

KORUMA ONARIM ÇALIŞMALARI ÖNCESİ BOZULMALARIN TEŞHİSİNE BİR ÖRNEK: HIERAPOLIS KUZEY NEKROPOLÜ 175 NOLU ANITSAL MEZAR

HÜSEYİN ONUR ERDEM

Araş. Gör., Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü
herdem@pau.edu.tr

EVİN CANER

Yrd. Doç. Dr., Pamukkale Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü
ecaner@pau.edu.tr

ÖZ

Tarih boyunca doğal taşlar kullanılarak inşa edilen mimari eserler günümüzde taşınmaz kültürel mirasın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Sabbioni ve Diğerleri, 2012: 74). Ancak bu yapılar zaman içerisinde malzeme bozulmaları da dahil olmak üzere bir çok farklı sebebe bağlı olarak tahrip olmaktadır (Doehne ve Price, 2010: 16; Fitzner, 2004: 677). Bozulmaya neden olan etkenlerin ve bozulma süreçlerinin belirlenmesi için yapılacak “teşhis” çalışmaları koruma yaklaşımının oluşturulmasındaki en önemli aşamadır (Paoletti ve Diğerleri, 2012: 116; Güleç, 2012: 61, Cardell ve Diğerleri, 2003: 165).

Bu çalışmada, uygun koruma ve onarım uygulamalarının ortaya konulabilmesi için gerekli teşhis çalışmalarından görsel bozulmaların haritalandırılması ve spot tuz testleri kullanılarak Phrygia Hierapolis’i Kuzey Nekropolünde bulunan 175 Nolu anıtsal mezar yapısı ele alınmıştır. Bozulmaların çeşitleri ve dağılımlarının görsel analizleri ve spot tuz testleri sonucunda; yapıda bozulmalara neden olan öncelikli etkenlerin nem, tuz ve önceki onarım malzemeleri kaynaklı oldukları tespit edilmiştir. Bozulmaların durdurulması ve yapı üzerinde bozulmaya sebep olan etkenlerin ortadan kaldırılması için önerilerde bulunulmuştur. Bu çalışma; tüm tarihi taş yapılar için, uygulanacak koruma onarım müdahaleleri öncesinde teşhisin önemine bir örnek teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Taş bozulmaları, teşhis çalışmaları, görsel bozulma haritaları, Hierapolis.

DIAGNOSTIC STUDIES BEFORE CONSERVATION AND RESTORATION WORKS: A CASE STUDY-HIEARAPOLIS NORTHERN NECROPOLIS MONUMENTAL TOMB NO: 175

ABSTRACT

Buildings and monuments built using natural stone throughout the history constitute an important part of immovable cultural heritage (Sabbioni et al., 2012: 74). However various factors including material deterioration cause considerable damage to these buildings (Doehne and Price, 2010: 16; Fitzner, 2004: 677). Diagnostic studies for the determination of factors and processes causing material deterioration are important before the selection of proper conservation practices (Paoletti et al., 2012: 116; Güleç, 2012: 61, Cardell et al., 2003: 165).

In this study, monumental tomb no: 175 in Northern Necropolis of Hierapolis was investigated by visual decay mapping and soluble salt spot tests for the diagnosis of deterioration problems before the selection of proper conservation practices. Based on the visual analysis of the type and distribution of decay forms and results of spot tests, main factors causing material deterioration were found to be dampness, soluble salts and incompatible materials used in former repairs. At the end of the study some recommendations were proposed for the elimination of deterioration sources to prevent further decay. This study represents an example for the importance of the diagnostic studies before the conservation interventions.

Key Words: Stone deterioration, diagnostic study, visual decay mapping, Hierapolis.

Binalar, anıtlar ve sanat eserlerinin yapımında doğal taşların kullanılması, insanlık tarihi kadar eskidir (Fitzner ve Heinrichs, 2001: 12). Bu nedenle taş koruma da, koruma alanında eski ve çok çalışılan konulardan birisi olmuştur (Caner, 2011: 2; Sabbioni ve Diğerleri, 2012: 74). Yapılan çalışmalarda, taş malzemenin korunması için ölçülebilir ve takip edilebilir teşhis çalışmalarının gerekliliği belirlenmiştir (Tabasso Laurenzi, 1993: 54). Son yıllarda yapılan disiplinlerarası araştırmalar ve teknolojiye gelişmeler ile teşhis, koruma basamakları arasında önemli bir yer edinmiştir (Fitzner ve Heinrichs, 2001: 22). Ancak taş koruma uygulamaları, sıklıkla teşhis çalışmaları yapılmaksızın belirlenmiş ve uygulanmışlardır. Bu tür uygulamaların büyük çoğunluğunun taşa zarar verdiği ve hemen hiçbirinin bozulma süreçlerini durdurmadığı belirlenmiştir (Ahunbay, 1996: 38; Torraca, 1976: 217-316). Bozulmaların kaynaklarının, türlerinin ve dağılımlarının tespit edilmemesi durumunda koruma ya da onarıma yönelik yapılan müdahaleler başarısız olacaktır. Başarılı müdahalelerin belirlenmesi için bozulmaların, çeşitlerinin, derecelerinin ve dağılımlarının tespit edilmesi gerekmektedir. Teşhis çalışmaları, kültür varlıklarında görülen bozulmaların ortaya çıkma nedenlerinin, derecelerinin ve derinliklerinin; çeşitli analizler ile elde edilen verilerin değerlendirilmesiyle tespit edilmesini sağlar (Caner Saltık, 2003: 190; Paoletti ve Diğerleri, 2012: 116).

