

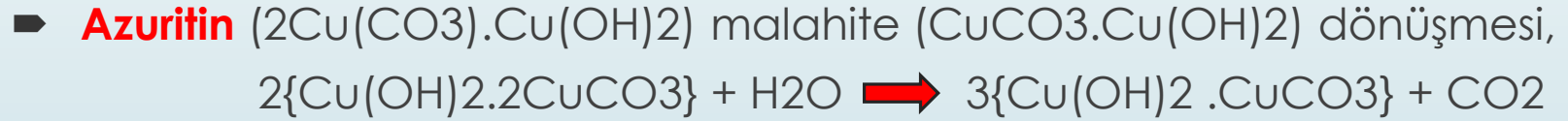
DUVAR RESMİNDE BOZULMA NEDENLERİ VE TÜRLERİ

Doç. Dr. Cengiz ÇETİN

26.02.2020

Kimyasal Etkenler

- Asit yağmurları ile reaksiyonu sonucunda kalsiyum karbonatın alçıtaşı yada kalker kabuk oluşturma prosesi aslında kimyasal bozulmalardır. Bu reaksiyonlar yapı malzemelerinin kimyasal içeriklerini değiştirerek suda çözünebilir yada az çözünebilir tuzlara dönüşmekte nem ile yüzeye ve yüzey altına taşınarak fiziksel hasarlara neden olmaktadır.
- Bu tip reaksiyonlar dışındaki kimyasal bozulmalar çoğunlukla duvar resminin yapımında kullanılan bazı renklerin değişimine neden olmaktadır.




- **Kurşun beyazının** ($2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb}(\text{OH})_2$) kurşun sülfüre (PbS) dönüşerek siyahlaşması,



- Alçı bağlayıcılı sıvalara iklimin kuru olduğu bölgelerde rastlanmaktadır. Suya karşı aşırı hassas olan alçı sıvalar da, su ile ilişkide olduğunda hızla ayrıştığı gibi, yüzeyindeki boya tabakası da zarar görebilir hatta tamamen yok olabilir. Kil sıvalardan farklı olarak alçı sıvalar aşırı kuruluğa karşı da hassastır. 30 C° derecenin üstündeki sıcaklık ve düşük (30-40 %) bağıl nemin bulunduğu ortamlarda alçı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) yavaş yavaş bileşimindeki suyu kaybedip anhidrite dönüşür ve sıvanın zayıflamasına neden olur.
- **Anhidrit**, susuz kalsiyum sülfat (CaSO_4) yapısında, kayaç oluşturan önemli bir mineral. Kimyasal açıdan jips (alçıtaşı) ile arasındaki tek fark, kristalleşme suyunun olmamasıdır, nitekim nemli ortamlarda molekülüne su alarak jipse dönüşür. Anhidrit genellikle tuz birikintilerinde kayatuzu ve jipsle bir arada bulunur.



- 
- Fresko veya pigmentlerin kalsiyum karbonat tarafından sabitlendiği kireç bağlayıcı sıvalarda, kalsiyum karbonat ile çözünmüş karbondioksit içeren su reaksiyona girerek bozulmaya neden olabilir. Yüzeyde oluşan kalker (CaCO_3) kabuk sıvanın karbondioksitle reaksiyonunu azaltır. Sonuç olarak kurduktan sonra kalsiyum hidroksitin tamamı karbon dioksitle reaksiyona girmediği için tamamen karbonatlaşmamış zayıf bir yapı üstünde sert bir kalsiyum karbonat tabakası oluşur. Böylece görünüşte sağlam olan bir sıva içeriğinde bazen, henüz reaksiyonunu tamamlamamış kuru ve zayıf kalsiyum hidroksit kütleleri bulunur. Bu eksik oluşum dayanıksızlığa neden olduğu gibi suya, özellikle de yağmur suyuna karşı hassastır.

- Kalsiyum bikarbonat ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) içeren sızan suyun su ve karbon dioksitin kaybetmesiyle oluşan kalsiyum karbonatın (CaCO_3) (kalker) yüzeyde birikmesi söz konusudur. Sonuçta nem ve karbon dioksitin olduğu ortamlarda suda çözünmeyen kalsiyum karbonatın kalsiyum bikarbonata dönüşmesi, yüzeye taşınması ve yüzeyde tül benzeri kalker kabuk oluşturması kaçınılmazdır.



