

TURİZME AÇILAN MAĞARALARDA KULLANILAN YAPI MALZEMELERİNİN MAĞARA EKOLOJİSİNE OLUMSUZ ETKİLERİ

The Undesirable Effect Of Construction Materials On The Cave Ecology
In Tourist Caves

M. Fatih BÜYÜKTOPÇU*

Özet

Mağaralar ülkemizde ve dünyamızda insanların ilgisini çeken jeolojik oluşumlardır. Tarihin her devrinde mağaralar insanların ilgisini çekmiş, tapınım görmüş, sığınak, barınak ve depolama gibi çeşitli amaçlar doğrultusunda kullanılmışlardır. Tüm bunların dışında mağaraların ekonomik getiri amaçlı olarak 1920'li yıllarda Amerika'da Teksas ve California eyaletlerinde turistik amaçlı olarak kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Özellikle Carlsbad ve Mammoth Cave, Amerika'da her yıl binlerce ziyaretçi tarafından gezilmekte ve buldukları bölgelere ekonomik katkı sağlamaktadırlar. Ülkemizde ise 1970'li yıllarda Damlatış Mağarası'nın turizme açılması mağara turizmi konusundaki ilk uygulamadır.

Mağaralar fiziki yapıları (yataylık ve dikeylik gibi) itibarı ile ziyaretçilerin her zaman rahatça dolaşabileceği mekanlar değildirler. Bu sebepten dolayı turizme açılacak mağaralarda ziyaretçilerin mağarayı kolaylıkla gezebilmeleri için çeşitli yapı malzemeleri ile farklı imalatlar yapılmaktadır (yürüyüş yolları, köprüler, merdivenler gibi). Ne yazık ki bu imalatlar sırasında yanlış malzeme seçimleri ve hatalı uygulamalar nedeni ile bugün gerek Damlatış Mağarası gerekse turizme açılan diğer bazı mağaraların duvarlarında yosunlaşmalar, bağıl nemin düşmesine bağlı olarak kurumalar ve kullanılan yapı malzemelerinde bozulmalar, bu bozulmalar sırasında meydana gelen çeşitli biyolojik ve fiziksel etkilenmeler sonucunda tahribatlar gözlenmektedir. Bu makalede, ülkemizde turizme açılan mağaraların düzenleme çalışmalarında kullanılan, mağara içi düzenleme malzemelerinde uygun olmayan malzeme tercihlerinin mağara ekolojisine olumsuz etkileri incelenmiştir. Kullanılan yapı malzemelerinin zamanla mağaraların fiziksel, biyolojik ve atmosferik özelliklerini bozucu etkisi bulunmaktadır. Çalışmada, bu malzemelerin olumsuz özellikleri incelenmiş ve turizme açılacak mağaraların ekolojik özelliklerini minimum seviyede bozacağı düşünülen melez ve doğal yapı malzemeleri önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mağara, turizm, malzeme, ekoloji

Abstract

Caves are geological formations that interest people on the whole part of the world. In all the time of history, caves were used as adoration, deposition and living places. Above this, caves have been used for touristic activities in Texas and California, USA, since 1920s. Especially, thousands of tourists visit the Carlsbad and Mammoth Caves in USA resulting economic contribution to the vicinity of those places. In Türkiye, Damlatış Cave was the first cave that has been opened for tourist activities around 1970s.

* Anadolu Speleolojik ve Karstik Araştırmalar Derneği -İzmir, DEÜ Müh.Fak.İnş.Müh.Blm. speleo@deu.edu.tr

Caves may have some physical difficulties such as vertical and horizontal formations which do not allow people to visit the caves easily. Thus, walking roads, small bridges and stairs should be constructed in the caves if there is potential for tourist activities. However, selecting unsuitable materials for the construction bring some problems in the long time. For example, it was observed either in Damlataş Cave or other touristic caves in Türkiye that there were algae formations on the walls, desiccation on account of less relative humidity and corruption of utilized materials as a result of biological and physical activities.

In this study, the effects on the preferences of the unsuitable furnishings materials that are utilized in touristic caves were investigated. Such materials have a deep impact on the floras and faunas of the cave. This study shows the unpredicted influences of these materials and suggests the hybrid furnishing materials for caves which are planned to open for touristic activities.