Bozulmaların teşhisi yapılırken kullanılan yöntemler, tahribatsız analizler ve laboratuvar analizleri olarak iki ana gruba ayrılır. Son bilimsel gelişmeler ile birlikte tahribatsız tekniklerin, kültürel mirasın korunması için gerekliliği kesinleşmiş; malzemenin özellikleri, görülen bozulmaların tespiti, yapılacak müdahalelerin etkinliğinin değerlendirilmesi ve malzeme uyumluluğunun değerlendirilmesi için vazgeçilmez olmuştur (Moropoulou ve Diğerleri, 2013: 1222). Bozulmaların teşhisinin sağlıklı sonuçlar vermesi için gerektiği durumlarda laboratuvar analizleri de yapılmalıdır.

Bu çalışmada yararlanılan, tahribatsız analiz yöntemlerinden biri olan görsel bozulmaların haritalandırılması; taş tiplerinin ve görülen bozulma türlerinin kesin olarak tayin edilmesine, belgelenmesine ve değerlendirmesine yardımcı bir tekniktir (Fitzner ve Heinrichs, 2001: 22). Bozulma türlerinin haritalandırılması; laboratuvar verileri ile saha verilerinin arasındaki sentezin kurulması ve araştırmadan elde edilen bilgilerle gerekli koruma aktivitelerinin geliştirilmesi için, kullanışlı ve pratik çözümler sağlayan güçlü bir araçtır (Rodrigues, 2015: 271). İncelenen yapı için haritalandırmalar yapılarak bozulma nedenleri, dereceleri ve dağılımları ile ilgili veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

Çalışma kapsamında uygulanan görsel bozulmaların haritalandırılması tekniği ile elde edilen verilerin desteklenmesi amacıyla laboratuvar analizlerinden, suda çözünebilir tuzların tayini yapılmıştır. Suda çözünebilir tuzların tespiti için çeşitli yöntemler kullanılabilen olup, malzeme üzerinden alınan ve toz hale getirilen bir birim numunenin belirli birim suda çözündürülmesi sayesinde tuzun cinsi ve miktarı saptanabilir (Martinho ve Diğerleri, 2014: 347). Bu doğrultuda spot testler yapılarak incelenen malzemelerdeki tuzların cinsleri, bozulma nedenlerinin anlaşılabilmesine destek amacı ile belirlenmiştir.

175 NOLU MEZARIN KONUMU, TANIMI VE TARİHİ

Hierapolis Antik Kenti; Denizli İli şehir merkezinin yaklaşık 18 km kuzeyinde, Pamukkale İlçesi içerisinde yer alır. Kent antik çağlarda Phrygia Bölgesi olarak adlandırılan alan içerisinde yer alan Lykos Vadisi kentlerinden biridir (Sevin, 2001: 203; D'Andria, 2003; 9). 175 Nolu Anıtsal Mezar; Phrygia Hierapolis'i kuzey nekropolünde bulunan ve yerel traverten cinsi taştan inşa edilmiş bir anıtsal mezar yapısıdır.

Hierapolis nekropolünün karakteristiği olan düz çatılı, dikdörtgen planlı, büyük ve düzgün bloklardan oluşan duvar örgülü olup; ev tipi mezar tipolojisi ile ilişkilidir (Ferrero, 1994: 349) (Fot. 1). Masif bloklardan oluşan bir steirobat üzerine inşa edilen yapı, iki basamaklı podyuma sahiptir. Podyumun üzerinde ince yonulu, sade profilli bir toikhobat ve üzerinde izodomik olmayan ince yonulu masif bloklardan oluşan duvar örgüsü bulunmaktadır. Mezar girişi kuzey cephede toikhobatin hemen üzerinde, cepheye ortalı bir pozisyonda yer almaktadır. Önceki dönem onarımlarında mezarın girişi devşirme malzeme olan amorf taşlar ve harç ile kapatılmıştır. Yapı, duvarların üzerini örten yatay geison ve profilli sima ile tamamlanmıştır. Üst örtüsü düz dam biçimindedir. Çatı üzerinde lahit yerleştirilmesi için bir kaide yer almaktadır (Ferrero, 1995: 98).