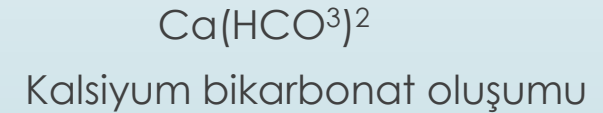
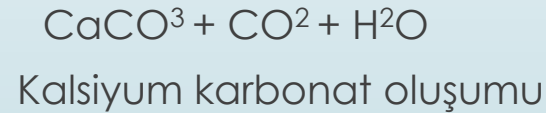
Tuzlar

- Isı ve nem değişkenliklerinin olduğu ortamlarda duvarın kurumması yani içerikteki suyun buharlaşarak uzaklaşması durumunda, su çözdüğü tuzları da beraberinde duvarın i kısımlarından yüzeye taşıyarak yüzeyde ve/veya yüzeye yakın gözeneklerde yığılmasına neden olur.
- Tuzların malzeme yüzeyinde kristallenmeleri ve tuzların malzeme yüzeyine yakın bölgelerde kristallenmeleri sonucunda, eğer gözenekler mevcut tuzların tamamının kristallenmesine izin verecek yeterlikte hacme sahip değilse, katılaşan tuz kristalleri gözenek duvarlarında “kristallenme basıncı” adı verilen mekanik basınca neden olur. Meydana gelen bu basınca malzemenin sağlam kısımları dayanabilirse de dış yüzeye yakın olan bölümlerin dayanabilmesi zor olduğundan duvar yüzeyinde çatlama, parçalanma, kopma ve boya tabakasında kayıplar olması kaçınılmazdır.
- Farklı malzemeler, tuzlu suyla karşılaştığında gözeneklerinin miktarı, tipi ve boyutlarına göre farklı direnç gösterirler. Suyun hızla yer değiştirdiği küçük gözenekli malzemeler tuz kristallenmelerine karşı dayanıksız, geniş gözenekli malzemeler ise daha dayanıklıdır.

Çözünür Tuzlar

Kalsiyum Karbonat

- Diğer tuzlara benzemeyen kalsiyum karbonat pratikte suda çözünmez. Ancak atmosferde doğal olarak bulunan ve endüstriyel faaliyetlerin olduğu yerlerde veya çok sayıda insanın bulunduğu kapalı mekanlar gibi bazı özel durumlarda havadaki konsantrasyonu artıran karbondioksit su ile bir araya geldiğinde karbonik aside dönüşmektedir. Karbonik asitle kolaylıkla reaksiyona giren kalsiyum karbonat, suda daha çok çözünebilen kalsiyum bikarbonata dönüşür.
- Doğada yavaş gelişen $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 'in oluşum reaksiyonu (mağaralardaki sarkıt-dikit, toprak altı eserlerin kalker kabuk kaplanması ..gibi), yüksek yoğunlukta karbondioksitin (CO_2) bulunduğu, yada çok taze CaCO_3 'ün olduğu (yeni harç, sıva gibi) durumlarda oluşur. Duvar kurumaya başladığında, çözeltideki bikarbonat tuzları yüzeye gelir ve içeriğindeki su ve CO_2 'nin buharlaşarak ayrılması ile reaksiyon ters yönde ilerleyerek yüzeyde tekrar suda çözünmeyen CaCO_3 oluşur. rbonata ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) dönüşür.



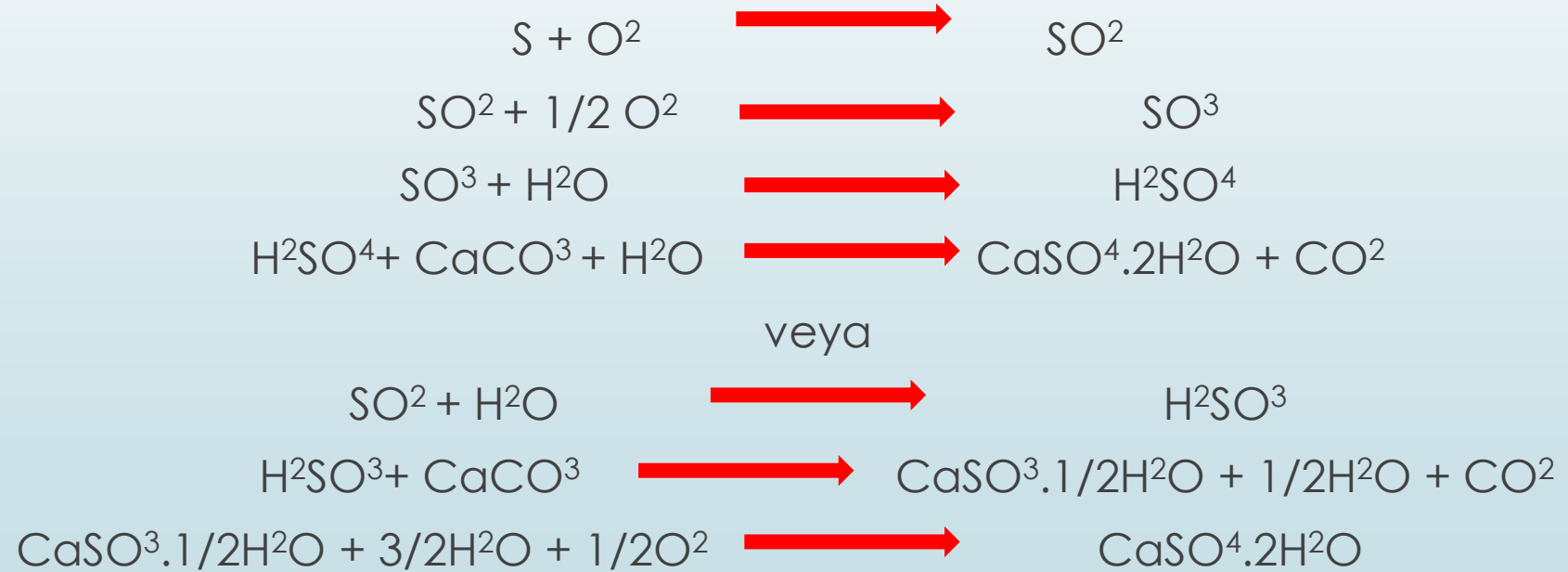
Bu döngü; boyalı yüzeyi örten bir kalker kabuk oluşumu, sıva, harç ve taştaki kalsiyum karbonatın bir kısmının kaybedilmesi, dolayısıyla dayanımın azalması ve gözenekliliğin artması, boya tabakası ve sıvanın tozuması gibi hasarlara neden olur.


