

DERS 11

4. 2. TAŞ BOZULMA TÜRLERİ



Resim 1. Augustus Tapınağı, Ankara 2015. (C. Çetin,)

4.2. 2 KİMYASAL BOZULMALAR

Kimyasal bozulmalar çoğunlukla su ile kimyasal tepkimeye girerek asitlere dönüşen gazlar olmak üzere atmosferik etkiler sonucunda taşın kimyasal yapısında meydana gelen değişimlerdir. Dersimizin bu bölümünde atmosferik kirleticiler de denilen bu gazların özellikle kalsiyum karbonat (CaCO_3) diğer adı ile kalsit içeren taşlarda neden olduğu bozulmaları inceleyeceğiz.

DERS 11

4.2.2.1. Atmosferik Kirleticiler

Kükürt dioksit	SO ₂	}	Kirlenme sonucunda oluşan ilk ürünler.
Karbon dioksit	CO ₂		
Azot dioksit	NO ₂		

Sülfürik asit	H ₂ SO ₄	}	Kirlenme sonucunda oluşan ikincil ürünler.
Karbonik asit	H ₂ CO ₃		
Nitrik asit	HNO ₃		

Atmosferik kirleticiler yeryüzüne asit yağmurları ile inerler.

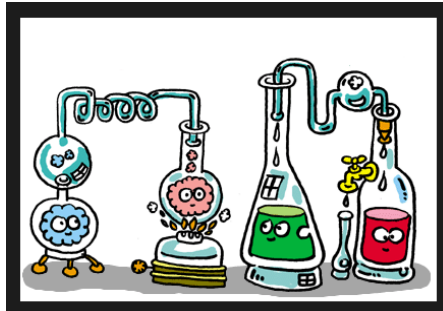
Asit Yağmuru

Asit yağmuru asidik kimyasalların yağmur, kar, sis ve çiy veya kuru parçacıklar halinde yeryüzüne düşmesine verilen isimdir. Atmosfere yayılan karbon dioksit (CO₂), kükürt dioksit (SO₂) ve azot oksit (NO) gazlarının kimyasal dönüşümlerden geçtikten sonra bulutlardaki su damlacıkları tarafından emilmesi ile oluşur. Havadaki yağmurun pH'ı 5.6 civarındadır. Bu yüzden pH'ı 5.6'nın altındaki yağmur asit yağmuru olarak nitelendirilir. Ankara'da yapılan ölçümlerde ortalama yağmur pH'ının 5.4 olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Ankara'da asit yağmuru sık rastlanan bir çevre sorunudur.

4.2.2.1. a. Karbonik Asit (Zayıf Asit)

Zayıf asit de denilen karbonik asit atmosfere salınan CO₂ (karbondioksit) in su ile kimyasal tepkimeye girmesi ile oluşur. Solunum yaparken dahi ürettiğimiz CO₂ doğada en kolay üretilen ve bol bulunan gazlardan biridir. Dünyada yıllık 5 milyar ton CO₂ atmosfere salınmaktadır. Salınan bu gazın yalnızca yarısı canlı organizmalar tarafından geri kalanı ise fosil yakıt tüketimi sonucunda üretilmektedir.

CO₂ su ile birleşince:



DERS 11

H₂CO₃ (karbonik asit) ile CaCO₃ (kalsiyum karbonat) in etkileşimi

Mermer ve kalker türü taşların bünyesinde bulunan kalsit (kalsiyum karbonat) ile H₂CO₃ (karbonik asit) in tepkimeye girmesi sonucunda CaCO₃, Ca(OH)₂ (kalsiyum hidroksit) e dönüşür.

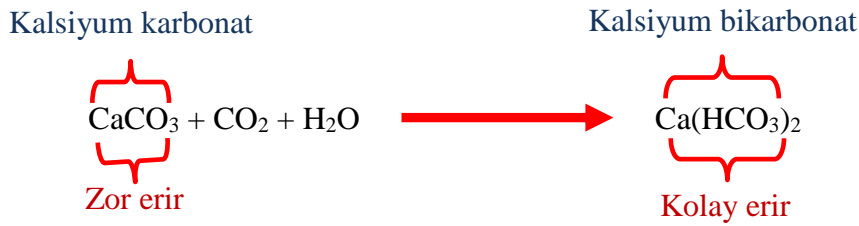


Kalsiyum hidroksit Ca(OH)₂ yağmur vb. etkenlerle taş yüzeyinden uzaklaştırılmazsa ortamda her zaman var olan CO₂ ile tekrar tepkimeye girerek yeniden CaCO₃ (kalsiyum karbonat) a dönüşür.



Bu oluşum sırasında kalsiyum karbonat çevredeki diğer kirleticilerle de (atmosferik gazlar, toz vb.) birleşerek siyah tabaka oluşumuna katkıda bulunur.

Kalsit normal sıcaklıkta suda çok az erir (0.02gr/l) . Fakat içinde çözülmüş CO₂ içeren suda erime önemli oranda artar (1 gr/l).



Bu reaksiyon sonucunda kalsiyum bikarbonat çözeltisi oluşur. Suyun buharlaşması ve CO₂ in uçması yeniden kalsitin oluşmasına, bu da siyah tabaka oluşumuna yol açar.