M.S. 2. ve 3. yüzyıllar Roma imparatorlarının da destekleriyle kentin büyük gelişim gösterdiği bir dönem olup, kentin en parlak dönemidir (Sevin, 2001: 203; Gür, 2007: 220; Akurgal, 1988: 390). 175 No'lu anıtsal mezar da aynı tarihlerde, M.S. 2. ve 3. yüzyıllar arasında inşa edilmiş ve uzun süre kullanılmıştır (Ferrero, 1995: 98).



Foto. 1: 175 No'lu Mezar kuzey cephesi.

175 NOLU MEZARIN ONARIM TARİHÇESİ

Hierapolis kuzey nekropolünde farklı dönemlerde çeşitli onarım faaliyetlerinde bulunulmuştur. Bu çalışmalar; 1957-1969, 1984-1989,1990-1991 ve 1992-1994 yılları arasında yapılmıştır (D'Andria: 2003: 18-19). 175 No'lu mezar ile ilgili onarım geçmişi araştırılmış ve Daria De Bernardi Ferrero yönetiminde 1993 yılında yapılan çalışmalar kapsamında onarım geçirdiği tespit edilmiştir (Ferrero, 1994: 346). Mezar yapısı üzerine yapılan görsel incelemelerde tespit edilen onarım malzemeleri ve yaklaşımlar, söz konusu dönemde yapılan çalışmalarla bire bir örtüşmekte ve daha önceki dönemlerde bir modern onarım geçirmediği düşünülmektedir.

Ferrero, 1993 yılında mezar yapısı için; kısmen yıkılmış, blokların bazılarının parçalanmış ve bazılarının eksik olduğunu ve başta çatı kısmı olmak üzere, binayı oluşturan blokların pozisyonlarında kaymalar olduğunu bildirmiştir (Ferrero, 1994: 350). Parçalanmış ve yıkılmış bloklarının, yerinde kalan parçalarıyla birleştirilebilmesi adına özgün yerinde bulunan parçalar da indirilmiş; paslanmaz çelik vidalar, çelik barlar, Araldite AV138M ve sertleştirici HV988 kullanılarak tümlemesi yapılmıştır (Ferrero, 1994: 350) (Fotoğraf 2). Bu işlem taşıyıcı duvarların ve üst örtünün kısmen ya da tamamen yeniden konumlandırıldığını düşündürmektedir. Ayrıca özgün yerlerinde olmayan kenetler, paslanmaz çelik kullanılarak yenilenmiştir (Ferrero, 1994: 350) (Fotoğraf 3). Kenetlerin yenilenmesi işlemi için, ilgili blokların üst sıralarının tamamen indirildiği düşünülebilir ki bu durum yapının taşıyıcılarının ve üst örtüsünün yeniden konumlandırıldığı düşüncesini desteklemektedir.

Tamamı eksik blokların yerine travertenden yenileri üretilmiş, bir kısmı eksik olan ya da kırık olanlar için çift örgülü duvarlar inşa edilmiş ve içleri çimento ve çakıl karışımıyla doldurulmuştur (Ferrero, 1994: 350) (Fotoğraf 4).



Foto. 2: Blokları birbirine bağlayan çelik barlar.



Foto. 3: Paslanmaz çelik kenetler



Foto. 4: Eksik bloklar yerine üretilen traverten bloklar ve çimentolu harçla örülen çift sıra duvarlar.

175 NOLU MEZARDA BOZULMALARIN TEŞHİSİ

Yapının cepheleri üzerine yapılan görsel analizler neticesinde beş farklı bozulma türünün varlığı izlenmiştir. Bunlar; biyolojik bozulmalar, çatlak oluşumları, malzeme kayıpları, parçalar halinde ayrılmalar ve renk değişimleridir.

Biyolojik bozulmalar; likenler, yosunlar, gelişmiş bitkiler ve hayvansal atıklar olmak üzere dört ayrı türde varlık göstermektedir. Yapılan haritalandırmalar neticesinde biyolojik bozulmaların yoğunluğunun cepheler arasında farklılık gösterdiği anlaşılmıştır. En yoğun etki kuzey cephede iken en az etki güney cephede gözlemlenmiştir (Figür 1).

En yaygın görülen biyolojik bozulma etkeni likenlerdir. Likenler tüm cephelerde bulunmakla birlikte, beyaz ve sarı renkli olmak üzere iki türü gözlemlenmiştir. Yaygın olarak beyaz renkli likenler, nadiren sarı renkli likenler biyolojik bozulmalara neden olan etkenlerdendir. Likenler, içinde nem bulunan taş yüzeylerde kolaylıkla yayılım gösterirler (Koç, 2014: 14). Yapının cephelerindeki yayılım alanları incelendiğinde; zemine yakın ve çatıya yakın blok sıraları üzerinde yoğunluk gösterdikleri belirlenmiştir. Bu nedenle bu kısımlarda nem probleminin olduğu düşünülmektedir.