CaCO_3 'ün yanı sıra yapı malzemelerinde sıkça rastlanan sodyum karbonat ve potasyum karbonatın en yaygın kaynağı, portland çimentosu, beyaz çimento gibi harç, sıva ve dolgularda bağlayıcı olarak kullanılan modern çimentolardır.

Sülfatlar

- Yapı malzemelerinde rastlanan kalsiyum sülfat (alçı taşı, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), magnezyum sülfat (MgSO_4) gibi sülfat tuzlarının olası kaynakları ve içeriğe katılma biçimleri şunlardır:
 1. Tarım alanlarında kullanılan yapay gübrelere bulunurlar ve duvara yükselen nem ile taşınabilirler.
 2. Deniz suyu, klor tuzlarına ek olarak az miktarda sülfat tuzlarını, özellikle magnezyum sülfatı içerir. Rüzgar tuzlu deniz suyu zerreciklerini kilometrelerce uzaklığa taşınabilirler. Eğer duvar resimleri bu nemli rüzgarlara maruz kalırsa, diğer deniz tuzları ile birlikte sülfatlar da malzeme içeriğine katılabilir.
 3. Harç ve sıva yapımında bağlayıcı olarak doğrudan alçı kullanımı, ıslanma ile diğer malzemelere sülfat transferine sebep olur.
 4. Portland çimentosu, beyaz çimento gibi bağlayıcılara katkı olarak katılan alçı ve alçı taşı, ıslanma ile diğer malzemelere sülfat transferine sebep olur.
 5. Sülfatların bir başka olası kaynağı mikrobiyolojiktir. Belirli tipteki sülfürün indirgenmiş biçimleriyle yaşayabilen bazı mikroorganizmalar kükürdü sülfatlara çevirirken, diğer türleri kükürdün indirgenmiş biçimleri yerine sülfid üretirler. Bu "sülfür bakterisi" özellikle dış ortamdaki kalker türü taşlarda bulunur. Kalkerli taşlar ile kalsiyum karbonat esaslı harçlar arasındaki tam benzerlik nedeniyle bu bakterilerin harç ve sıvalarda gelişebileceği düşünülebilir.

- Fosil kaynaklı yakıtların içeriğinde bulunan kükürt, yanma ile kükürt dioksit (SO_2) dönüşür. Çeşitli oksitleyicilerle kükürt trioksit (SO_3) dönüşen bu ürün havadaki veya malzeme içeriğindeki su ile reaksiyona girerek sülfürik aside (H_2SO_4) dönüşerek içeriğinde kalsiyum karbonat (CaCO_3) bulunan harç, sıva ve kireçtaşı ile reaksiyona girerek alçıtaşını ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) oluşturur. Eğer SO_2 okside olmaz ise havadaki veya malzeme içeriğindeki su ile reaksiyona girerek sülfüroz aside (H_2SO_3) dönüşerek kalsiyum sülfiti (CaSO_3) oluşturur. Daha sonra havada bulunan oksitleyici parçacıkların da yardımıyla, kalsiyum sülfid alçı taşına ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dönüşür.



- 
- Genel olarak sülfatlar hem duvardaki nem hem de bağıl nem ve sıcaklığa göre tekrar tekrar kristallendikleri için oldukça tehlikeli tuzlardır. Özellikle sodyum sülfat (Na_2SO_4) kolay çözünen bir tuz olması aşırı molekül suyunu tutması ve susuz halden sulu hale ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) geçerek hacmini çok fazla artırması nedeniyle en tehlikeli tuzlardan biridir. Alçı taşı ise az çözünür olması, hatta is, toz gibi su itici maddeleri de bünyesine alıp çözünemez hale gelmesi nedeniyle, yüzeyde sert kabuk oluşturan, eski eserler için en problemlili tuzlardan biridir.