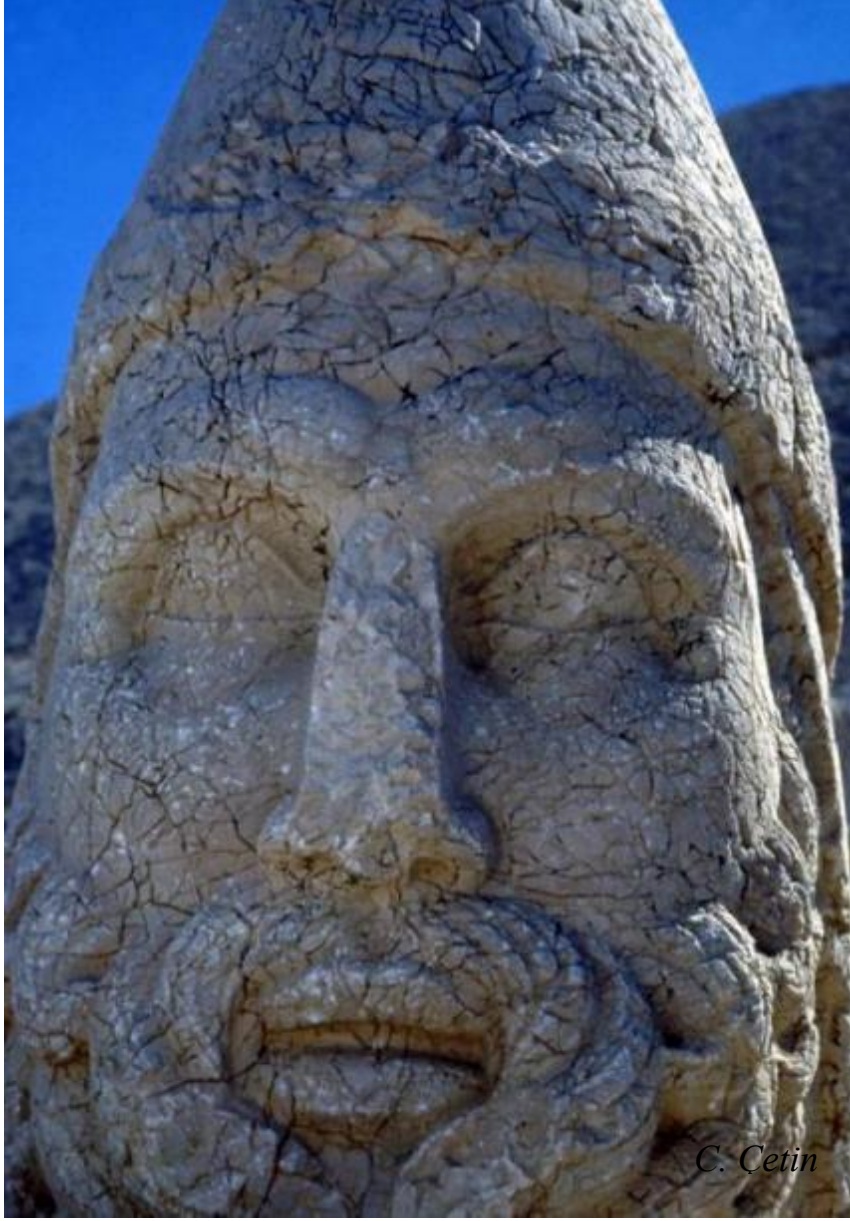


## DERS 12

### 4. 2. TAŞ BOZULMA TÜRLERİ



Resim 1. Kireçtaşından yapılmış Zeus Heykeli'nde mikrokarst görülmekte, Adıyaman, Nemrut  
[<http://www.eba.gov.tr/gorsel/bak/21008f5004457f483457291c11e4b8ac60282ba89e034> (23.05.2015)]

#### 4.2. B. KİMYASAL BOZULMALAR

##### 4.2.2. 3. Tuzlanma

Taş bünyesinde bulunan suda çözünebilir tuzlar nem ve ısı etkisi ile çözünerek kılcal çatlaklar vasıtası ile taş içinde taşınırlar. Taşındıkları yeni yerde; taşın içinde, hemen yüzey