Keywords: *Cave, tourism, material, ecology*

Giriş

Ülkemizde turizme açılan mağaralara her geçen gün bir yenisi daha eklenmektedir. Mağaralar tüm gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de ülke ekonomisine katkı sağlamakta, buldukları bölgenin turizm aktivitelerine hız kazandırmaktadırlar.

Herhangi bir mağaranın turizme açılabilmesi için bazı ön çalışmalar yapılır. Bu çalışmalar o mağarada yapılacak ön etütler ile başlar ve elde edilen ilk bilgiler ışığında mağaranın uygulama projesi (mimari, elektrik, koruma, risk ve çevre düzenleme projeleri) ile devam eder (Nazik vd., 1991) . Uygulama projeleri turizme açılması düşünülen mağaranın detaylı incelenmesi ile başlar. Kullanılacak yapı malzemeleri belirlenir. Bu aşamada mağaranın hassas optik aletlerle haritası çıkartılır. Ender canlı türleri var ise tespit edilir. Mağara içinden alınan çeşitli örneklerin (su, zemin vb.) analizleri yapılır. Bu değerlendirmeler sonucunda eğer mağara, ender türleri ve ekosistemleri barındırıyorsa uygulama projesi başlatılmaz ve mağara koruma altına alınır. Turizme açılacak mağaralarda bazı ön şartlar gereklidir.

Bunlar:

- Ulaşım,
 - Fiziki yapı (mağaranın yatay veya dikey gelişmiş olması, büyüklüğü),
 - Ender ve korunması gereken türlerin varlığı,
 - Ekonomik getirisinin olup olmayacağı,
- şeklindedir.

Turizme açılacak bir mağara için iyi bir proje ve düzenleme yapabilmek projeyi hazırlayan mimarın hayal gücü ile doğru orantılıdır. Tasarım imalatın ilk aşamasıdır. Bu aşamada mağara içinde yapılacak mağara içi mimari düzenleme malzemeleri belirlenir. Bu malzemeler iç mekanda aydınlatma elemanları, mağara içi gezinti yolları ve dış mekanda dinlenme tesisleri, kafeterya, otopark vs. düzenlenmesi şeklindedir. Dış düzenlemede kullanılacak malzemelerin belirlenmesi sırasında çoğu zaman herhangi bir problemle karşılaşılmazken mağara içinde kullanılacak yapı malzemelerinin seçimi ve bu malzemelerin yerinde uygulaması oldukça önem kazanmaktadır. Çünkü mağaralar nemli mekanlar olup kendilerine has ekosistemleri vardır. Mağaralar atmosfer ve diğer fiziksel özellikleri dış tesirlerden tecrit edilmiş yerlerdir. Diğer bir ifadeyle, kendilerine göre steril ortamlardır. Bu sebeple mağaraları vücut bağışıklığı zayıf insanlara benzetebiliriz. Bu yüzden, mağaralar da tıpkı bu tip insanlar gibi dış etkenlere karşı dayanıksızdırlar.

Turizme açılmış ve düzenlemeleri tamamlanmış mağaralarda uygun malzemelerin veya ortamın fiziksel ve biyolojik açıdan yapısını bozabilecek malzemelerin kullanılması sonucunda mağara flora ve faunasında kalıcı olabilen bozulmalar gözlenmektedir. Hatalı malzeme seçimi mağaranın flora ve faunasına olumsuz etkiler yapmakta ve mağarayı işletmeyi düşünen girişimcilere ekonomik zararlar vermektedir.

Bu çalışmada öncelikle turizme açılmış mağaralarda kullanılan standart yapı malzemeleri tespit edilmiştir. Daha sonra bu malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiş, birbirleri ile kıyaslanmış ve kullanıldıkları ortamdaki fiziksel, fizikokimyasal ve biyolojik etkileşimleri ve bu ortamlardaki avantaj ve dezavantajları üzerinde durulmuştur. Örneklenen Bursa/İnegöl Oylat , Denizli Keloğlan ve Kaklık mağaralarında gözlemler yapılmış Karaca Mağarası ile ilgili olarak literatür araştırmaları yapılmıştır. Elde edilen veriler turizme açılmış mağaralardaki mevcut durumla karşılaştırılmıştır

Turizme Açılan Mağaralarda Kullanılan Yapı Malzemeleri Ve Bu Malzemelerin Ortamla Etkileşimleri

Turizme açılan mağaralarda yapılan düzenlemede kullanılan malzemeler şunlardır;