Yosunlar; en yaygın görülen ikinci biyolojik bozulma etkenidirler. Hazırlanan yayılım haritası incelendiğinde; kuzey cepheden güney cepheye doğru yoğunluklarının azaldığı görülmektedir. Ayrıca tüm cephelerde geçerli olmak üzere; zemine yakın blok sıraları ve çatıya yakın blok sıraları üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Yaşamak için likenlere oranla daha fazla suya ihtiyaç duyan yosunların (Koç, 2014: 13-14) bu bölgelerde bulunması, taş malzemede doğrudan nemin varlığını işaret etmektedir.

Gelişmiş bitkiler; diğer biyolojik bozulma etkenleriyle benzer şekilde, kuzey ve batı cephede daha yoğun olmak üzere tüm cephelerde görülmektedirler. Bu tür bitkilerin cephelerdeki yayılımı incelendiğinde; tamamına yakınının zemin hizasındaki blok sıraları üzerinde buldukları görülmektedir. Gelişmiş bitkiler yaşamak için diğer biyolojik etkenlere göre daha çok suya ihtiyaç duyarlar. Zemine yakın blokların, toprakta bulunan neme maruz kalmaları bu bitkilerin gelişmesinde bir etken olarak değerlendirilmiştir. Bu bitkilerin inceleme sırasındaki durumları itibarı ile yapıyı ciddi derecede tehdit edecek boyutlarda olmadıkları değerlendirilmiştir.

Hayvansal atıklar; kuş dışkıları ve güney cephesinde yer alan bir kuş yuvasından oluşmaktadır. Söz konusu atıkların barındırdıkları fosfat cinsi tuzlar nedeniyle yapı malzemesinde tuz problemleri oluşmasına imkan sağlayabileceği değerlendirilmiştir. Yapılan spot tuz testleri neticesinde; hayvansal atıkların en yoğun görüldüğü güney cephesinin, fosfatlı tuzların en yoğun görüldüğü cephe olması ve ilgili tuz nedeniyle oluşan beyaz renkli lekelenmelerin söz konusu atıklarla aynı alanlarda bulunması; fosfatlı tuzların kaynağının hayvansal atıklar olabileceğini göstermektedir.

Biyolojik bozulmalar; malzeme yüzeyinde patinalanma, renk değişimleri, kabuk oluşumu ve pul pul dökülme gibi bozulmalar oluşmasına neden olabilir (Marano ve Diğerleri, 2016: 67). Bu yönüyle yapıda görülen biyolojik bozulmaların, renk değişimlerine neden oldukları belirlenmiştir. Ayrıca; mikroorganizmalar ve bitki toplulukları kimyasal ve fiziksel bozulmalara neden olurlar (Öcal ve Dal, 2012: 110). Varlığı tespit edilen bu tür biyolojik bozulmaların; çatlak oluşumları ve yüzey kayıpları oluşmasına katkı sağladıkları değerlendirilmektedir.

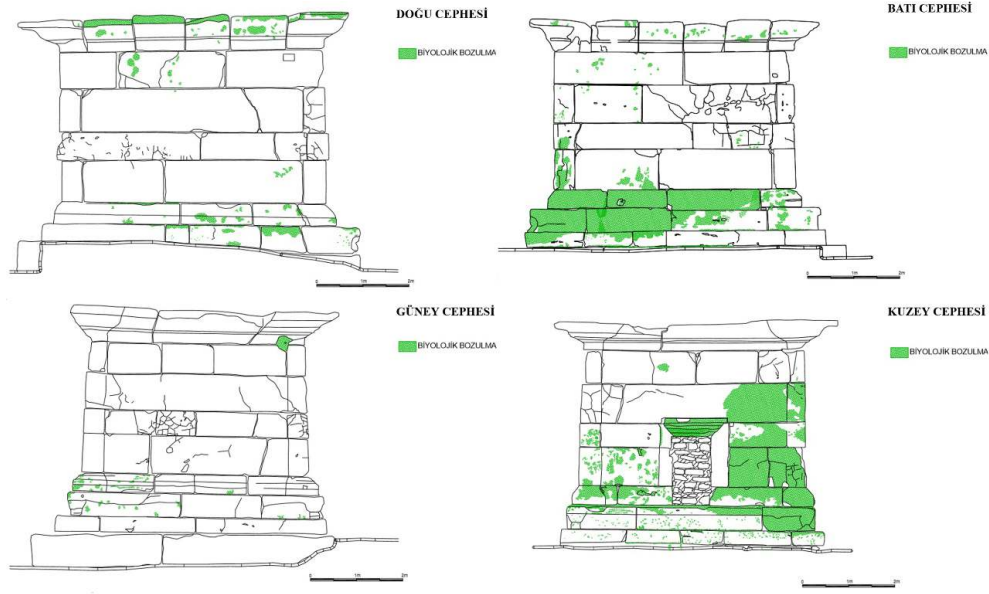


Fig. 1: Cephelerde yapılan görsel biyolojik bozulma haritaları.