Dolamitik CaMg(CO₃)₂ taşların su ve karbondioksit ile tepkimeye girmesi sonucu hacmi genişler¹



¹ Küçükkaya 2004, 47.

DERS 11

4.2.2.1. b. Sülfürik Asit

Asit yağmurları ile taş eserler üzerine taşınan bir diğer kirletici kükürt bileşikleridir. Kükürt bileşikleri egzoz gazları içinde bolca vardır. Çevresinde trafik yoğunluğu olan taş eserler kükürt bileşikleri nedeni ile ciddi tehdit altındadır. Kükürt bileşikleri atmosferde iken veya yere indiklerinde su ile tepkimeye girerek sülfürik asidi (H_2SO_4) oluştururlar.

Kükürt Bileşikleri

Kükürt dioksit SO_2
Kükürt trioksit SO_3 } **Egzoz gazı**



Fosil Yakıtlar İçinde

- Linyit %0.5-10
- Taş kömürü % 0.5-2
- Kok kömürü %1
- Petrol %0.1-6
- Yanıcı yağlar %2.5-4
- Otomobil gazı %0.3-1.1 oranında kükürt vardır.

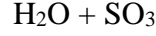
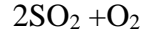
Sülfürik asit

H_2SO_4 oluşumu



veya

DERS 11

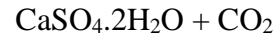
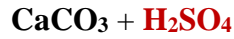


veya



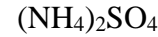
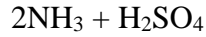
Katalizör: Egzoz gazları,
ultraviyole ışınlar, ozon

Sülfürik asit yağmurları şeklinde kalsiyum karbonat kökenli taşlarla girdiği reaksiyon



Taş bünyesindeki kalsiyum karbonat değişime uğrayarak alçı taşına (jips) dönüşür.

Sülfürik asit atmosferdeki tuzlarla tepkimeye girerek yeni tuzlar meydana getirebilir



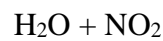
Amonyum sülfat

Sülfürik asit çakmak taşı ve kuvars dışında diğer silisli taş türlerinde de siyah tabaka oluşumuna yol açabilir. Bu tür taşlar buldukları asidik ortamlarda bünyelerindeki Ca, Mg, Na ve K'ü kaybederek kile dönüşürler. Ayrıca bu tür taşlarda CaO ve MgO ile CaCO₃ tepkimeye girerek MgCO₃ magnezyum karbonat ve CaSO₄·2H₂O **kalsiyum sülfat = Alçıtaşı = Jips** oluşur.

Taş bünyesinde yer alan sodyum oksit (Na₂O) ve potasyum oksit (K₂O) gibi alkali oksitler, asitlerle tepkimeye girerek sodyum sülfat (NaSO₄) ve potasyum sülfat (K₂SO₄) gibi tehlikeli tuzları oluşturabilir.

4.2.2.1. c. Azot oksit

Azot oksit (NO₂) yağmur suyunda nitrik asite (HNO₃) dönüşebilir.



DERS 11

4.2.2. 2. Siyah Tabaka

Bu tür kabuk oluşumu genellikle atmosferik etkilere açık, direkt yağmur suyu alan taşlarda görülür. Siyah kabuk oluşumu atmosferik partiküllerin kalsiyum karbonat (CaCO_3) kökenli taşların bünyesindeki CaCO_3 'ü eriterek ya yeniden CaCO_3 'e ya da alçı taşına ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dönüştürmesi ve bu oluşum sırasında çevredeki diğer kirlenici unsurların sürece dahil olması sonucunda meydana gelir.

Siyah tabaka oluşumu homojen yapıda gerçekleştiğinde tüm taş yüzeyine eşit kalınlıkta yayıldığı için, taş yüzeyindeki profil türü bazı detaylar kaybolmaz. Ancak kabuk, siyah tabaka homojen olmadığında taş yüzeyindeki detayların algılanması zorlaşabilir ya da tamamen imkânsız hale gelebilir.

Siyah tabaka genellikle taşların yağmur suyu ile direk ıslanmayan ancak uzun süre nemli kalan bölümlerinde daha yoğun olarak oluşur.



Resim 2. Augustus tapınağı üstyapı mermer elemanlarında siyah tabaka oluşumu, Ankara 2015 (C. Çetin)



Resim 3. III. Ahmet Çeşmesi'nde denizlik altındaki bölgede siyah tabaka oluşumu, İstanbul 2015 (C. Çetin)

DERS 11



Resim 4. Sur duvarında yatay olarak kullanılmış kabartmanın alt bölümlerinde siyah tabaka oluşumu, Ankara 2014 (C. Çetin).

Siyah tabaka oluşumu sonucunda taşta şu bozulmalara yol açar:

1. Kabuk atma
2. Yapraklaşma
3. Kabarma
4. Ufalanma

Yapılan mikroskobik incelemelerde siyah tabaka bileşenlerinde milimetrenin 1/1000 'inden başlayan ve giderek büyüyen miktarda **alçı kristallerine** rastlanmıştır. Alçının yanı sıra:

- Kalsiyum karbonat
- Kuvars ve diğer silikatlar
- Toz
- Demir oksitler
- Endüstriyel kökenli manyetitler
- Deniz yakınlarında tuz kristalleri
- Polenler
- Mantar sporları tespit edilmiştir.

DERS 11

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.