Yürüyüş Yolları: Metal, beton, ahşap, taş

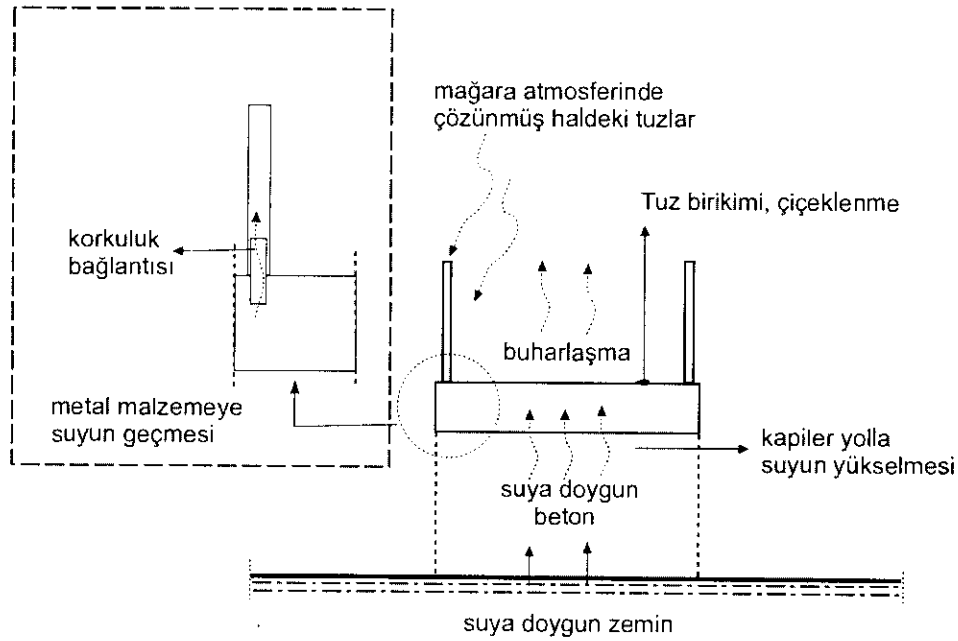
Korkuluklar: Metal, ahşap

Diğer: PVC, beton

Görüldüğü gibi turizme açılmış olan mağaralarda 5 tip malzeme kullanılmaktadır. Bunlar metal, beton, ahşap, plastik ve taştır. Beton ve metal malzeme nem ve suya karşı dirençsiz malzemelerdir. PVC ise çeşitli şekillerde deforme olmaya (kırılma, ısıdan etkilenme gibi) uygun olmasından dolayı tercih edilmesi en son istenen, görsel olarak uygun olmayan pahalı bir malzemedir. Plastik malzemeler ortama uygun seçimler değildir. Sonuç olarak metal elemanlarda korozyon, betonda karbonatlaşma gözlenmektedir. Ortam şartlarından dolayı plastik haricindeki tüm malzemeler bir süre sonra iç ve dış yapı olarak deforme olmaktadır. Bu malzemeleri etkileyen olumsuz faktörler şunlardır

1. Etkilenme koşulları (SO_4^{2-} içeriği, ortam koşulları)
2. Betonun permeabilitesi (beton altında oluşan anaerobik ortamlardan zararlı madde taşınımı)
3. Betonun yapısı (çimento seçimi ve çimentonun kimyasal yapısı)
4. Suyun varlığı (fiziksel aşınım ve fizikokimyasal reaksiyonlar)
5. Nemin varlığı (İçinde çözünmüş halde tuzları barındıran yüksek bağıl nem)
6. İmalat hataları (işçilik, malzeme seçimi)

Mağaraların zeminleri ve atmosferleri organik maddelerce oldukça zengindir. İçlerinde bir çok mikroorganizmayı barındırırlar. Özellikle mağara zeminlerindeki guano birikimleri ortamdaki tek besin kaynağı durumundadır. Guanolar mikroorganizmalara besin açısından son derece uygun ortamlar hazırlarlar. Guanoların birikimi sonucunda amonyak buharı, amonyum sülfatlar, amonyum nitratlar başta olma üzere diğer bileşikler oluşurlar .Çözünen bu tuzlar difüzyon ve konvensiyonel yollarla başka ortamlara iletilirler. Buharlaşmaya bağlı olarak mağara atmosferine karışan çözünebilir tuzların atmosferde yoğunlaştığı yerlerde elektriksel hareketliliğin artması beklenir. Bu hareketler sonucunda iletim gerçekleşir. Ayrıca mağara içindeki mağara rüzgarlarına bağlı hareketler de serbest haldeki çözünmüş tuzlarca zengin hava kütlelerinin hareketinde rol oynamaktadırlar (Şekil 1).