Çatlak oluşumları ve parçalar halinde ayrılmalar; mezar yapısında tespit edilen yapı için en ciddi tehdit oluşturan iki bozulma türüdür. Bu iki bozulma türünün cephelerdeki yayılım alanları incelendiğinde yoğunlukla aynı yatay blok sırası üzerinde yer aldıkları görülmektedir (Figür 2, Figür 3). Bu nedenle oluşmalarındaki etkenlerden en önemlisinin statik kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bunun nedeni, ilgili blok sıralarının çoğunlukla duvar örgüsündeki yüksekliği en düşük sıralar olması ve üzerine binen basıncın dağılımında, diğer blok sıralarına oranla daha az alana sahip olmaları olmalıdır. Ayrıca bu bloklar, cephelerde çimentolu onarım harcının en yoğun kullanıldığı bloklar arasındadır. Cephelerde görülen parçalar halinde ayrılmaların tamamına yakını, kılcal ve orta genişlikteki çatlakların büyük kısmı bu bloklar üzerinde görülmektedir. Bu nedenle çimentolu onarım harçlarının da bu bozulma türlerinin kaynaklarından biri olduğu düşünülmektedir. Tüm cepheler için; her iki bozulma türü ve onarım malzemeleri için ayrı haritalandırmalar yapılmış ve bir araya getirilmiştir. Haritalar üzerinde, söz konusu iki bozulma türünün, çimentolu onarım harçları ile birebir örtüşen sınırlara sahip olduğu görülmüş ve bu düşünce desteklenmiştir. Çimento içerisinde bulunan sülfat cinsi tuzların bu bozulma türleri ile ilişkisi değerlendirilmelidir. Tuz kristalleşmesine bağlı oluşan mekanik stres, çatlakların oluşmasına neden olan en önemli etkenlerdendir (Rothert ve Diğerleri, 2007: 193). Bu nedenle, harcın kullanıldığı bir blok üzerinden alınan numuneler laboratuvarında tuz testlerine tabi tutulmuş ve SO_4^{2-} türü suda çözünebilir tuzların varlığı tespit edilmiştir. Bu durum, çimentolu onarım harcı ile örtüşen bozulma türlerinin; çimento ve taş arasındaki genleşme ve direnç farklarından kaynaklı etkiler ile çimento kaynaklı tuzların etkileri neticesinde oluştuğunun bir göstergesi olmalıdır.

Çatlaklar; yapıya kapilarite ile nem taşınmasına (Torraca, 1982: 17; Yıldırım, 2007: 27), buna bağlı olarak biyolojik bozulmalara, donma-çözünme döngülerine ve tuz kristalleşmesi döngülerine neden olurlar (Dal, 2010: 49). Nem ile yapı malzemesine nüfuz eden tuzlar, parçalar halinde ayrılmalara ve malzeme kayıplarına neden olabilirler

(Steiger ve Charola, 2011: 264). Çatlaklar ve kapilarite nedeniyle yapı malzemesine nüfuz eden nem ve suda çözünebilir tuzların; biyolojik bozulmalar, renk değişimleri, parçalar halinde ayrılmalar ve malzeme kayıplarına neden olduğu değerlendirilmiştir.

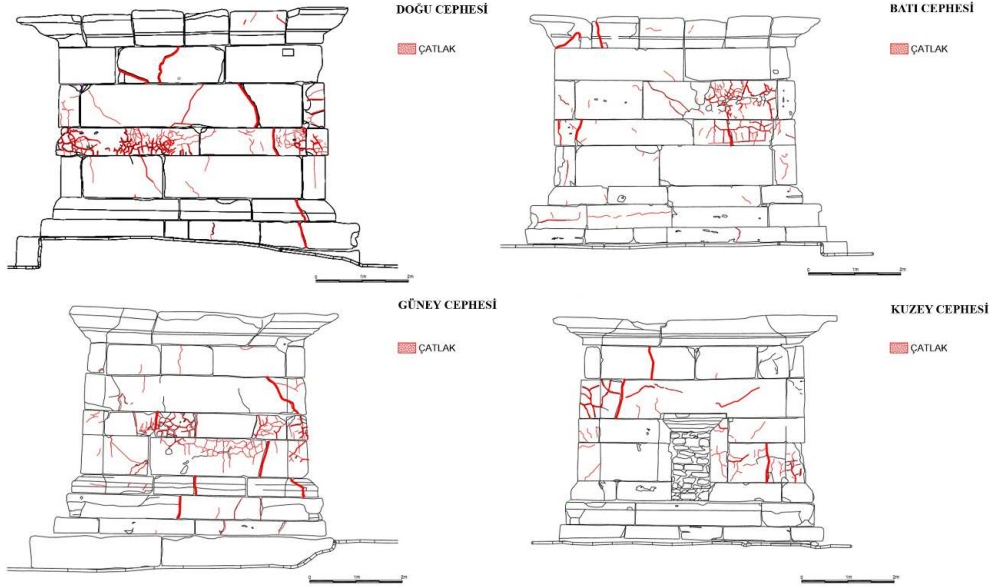


Fig. 2: Cephelerde yapılan çatlak oluşumu haritaları.