# DERS 12

altında veya yüzeyinde suyun buharlaşması ile yeniden kristalize hale gelirler. Tuzların kristalleşmesi taşın içinde veya yüzeyin hemen altında gerçekleşiyorsa taşın bünyesindeki basıncı artırır. Bu durum, taşın derinliklerinde gerçekleşirse ise kılcal çatlak ve/veya çatlaklar, yüzeye yakında gerçekleşirse kılcal çatlak, çatlak, kabuk atma, pullanma ve tozlaşma gibi bozulmalara yol açar. Yüzeyde kristalleşirse yüzeyde birikim (kabuk), bu da temizlenmediği takdirde yüzeyde ufalanmaya neden olur.

## Suda çözünebilir başlıca tuzlar

- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Alçıtaşı (jips)
- $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Sodyum sülfat
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Magnezyum sülfat
- $\text{K}_2\text{SO}_4$  Potasyum sülfat
- $\text{NaCl}$  Sodyum klorür (Halit)

## Suda zor çözünür başlıca tuzlar

- $\text{CaCO}_3$  Kalsiyum karbonat (kalsit)
- $\text{BaSO}_4$  Baryum sülfat
- $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  Amorf silika

Anhidrit kalsiyum sülfat tuzu su ile birleştiğinde alçıya dönüşür.



$\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Jips/alçı taşı) kalsitten daha yumuşaktır, kolay kırılır ve suda kolay çözünür. Hacmi  $\text{CaCO}_3$ 'ün hacminden 1.7 kez fazladır. Bu nedenle  $\text{CaCO}_3$ 'ün  $\text{Ca}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 'a dönüşmesi sonucunda taş kabarır, pul pul dökülür ya da yüzeyde birikerek kabuklaşmalara neden olur.

### 4.2.2. 4. Yüzeyde Kristalleşme (Çiçeklenme)

Suda çözünebilir tuzların taş yüzeyinde kristalleşerek oluşturduğu birikime yüzeyde kristalleşme veya halk arasında çiçeklenme denir. Kristalleşen tuzun cinsine ve kristalleşme sırasında ortamda bulunan toz vb. diğer kirletici unsurların miktarına göre beyaz, sarımsı veya siyah renkte olabilir. Genellikle taş yüzeyinde toz ya da kirli sakal biçiminde görünür.

## DERS 12



Resim 2. Sur duvar örgüsünde tuzlanma, Ankara 2015 (C. Çetin).



Resim 3. Sur duvarında koyu ve açık renkli tuzlanma, Ankara 2014 (C. Çetin).



Resim 4. Tonzda tuz kristalleşmesi sonucunda kabuk oluşmuş, Ürgüp-Ortahisar 2012 (C. Çetin)



## DERS 12



Resim 5. Büyük Han'da restorasyonu yapılmış bir duvarda tuzlanma, Lefkoşa 2008 (C. Çetin)



Resim 6. Anıtkabir teras duvarında kalsiyum karbonat birikimi, Ankara 2012 (C. Çetin)

### 4.2.2. 5. Derinde Kristalleşme

Suda çözünebilir tuzların, taş yüzeyi altında birikerek kristalleşmesi durumuna derin kristalleşme denir. Bu kristalleşme türü taş yüzeyinde genellikle beyaz bir renkli lekelenmelerle kendini gösterir. Derin kristalleşme tuz içeren suyun gözenekli taş tarafından emildikten sonra bu suyun buharlaşması sonucunda geride kalan ürün olarak karşımıza çıkar. Gözenekli yapıya sahip taş yüzeyinin altında gerçekleşen derin kristalleşme genellikle taş yüzeyinde pullanma oluşmasına neden olur.

## DERS 12



Resim 7. Anezit bir blokta yüzeyin hemen altında meydana gelen kristallenme sonucunda kabarma oluşmuş, Ankara Kalesi 2015 (C. Çetin).

### 4.2.2. 6. Kabarma

Blok yüzeyinin belli bir bölgesinde katman halinde yaklaşık yarım küre şeklinde dışarıya doğru kabarması. Yarım küre şeklindeki bu kabartmanın içi boştur. Kabarmaya genellikle suda çözülmüş tuzların çözünme ve kristalleşme döngüsü neden olsa da özellikle porozitesi (gözeneklilik) yüksek taşlarda suyun donma-çözülme döngüsü de neden olabilmektedir.