Şekil 1: Mağaralarda çözünen inorganik tuzların malzeme ve imalata etkisi -difüzyon ve konvensiyonel yollardan iletim- (Baradan 2004'den değiştirilerek).

Beton, yapılar buldukları ortamdaki biyolojik, kimyasal koşullardan ve atmosferik şartlardan etkilenirler. Bu etkileşim sonucunda beton yüzeyinde ve içinde çipe benzer küfler meydana gelir. Bu olay özellikle asidik ortamlarda hız kazanır (Baradan vd. 2004). Mağaraların zeminlerinin asidik olması ve içlerindeki çözünebilir tuzların betonla etkileşime girmesi ile beton yüzeyinde karbonatlaşma; sülfat etkisiyle bozulma; metal malzemelerde korozyon ve ahşap malzemelerde küflenmeler başlar. Bunun en güzel örneği henüz oldukça yeni olmasına rağmen turizme açılmış olan Bursa/İnegöl'de ki Oylat Mağarasında kullanılan metal malzemelerde gözlenen korozyondur (Foto 1).



Foto 1: Oylat Mağarası (İnegöl-Bursa) Yürüyüş Platformları Korkuluklarında Korozyon

Mağara içindeki yapı malzemelerinde en sık gözlenen durum bakterilerin ve nemin malzemeye yaptığı olumsuz etkilerdir. Özellikle zeminlerde sıkça rastlanan *Limnoria*'nın ahşap ve metal malzemeye yaptığı etki oldukça tahrip edici boyutlardadır (Tomlinson,1994). Bu bakteriye organik maddece zengin zeminlerde sıkça rastlanmaktadır. Mağaralarda, mağara canlıları için en zengin besin kaynakları mağara zeminlerinde bulunmaktadır. Ortamda

yaşayan bakteri ve mikroorganizmalar besin kıtlığından dolayı ortama giren yabancı maddeleri kemirmektedirler. Mağaralarda kullanılan yabancı malzemeler, özellikle ahşap, bakteriler için bulunamaz birer besin kaynağı olmaktadır. Mağara içi düzenlemelerinde kullanılan ahşap malzemeler ne kadar terbiye edilirse edilsin tek başlarına mağara içi düzenlemelerde uygun değildir (Foto 2).