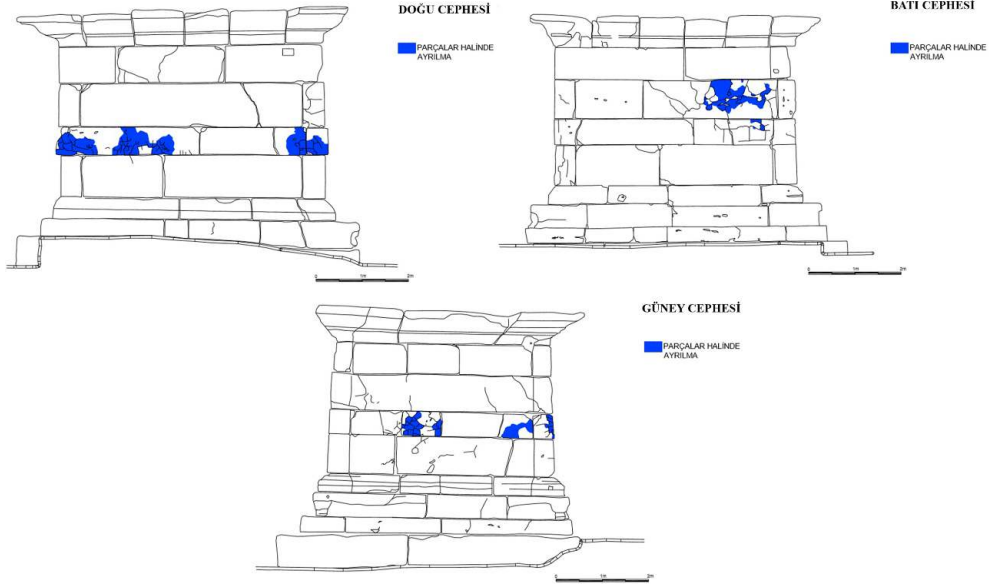


Fig. 3: Cephelerde yapılan parçalar halinde ayrılma haritaları.

Renk değişimleri; yapının tüm cephelerinde oldukça yaygın görülen ve kendi içerisinde dört ayrı türde varlık gösteren bir bozulma türü olarak değerlendirilmiştir. Bunlar; biyolojik lekelenmeler, gri lekelenmeler, siyah lekelenmeler ve beyaz lekelenmelerdir.

Biyolojik lekelenmelerin oluşumuna neden olan etkenler; yosunlar, likenler, gelişmiş bitkiler ve hayvansal atıklardır. Yosunlar ve gelişmiş bitkiler yeşil ve kahverengi tonlarında, likenler beyaz ve sarı tonlarında, hayvansal atıklar kahverengi tonlarında lekelenmelere neden olmaktadır. Oluşturulan renk değişimi haritalarında, biyolojik lekelenmelerin cephelerdeki dağılımları incelenmiş; yoğun olarak zemine yakın ve çatıya yakın blok sıraları üzerinde buldukları anlaşılmıştır (Figür 4). En büyük yoğunluk kuzey cephesindedir. Kuzey cephenin güneş ışınlarına daha az maruz kalması nedeniyle daha geç kuruması ve daha nemli kalması biyolojik bozulma ve lekelenmelere uygun ortam sağlamıştır.

Gri lekelenmelerin yayılım alanları, renk değişimi haritaları üzerinde incelenmiş ve tamamının zemine yakın blok sıraları üzerinde görüldüğü anlaşılmıştır. Bu nedenle zeminden yükselen nem ile taşınan yabancı maddelerin ve suda çözünebilir tuzların, gri lekelenmelerin oluşmasında etkili olduğu düşünülmüştür. Bu doğrultuda kuzey ve güney cephelerden numuneler alınarak spot tuz testlerine tabi tutulmuştur. Tespit edilen NO_2^- ve Cl^- gibi suda çözünebilir tuzların, gri lekelenmelerin oluşumunda neden oldukları belirlenmiştir.

Benzer şekilde siyah lekelenmelerin haritalar üzerindeki dağılımı incelendiğinde, tamamının çatı ve çatıya yakın blok sıraları üzerinde görüldüğü anlaşılmıştır. Yayılım şekilleri incelendiğinde; çatıdan zemine doğru etki alanının ve yoğunluğunun azaldığı görülmektedir. Bu nedenle oluşumdaki ana etkenin gri lekelenmelerde olduğu gibi çatıda biriken ve cepheye etki eden nem, taşıdığı yabancı maddeler ve suda çözünebilir tuzlar olduğu değerlendirilmiştir. Çatıya yakın alanlarda görülen siyah lekelenmeler ile biyolojik lekelenmelerin tamamının çakışık durumda olması, biyolojik türlerin yaşaması için suyun gerekliliği; siyah lekelenmelerin oluşumunda nemin etkisini gösterir bir durumdur.