Resim 8. Andezit bir kabartmada donma-çözülme nedeni ile gerçekleşmiş bir kabarma, Ankara-Güvenlik Anıtı (C. Çetin)



## DERS 12



Resim 9. Kireçtaşı bir sütun üzerinde derinde kristalleşme nedeni ile kabarma, Ankara Kalesi 2014 (C. Çetin)

### 4.2.2. 7. Kabuk Atma

Taş yüzeyinden mikrondan birkaç milimetreyi geçmeyen kalınlıktaki katmanın bölgesel olarak taşla olan bağının kopup kabuk şeklinde kalkması durumudur. Daha çok siyah tabaka oluşumlarında siyah tabakanın dökülmesi şeklinde veya derinde kristalleşme durumunda taş yüzeyinde önce kabarma sonra kabuk kabuk dökülme görülür.



Resim 10. Selimiye Camii (St. Sophia Katedrali) bir bloğun kimyasal bozulma sonucunda kabuk atması, Lefkoşa 2008 (C. Çetin)

## DERS 12

---



Resim 11. Augustus tapınağının sella kapısının sövesinde görülen siyah tabaka oluşumuna bağlı kabuk atma, Ankara 2015 (C. Çetin)



Resim 12. Theodosius Zafer Takı'na ait mermer mimari elaman üzerinde kimyasal bozulma sonucunda kabuk atma görülmektedir, İstanbul 2012 (C. Çetin)

## DERS 12

### 4.2.2. 8. Şekerlenme

Daha çok beyaz kristalli mermerde görülen bu bozulma türünde taş kristalleri yüzeyde ayrıştıklarında şekerlenmiş gibi bir görüntü sergilerler.



Resim 13. Augustus Tapınağı sella duvarına ait bir blok üzerinde kimyasal bozulma sonucu görülen şekerlenme, Ankara 2015 (C. Çetin)



Resim 14. Theodosius Zafer Takı'na ait bir mermer mimari eleman üzerinde kimyasal bozulma nedeni ile şekerlenme görülüyor, İstanbul (C. Çetin)



## DERS 12

### 4.2.2. 9. Tozlaşma

Tozlaşma granüllü taşlarda görülür. Tozlaşmada taşın yüzeyindeki granüller bağlayıcılarını kaybederek pudra gibi ince toz halinde yüzeyden ayrılır. Yüze dokunulduğunda taşı oluşturan parçacıklar toz halinde ele gelir. Parçacıklar tozdan biraz daha büyük boyutta ise ufalanma adı verilir.

Tozlanma ve ufalanma hem kimyasal hem de fiziksel (erozyon) sebeplerle görülebilen bir bozulma türüdür.



Resim 15. Mustafa Paşa M.Y.O. binasının temelinde tuf taşlarda tozlaşma, Nevşehir 2012 (C. Çetin)



Resim 15. Bir heykelde ufalanma, [http://www.bilmekvar.com/asit-yagmuru-nedir-nedenleri-ve-zararlari-nelerdir (23.05.2015)]

### 4.2.2. 10. Yapraklanma

Farklı minerallerin tabakalar halinde birleşmesi sonucunda oluştuğu için bünyesinde katmanlar içeren daha çok tortul taşlar ve bazı metamorfik taşlarda görülür. Taş bünyesindeki

## DERS 12

bu tabakalar, taş bozulmaya uğradığında yüzeye paralel farklı kalınlıklardaki tabakalar halinde birbirinden ayrılır. Taşın bozulmaya uğramış bu alanları sayfaları açılmış bir kitabı andırır. Daha çok siyah tabaka oluşumu gibi kimyasal bozulmalar ile donma-çözülme sonucunda meydana gelse de tortul kayaçların tabakalanma yönleri dikkate alınmadan tabakalanma yönünde yük binecek şekilde kullanılmaları halinde de yapraklanma görülür.