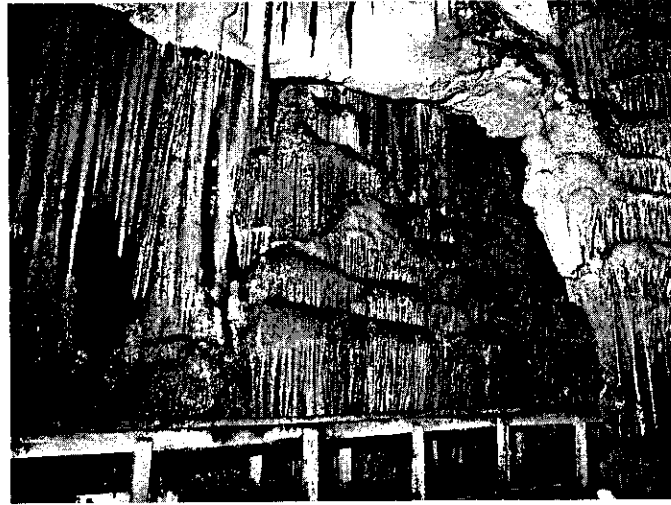


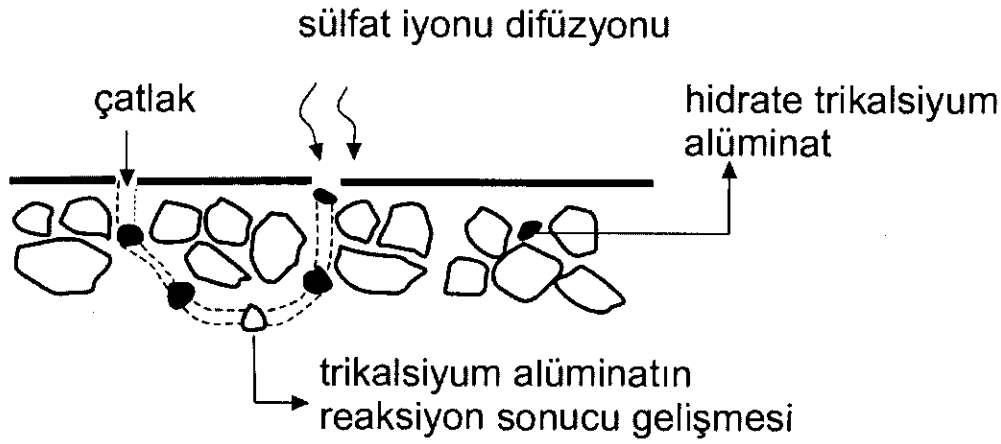
Foto 2: Karaca Mağarasında ahşap malzemedeki küflenmeler (<http://www.karacamağarasi.com>)

Turizme açılan mağaralar, kullanılan malzemenin ortam şartlarından etkilenmesinden dolayı, deformasyonların hızlı ve net olarak gözlemlendiği yerlerdir. Buna en iyi örnek Denizli'de ki Kaklık Mağarasıdır. Mağarada akan kükürtlü yer altı deresinin analiz sonuçlarında beton için zararlı tüm maddeler bulunmakta ve özellikle SO_4 değerinin fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 1)

Çizelge 1: Kaklık Mağarası yer altı deresi su analizleri (Nazik vd., 2000)

Analiz	Haydarbaba Düdeni	Haydarbaba Dış Göl
Sıcaklık	23.5	23.5
PH	6.6	6.5
EC	2000	2200
Na^{++}	0.9	1.0
K^+	0.1	0.1
Ca^{++}	10.6	8.8
Mg^{++}	7.8	9.7
CO_3	0	0
HCO_3	8.4	80
Cl^-	1.9	1.8
SO_4	9.3	10.3

Sülfatlı bileşikler beton ve metalin en büyük düşmanıdır. Bir malzemedeki sülfatın olması betonda genleşmeye ve parçalanmaya yol açar (Şekil 2). Kaklık Mağarasında akan suyun sülfatça zengin olmasının buradaki beton yürüyüş yollarını tahrip ettiği, mağarada yapılan gözlemlerde tespit edilmiştir. Bu süreç Oylat Mağarasında da işleyecektir. Kaklık Mağarasında ise süreç sadece daha hızlı işlemektedir.



Şekil 2: Betonda sülfat etkisi ile bozulma (Baradan, 2004)

Turizme açılan mağaralarda en iyi ihtimalle BS-20 betonu kullanılmaktadır. Halbuki kullanılması gereken çimento, sülfata dayanıklı TS 10157 numaralı çimentolar olmalıdır. Fakat beton malzemesi olarak hangi çimento kullanılırsa kullanılsın, yapılan beton imalatı bir süre sonra karbonatlaşmaya bağlı olarak parçalanmaya başlayacaktır. Çünkü mağaralar karbonatlaşma için son derece uygun ortamlardır ve etkiyen faktörler oldukça fazladır (Çizelge 2). Karbonatlaşma beton içindeki demir donatının paslanması açısından da önemlidir. Kaklık Mağarasında bu yanlış seçim sonucunda beton yollarda sülfat etkisiyle bozulma başlamıştır. Bu da mağara içi görünümünün bozulmasına bağlı olarak görsel kirliliğe neden olacak ve mağara flora ve faunasını da olumsuz yönde etkileyecektir.

Çizelge 2 : Mağaralarda beton imalatlara etkiyen faktörler ve etkileri (Baradan 2004)

Faktör	Etki
Su/Çimento oranı	Arttıkça karbonatlaşma hızı artar
Dozaj	Çimento miktarı arttıkça karbonatlaşma hızı düşer
Bağıl nem	%50 bağıl nemin üstüne çıkılması durumunda maksimum bozulma başlar
CO ₂ konsantrasyonu	CO ₂ konsantrasyonu arttıkça reaksiyon hızlanır
Sıcaklık	Mağaralardaki beton imalatlar için önemli değildir.hava kararlıdır
Sülfatlı ve organik bileşikler	Arttıkça bozulma artar

Turizme açılan bazı mağaralarda bir süre sonra mağara duvarlarında bozulmalar başlamaktadır (kuruma, kararırma gibi). Bunun tek sebebi ışıklandırmadan dolayı ısı ve ışık artışı değildir. Bu bozulmalar zaman içinde özellikle imalat yapılan yerlerde artış göstermektedir. Bozulmaların ilk oluşumlarında etkenlerden biriside bağıl nemin yüksek olduğu ortamda beton imalatların yapılmasıdır. Beton imalatlar, buldukları ortamın nemini dış ortama denge sağlayıncaya kadar çekerler.

