdır. Rüzgar, yağmur, ısı farkları ve doğal taşların içinde bulunan tuzların erimesi, taşların kolayca ayrışmasına yol açar. Farklı ayrışma olayları kireçtaşı, kumtaşı ve tüflerde daha çok görülür (Erguvanlı, 1978).

Binalarda kullanılan yapı taşlarının iri kristalli (holokristalin) ve poroziteli olması da ayrışmayı hızlandıran etkenlerdendir. Doğal taşların üzerinde biriken ve ayrışmayı hızlandıran suların, kapanım halindeki sıvı ve gazların miktarı, porozite miktarı ve por çaplarının dağılımına bağlıdır. Ayrışma sırasında porların çapı ve yapısı değişebilir. Porların

KAYNAKLAR

- Anon. (a), 2001; "D.P.T VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu, Endüstriyel Hammaddeleri Alt Komisyonu, Yapı Malzemeleri Cilt II. Çalışma Grubu Raporu", Ankara.
- Anon (b), 2001; <http://www.antislipfloor.com/DacSeal.htm>
- Anon. (c), 2001; <http://www.saveheritage.com/ajmer/ajmer1.htm>
- Bernal, J.L.P. and Lopez, M.A.B.2000; "The Fractal Dimension of Stone Pore Surface as Weathering Descriptor" *Applied Surface Science*, 161, s. 47-53.
- Binan, M., 1961; "Tabii Taş Duvar", İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, 121 s. İstanbul.
- Çelik, M.Y., 2001; "Dış Mekanlarda Kullanılan Mermerlerde Doğal Bozuşmalar" *Mermer Doğal taş Sektörünün Dergisi*, Yıl 6, Sayı 29, s 66-70, İzmir.
- EN 1367-3. 2001. *Tests for thermal and weathering properties of aggregates-Part-3: Boiling test for 'Sommenbrand basalt'. European Standard. Brüssel.*
- Erdoğan, M., ve Yüzer, E., 1999; "Mermer ve Yapıtaşları", *Endüstriyel Mineraller Envanteri*, (Editörler: Önal, G., Yüce, A.E., Özpeker, I., ve Güney, A.) İstanbul Maden İhracatçıları Birliği, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı, İstanbul.
- Erguvanlı, K. 1978; "Mühendislere Jeoloji", İ.T.Ü. Kütüphanesi. Sayı: 1126, (Değiştirilmiş Dördüncü Baskı), 295 s., İstanbul.
- Grossi, C.M., and Murray, M., 1999; "Characteristics of Carbonate Building Stones That Influence the Dry Deposition of Acidic Gasses", *Construction and Building Materials* 13, 101-108.
- Güleç, K., 1972; "Mermerlerin Ayrışma Derecesi ile Fiziko-Mekanik Özellikleri Arasındaki İlişkiler", *Türk Jeoloji Kurumu Bülteni*, XV, sayı: 2, Ankara.
- Güleç, K., 1980; "Mühendislikte Jeoloji" *Sakarya D.M.M.A. Akademisi Yayınları*, No:4, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, 296 s., İstanbul.
- Hamidoğlu, T., 1995; "Hasarlar Önlenebilir" *Mermer Dergisi*, Sayı 4-5, Aralık 1995/Şubat 1996, s.33-36, İzmir.
- Kavuşan, G. 1986. *Endüstriyel hammaddeler. Ders Notu. Ank. Üniv. Müh. Fak. 106 s. Ankara.*
- Kaya, M., 1999; "Hava Kirliliğinin ve Atmosferik Olayların Yapı Taşları/Harçların Bozulması Üzerine Etkileri" *Mermer, Doğal Taş Sektörünün Dergisi*, Yıl: 4, Sayı: 21, s.106-109, İzmir.
- Cadu-Narquet, C.,1994; "Stones-To Be or To Appear", *Maisons& Decors Mediterranee*, No 119, Dec.1993 / Jan.1994
- http://perso.wanadoo.fr/taillleur.de.pierres/patrimoine_eng.htm
- Perez Monserrat, E. and Baltuille Martin, J.M., 2001; "The Rocks in Monumental Construction: Their Deterioration and Intervention Techniques (Part 1: Deterioration)" <http://www.litosonline.com/main.shtml#artilcles>
- Tuğrul, A. and Zarif, İ.H., 1999; "Research on Limestone Decay in a Polluting Environment, İstanbul-Turkey" *Environmental Geology* 38 (2); 149-158.