Resim 16. Kumtaşından bloğun yüzeye yakın bölümlerinde yapraklaşma gözlemlenmektedir.  
Almanya, Zeitz Katedrali, 1992 (Verges-Belmin 2008, 19)



Resim 17. Tüf duvarda yapraklanma, Kapadokya, Aynalı Kilise, 2012 (C. Çetin)



## DERS 12

### 4.2.2. 11. Mikrokarst Oluşumu

Özellikle aşınmaya karşı direnci az tortul kayalardan elde edilmiş taşlarda görülen bir bozulma türüdür. Taşın bünyesinde suda çözünebilen kalsiyum karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) gibi öğelerin eriyerek su ile taşınması sonucunda yüzeyde birbirine bağlı birkaç milimetreden birkaç santimetreye kadar değişen derinlik ve genişliklerde kanalların oluştuğu bir bozulma türüdür.



*C. Çetin*

Resim 18. Kireçtaşından yapılmış Apollon Heykeli üzerinde mikrokarst görülmektedir.



## DERS 12

### 4.2.2. 12. Renk Bozulması

Taşın renginde meydana gelen değişiklikler renk bozulması olarak adlandırılır. Renk bozulmasının 4 farklı tipi vardır:

1. **Renklenme:** Rengin nitelik, koyuluk ve kontrast değerlerinin değişmesi,
2. **Solma:** Taş yüzeyindeki rengin havadaki demir ve manganez gibi minerallerin indirgenmesi veya rengi oluşturan minerallerin kaybı ya da renk üzerindeki cilanın kaybı renkte solmaya neden olur. Koyu ve parlak renkli mermerlerde atmosferik etkiler nedeniyle solma görülebilir.
3. **Nemli bölge:** Nem ve buharlaşma/yoğuşmanın gerçekleştiği alanlarda genellikle koyu renkte bir renk değişimi gerçekleşir.
4. **Lekelenme:** Renk bozulmasının sınırlı ve bölgesel olması sonucunda taşın hoş olmayan lekeli bir görüntü sergilemesi.

Renk bozulmasına suda çözünebilir tuzlar, (demir, kurşun ve bakır gibi) metallerin korozyonu, mikroorganizma etkinliği ve aşırı ısı artışı da neden olabilmektedir. Taş üzerinde gelişen bazı mantar ve kyanobakteria türü canlıların ürettikleri renk pigmentleri sarı, turuncu, kahverengi ve siyah renklenmeye neden olur.

Koyulaşma şeklindeki bozulmanın oluşturduğu şekil bu bozulmanın kaynağını açıklayabilir (su kanallarından sudan mı, buharlaşma/yoğuşma gibi higroskopik etkinlik sonucu oluşan tuzlanma mı).



*C. Çetin*

Resim 19. Üzerindeki bronz heykelin korozyonunun üzerine akması sonucunda yeşile boyanmış beyaz traverten bloklar, Ankara, Ulus Zafer Anıtı, 2012 (C. Çetin)

## DERS 12



Resim 20. Bir beyaz mermer bloğun bünyesindeki minerallerin oksitlenmesi sonucunda renginin değişmesi, İstanbul, Sultan Ahmet Camii, 2015 (C. Çetin).



Resim 21. Sultan Ahmet Camii'nin beyaz mermer sütun başlığının demir kasnağının korozyonunun üzerine akması sonucu renk bozulması görülüyor, İstanbul, 2015 (C. Çetin)

## DERS 12

### Güneşin taşın rengine etkisi

- Bazen organik maddeler içeren esmer renkli taşlar, güneşin etkisiyle oksidasyona uğrayarak renklerini kaybedip renkleri açılır (ağarırılar).
- Bazen de mermerde olduğu gibi yine oksidasyon sonucu damarlar şeklinde koyu lekeler oluşur. Bunlar Fe ve Mg düşük derecedeki oksidasyon ürünlerinin veya  $FeCO_3$  ve  $MgCO_3$  ın havada daha çok oksidasyona uğramalarından veya pritin limnit haline dönüşmesinin bir sonucudur.
- Pas: Demir oksitin ( $FeO = \text{Hematit}$ ), demir üç oksit ( $Fe_2O_3 = \text{limonit}$ ) haline dönüşümüdür.<sup>1</sup>