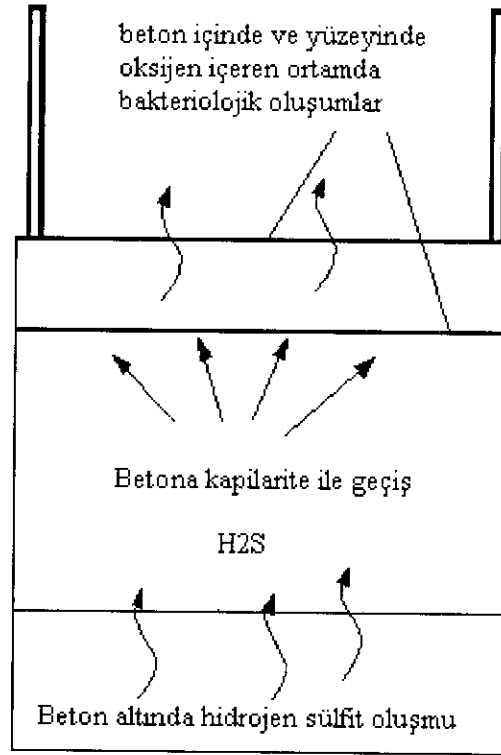
Beton yapılar buldukları ortamların fiziksel, biyolojik ve kimyasal koşullarından etkilenirler. Bu etkilenme süreci sonucunda, anaerobik ortamlarda amonyak üreten bakterilerin geliştiği, daha sonra amonyak nitrür ve nitrata çeviren bakterilerin oluştuğu ve bu çev-

rimin sülfürik asit ve sülfat etkisi meydana getirdiği belirtilmektedir (Baradan, 2004). Mağaralarda en sık rastlanan olay ise yukarıda belirtilen süreç sonunda asit etkisine yol açan biyolojik etkenlerin ortaya çıkmasıdır. Beton ile kaplanan yerlerde kısmi anaerobik alanlar meydana gelir. Bu oksijensiz veya az oksijenli (anaerobik) ortamlarda meydana gelen canlılar zemindeki sülfatların oksijenini alırlar. Bu H_2S fermantasyonunun göstergesidir (Şekil 3). Bu durumda ortamın kimyasal dengesi bozulacak ve bu alanlar okside olacaktırlar. Bunun sonucu ise ortamdaki biyolojik yapının hızla değişmesi şeklinde olacaktır. Bunun sonucunda mavi-yeşil renkli alg kolonilerinin gelişmesi mağara içinde yeni besin zincirlerinin oluşumuna sebep olacaktır. Ortamda hızla alg kolonileri oluşmaya başlayacaktır (Foto 3). Mağara içinde kullanılan aydınlatma malzemelerinin ısı ve ışığı ile bir süre sonra yosunlar beslenme imkanlarını geliştirecek, ortamda oksijen tüketiminin artmasına bağlı olarak mağara atmosferinde değişmelere sebep olacaktır. Bu süreç sonunda ortamda kalıcı hasarlar ortaya çıkacaktır. Yukarıda anlatılan durumlar az bir farkla ahşap ve metal malzeme için de geçerlidir. Özellikle ahşap malzeme gerek kendisi için gerekse mağara için biyolojik bozulmaya son derece uygun ortamlar hazırlar.