Beyaz lekelenmeler yapıda görülen renk değişimlerinden en az yoğunlukta olanıdır. Özellikle güney cephede yoğunluk gösterir. Haritalar üzerinde yayılım alanları ve şekilleri incelendiğinde, diğer tüm renk değişimlerinin ve bozulma türlerinin aksine diğer bozulma türleri ile bütünleşik bir yayılım göstermedikleri görülmektedir. Bu nedenle oluşmalarına neden olan etkenin, yüzeyde oluşan bir yabancı madde veya tuz birikimi olduğu değerlendirilmiştir. Bu doğrultuda kuzey ve güney cephelerde beyaz lekelenme görülen alanlardan numuneler alınmış ve spot tuz testlerine tabi tutulmuştur. Yapılan testler neticesinde yüzeyde biriken maddenin SO_4^{2-} ve PO_4^{2-} türü suda çözünebilir tuzlar olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle beyaz lekelenmelere neden olan etkenin çiçeklenme olduğu anlaşılmıştır.

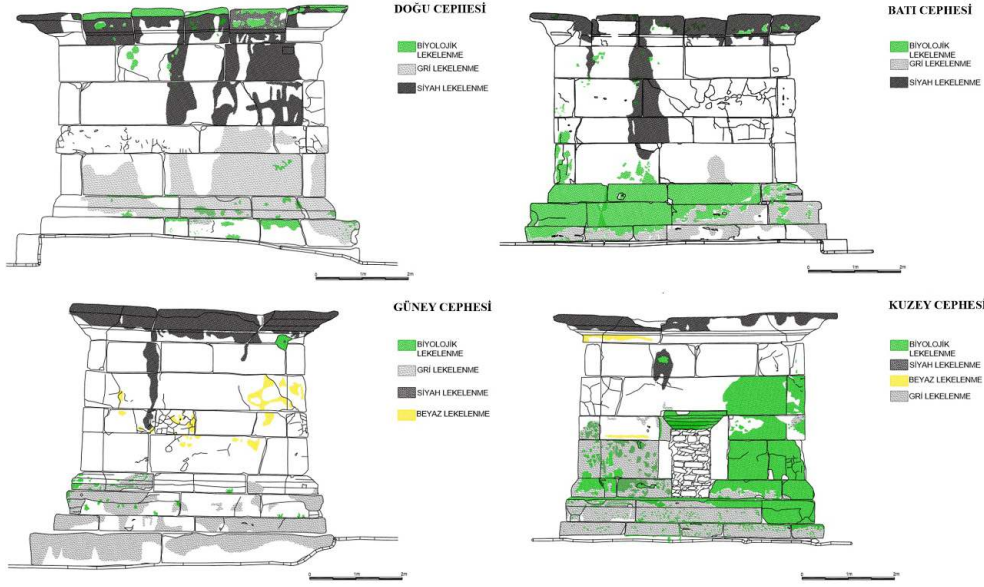


Fig. 4: Cephelerde yapılan renk değişimi haritaları.

Malzeme kayıpları; yapıyı tehdit eden önemli bozulma türlerinden biri olarak tüm cephelerde görülmektedir. Yapıda; parça kopması ve yüzey kaybı olmak üzere iki ayrı türde malzeme kaybı görülmektedir.

Her bir cephe için hazırlanan malzeme kaybı haritalarında; parça kopmalarının yoğunlukla çatıyı oluşturan bloklar üzerinde görüldüğü ve zemine inildikçe yoğunluklarının azaldığı görülmektedir (Figür 5). Tüm bozulma türlerinin bir arada gösterildiği haritalarda, parça kopmalarının yoğunlaştığı çatı bloklarında yoğunluk gösteren iki farklı bozulma ön plana çıkmaktadır. Bunlar; siyah lekelenmeler ve biyolojik bozulmalar/lekelenmelerdir. Çakışık alanlarda bulunan bu iki bozulma türü ile parça kopmalarının birbirlerini tamamlar durumda oldukları görülmektedir. Nem; hem renk değişimlerinin oluşmasına neden olan yabancı maddelerin ve suda çözünebilir tuzların taşınmasına (Fitzner ve Heinrichs, 2001: 24) hem de biyolojik türlerin yaşamasına imkan sağlayarak biyolojik bozulmaların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Koç, 2014: 13-14). Malzemeye nüfuz eden nem ve çözünebilir tuzların, atmosferdeki ısı değişimleri nedeniyle donma veya buharlaşmaya bağlı hacim genişlemesi sonucu oluşturdukları tahribat, zamanla yüzeyden parça kopmasına sebep olur (Rodrigues, 2015: 268; Gomez Heras ve McCabe, 2015: 5). Bu nedenle; parça kopmalarına neden olan etkenlerden birinin nem ve çözünebilir tuzlar olduğu düşünülmektedir. Ferrero, 1993 yılında yapının kısmen yıkılmış ve başta çatı kısmı olmak üzere, blokların pozisyonlarında kaymalar olduğunu bildirmiştir (Ferrero, 1994: 350). Blok düşmeleri ve yıkılmalar, parça kopmalarının oluşumuna neden olabilecek bir diğer etken olarak düşünülmektedir.