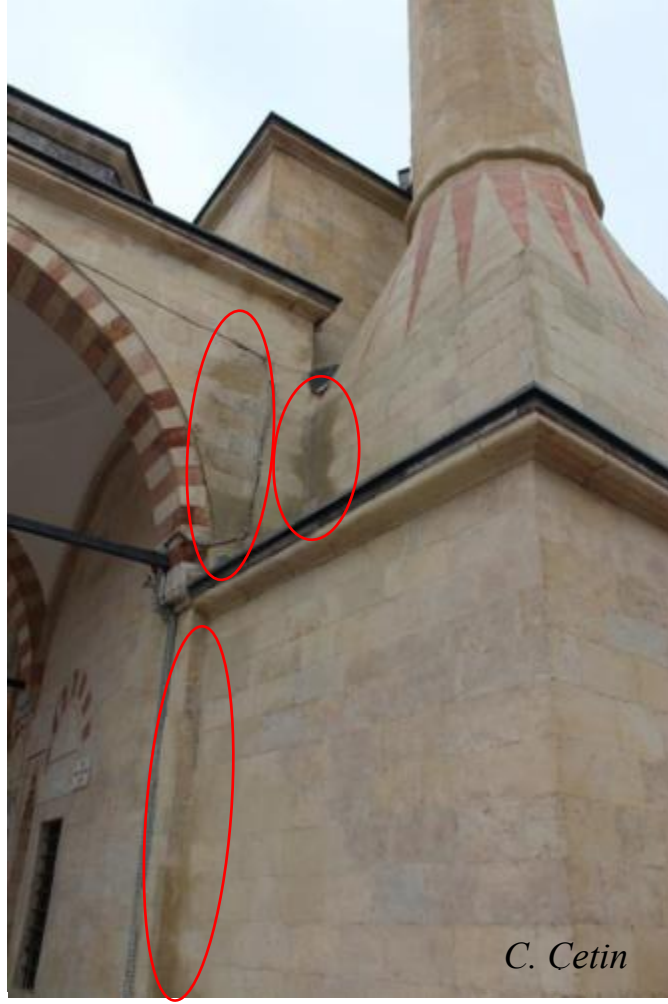


Resim 22. Andezit bloklarla örülmüş bir duvarda, aynı tür fakat farklı renk tonlarında taşlar, Ankara, Ziraat Fakültesi, 2011 (C. Çetin)

<sup>1</sup> Küçükkaya 2004, 99.



## DERS 12



Resim 23. Cenabı Ahmet Paşa Camii'de duvarın nemlenen bölgelerin rengi koyulaşmış, Ankara, 2011 (C. Çetin)

## DERS 12

---

### Kaynakça:

- Ashurst 2007 J. Ashurst (ed.), Conservation of Ruins, Oxford 2007.
- Ashurst – Dimes 1998 J Ashurst – F. Dimes (eds.), Conservation of Building & Decorative Stone, Oxford 1998.
- Henry 2006 A. Henry (ed.), Stone Conservation: Principles and Practice, Donhead, Wiltshire 2006.
- Hutzinger 1986 O. Hutzinger, The Handbook of Environmental Chemistry, New York 1986.
- Küçükkaya 2004 A. G. Küçükkaya, Taşların Bozulma Nedenleri, Koruma Yöntemleri, İstanbul 2004.
- Lazzarini - Piepper L. Lazzarini - R. Pieper (eds.), The Deterioration and Conservation of Stone.
- Orbaşlı 2008 A. Orballı, Architectural Conservation: Principles and Practice, Blackwell Science, Oxford 2008.
- Park 1990 C. C. Park, Acid Rain, Routledge, London - New York, 1990.
- Rosvall 1988 J. Rosvall, Air Pollution and Conservation, Elsevier, New York 1988.
- Smith – Turkington 2006 B. J. Smith – A. V. Turkinton (eds.), Stone Decay: Its Causes and Controls, Donhead, Dorset 2006.
- Verges-Belmin 2008 V. Verges-Belmin (ed), *ICOMOS\_ISCS: Illustrated glossary on Stone deterioration patterns, Monuments and Sites XV*, International Council on Monument and Sites, France 2008.
- Zakar - Eyüpgiller 2015 L. Zakar - K. K. Eyüpgiller, Mimari Restorasyon: Koruma Teknik ve Yöntemleri, İstanbul 2015.