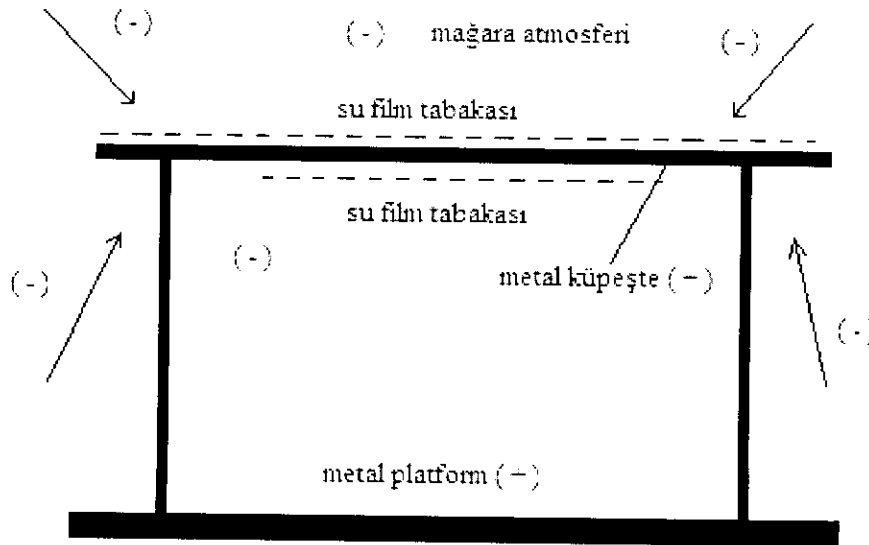


*Foto 3: Keloğlan Mağarasında alg kolonileri
(beton platformun hemen üst tarafı)*

Mağaralar gibi bağıl nemin yüksek olduğu yerlerde kullanılan metal malzemelerde korozyon yüzeydeki gibi uniform olarak gelişmez. Korozyonun oluşabilmesi için oksijen ve nem gerekir. Bağıl nemin yüksek olduğu mağaralarda korozyon son derece hızlı gelişir. Ortamda daha önce değinilen çözünmüş haldeki tuzlar korozyonu daha da hızlandırır. Tuzlar nem tutma özelliklerinden dolayı metal malzeme üzerinde su film tabakası oluştururlar. Bunun sonucunda su filmi içindeki tuzlar oksijenle birlikte eriyerek metal malzeme yüzeyinde elektrolitik ortamlar oluşmasını sağlarlar. Elektrolitik ortamlar korozyon sürecini hızlandırır (Şekil 4). Korozyon süreci sonunda korozyona uğramış yerlerde yeni ve farklı mikroorganizmalar oluşmaya başlarlar. Bu da mağaranın biyolojik yapısını dolaylı olarak bozacaktır.



Şekil 3: Yürüyüş yollarında anaerobik ortamda oluşan hidrojen sülfitlerin yosunlaşmaya etkisi (Baradan 2004)



Şekil 4: Metal malzemede çözülmüş haldeki (-) yüklü tuzların (+) yüklü metal malzeme ile reaksiyona girmeleri

Önerilen Malzemeler

Turizme açılacak tüm mağaralarda, mağaraların oluştuğu CaCO_3 'lü veya daha önce bahsedilen difüzyon ve konvensiyonel yollardan iletimin gerçekleşmesini engelleyici malzemeler kullanılmalıdır. Temel mantık elektriksel çekim kuvvetlerinin oluşmasının engellenmesidir. Bunlar başlıklar halinde aşağıda açıklanmıştır.

CaCO₃ Kökenli Malzemeler

Bu malzemeler mağaraların temel yapıtaşı olan ve bir nevi kök hücreye benzetilebilecek CaCO₃ orijinli malzemelerdir. Yürüyüş yolları bu yaklaşımla traverten taşı veya mermerlerden yapılmalıdır. Ekonomik olarak pahalı olabileceği akla geleceğinden 3. veya 4. kalite malzemeler kullanılabilir. Kalite önemli değildir. Önemli olan malzemenin zaman içinde mağara ortamına uyum gösterebilmesidir. Bu malzemeler tek başlarına çeşitli yüklerle karşı dayanıksızdırlar. Fakat bu dezavantajları diğer inşaat malzemeleri ile melezleştirilerek ortadan kaldırılabilir. Bu malzemelerin diğer bir özelliği de kolay işlenebilir olmalarıdır.

Metal Malzemelerde Korozyonu Önleyici Malzemeler

Antistatik boya kaplı alüminyum malzemeler korkuluklarda düşünülmalıdır. Bu malzemelerin üzerinde su film tabakası oluşmamakta ve dolayısıyla bakteriyolojik üremeye yol açacak durumlar meydana gelmemektedir. Demir, paslanmaz çelik, galvaniz kesinlikle düşünülmemelidir. En kaliteli paslanmaz çelik bile mağara ortamında bir süre sonra özelliğini yitirecektir.

Sonuç

Çalışmalar sırasında Oylat, Keloğlan ve Kaklık Mağarasında yapılan gözlemlerde, projelendirme ve uygulama sırasında yapılan yanlış malzeme seçimi ve imalat hataları tespit edilmiştir. Bu hatalar genellikle mağara içi düzenleme uygulamalarında ortaya çıkmaktadır. Gözlemlerin yapıldığı mağaralarda, mağaraların duvarlarında ve imalatların yakın çevrelerinde yosunlaşmaların arttığı tespit edilmiştir. Mağara içinde uygulanması gereken tasarımlar (mağara içi yürüyüş yollarının güzergahı, bu yolların görselliği gibi) iyi olmasına rağmen imalatların özensiz ve yanlış malzeme tercihleri ile yapıldığı gözlenmiştir. Adeta sıradan bir yapının beton ve betonarme imatları gibi yapılmış olan bu imatlar mağaraların kendilerine has görsel güzellikleri ile bütünlük sağlamadığı gibi doğal yapıya da zarar vermektedir.

Ülke zenginliklerimizden olan mağaraların turizme açılması gereklidir. Fakat turizme açma süreci kontrolörler gözetiminde , plan - projeli olarak yapılmalı ve devlet kontrolünde azami hassasiyet gösterilmelidir. Özellikle mağara içi imatların yapımı sırasında konu ile ilgili mağarabilimcilerin imalat sürecini sürekli kontrol altında tutmaları gereklidir.

Bölgelerin sürdürülebilir kalkınma hareketlerinde önemli rol oynayan turizm aktivitelerinin ülke ve bölge ekonomilerine sağlayacağı katkılar göz ardı edilemez. Turizme açılan mağaraların da buldukları yöredeki turizm hareketlerine katkı sağladıkları da bir gerçektir. Kısa vadede kar etme amaçlı maliyeti düşürücü çözümler uzun vadede büyük ekonomik zararlara yol açarlar. Turizme açılacak olan mağaralarda bu daha da önemlidir. Zira yüz binlerce yılda oluşabilen mağaralar ve damlataş çökelleri yanlış uygulamalar sonucunda çok çabuk tahrip olabilecek hassas şekillerdir. Bu varlıklarımızın korunması, bizlerden sonra gelecek nesillerin de bu güzelliklerden faydalanmaları için ucuz kısa vadeli ve ekonomik olmayan çözümler yerine uzun vadede maksimum faydayı sağlayacak çözümler üretilmelidir. Bu faydayı sağlayacak çözümlerin üretilmesinde; malzeme, mağara iklimi, mağara biyolojisi ve ekolojisi konularında çalışan mağara bilimcilerinden oluşan uzmanların görüşü alınmalıdır.

KAYNAKÇA

- Baradan B., Yazıcı H., Ün H., (2004) : Betonarme yapılarda kalıcılık (Durabilite), DEÜ Müh.Fak. yayınları, yayın no: 298, ISBN : 975-189-1
- Barr, T.C.Jr.,1968.Cave ecology and evolution of troglobites ,Evolutionary Biology. V. 2:35-102
- Fontana M.G.,1986: "Corrosion Engineering", Third Edition,Mcgraw-Hill, California
- Gjorv, O.E.,2002 : Kaynak ve çevre yönlerinden beton yapıların dayanıklılığı, Çimento ve Beton Dünyası.Yıl 6 ,sayı 35, TÇBM, Ankara
- Hoobs D.W., 1988 : Alkali-silica reaction in concrete, London
- Nazik L. ve dg.,2000 : Kaklık Mağarası Araştırma Raporu, MTA Genel Müdürlüğü elektronik rapor arşivi, <http://iis.mta.gov.tr/>
- Nazik L., Aksoy B., 1991: Mağaralar, özellikleri, haritalama teknik ve yöntemleri – 1 Harita ve Kadastro Dergisi, Yıl 2. Sayı 4, Harita Kadastro Teknikerleri Derneği Yayınları, ANKARA
- Tomlinson M.J., 1994 : Pile Design and Costruction Practice, Cambridge University Engineering Department,London
- <http://www.karacamagarasi.com>