Yüzey kayıpları; yapıda genellikle duvar örgüsünü oluşturan bloklar üzerinde, çatlaklarla ve parçalar halinde ayrılmalara yakın ilişki içerisinde gözlemlenirler. Buna ek olarak; yüzey kayıplarının çoğunlukla bulunduğu bloğun diğer bir blokla birleştiği kenarlar ve köşeler üzerinde yer aldığı anlaşılmıştır. Bu durumun nedeni duvar

örgüsündeki yük dağılımının eşit olmamasından kaynaklı, fazla basınç olarak düşünülmektedir. Buna neden olan faktör; 1993 yılında yapı onarılmadan önce duvarlarda konveks ve konkav biçimli eğilmelerin varlığının bildirilmesi ile ilgilidir (Ferrero, 1994: 350). Onarımdan önce duvar örgüsünde oluşan bu durum, basıncın eşit dağılmamasına ve bu nedenle blokların birbirine temas ettiği kenar ve köşelerde kırılmaların oluşmasında etkili olmalıdır.



Fig. 5: Cephelerde yapılan malzeme kaybı haritaları.

SONUÇ

Yapıda görülen bozulma türlerinin yanı sıra tüm cepheler için onarım malzemelerinin dağılım haritası çıkarılmıştır (Figür 6). Tüm cepheler için; hazırlanan biyolojik bozulmalar, renk değişimleri, çatlak oluşumları, parçalar halinde ayrılmalar, malzeme kayıpları ve onarım malzemeleri haritaları bir araya getirilmiş ve bozulmaların türleri, kaynakları ve dağılımları incelenmiştir (Figür 7). Bu incelemeler sonucunda tüm bozulmalar için uygulanması gereken müdahaleler adına önerilerde bulunulmuştur.

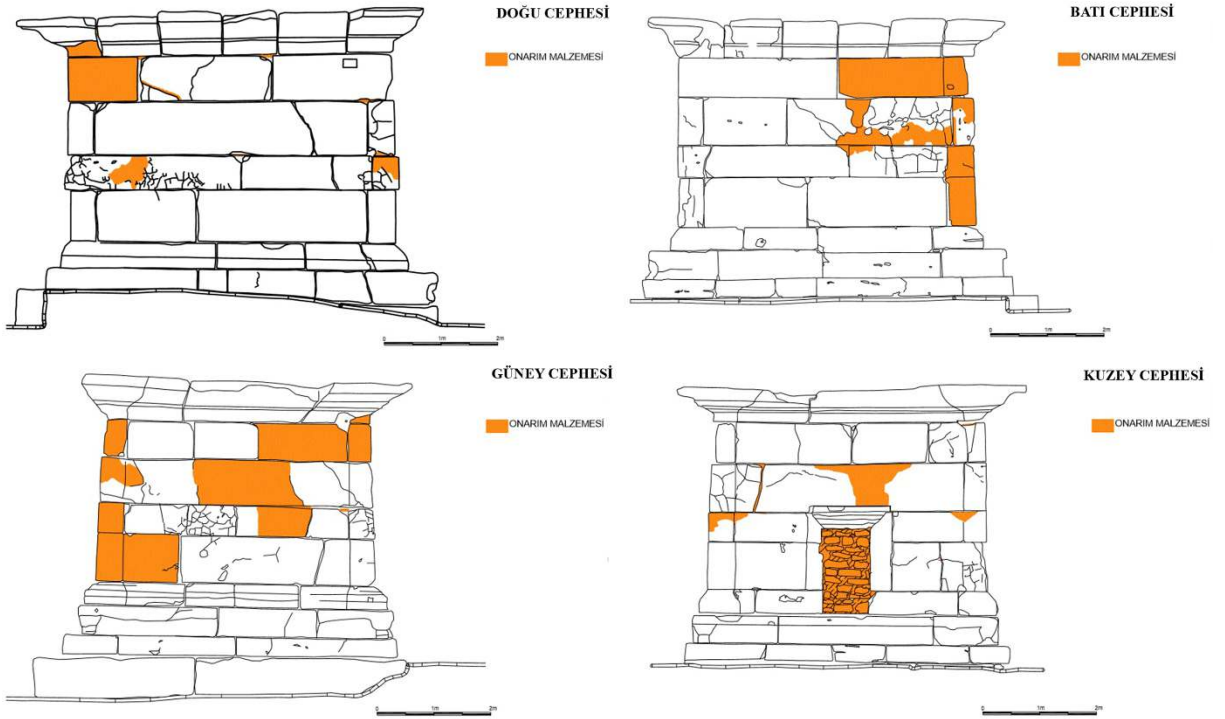


Fig. 6: Cephelerde yapılan onarım malzemeleri haritaları.

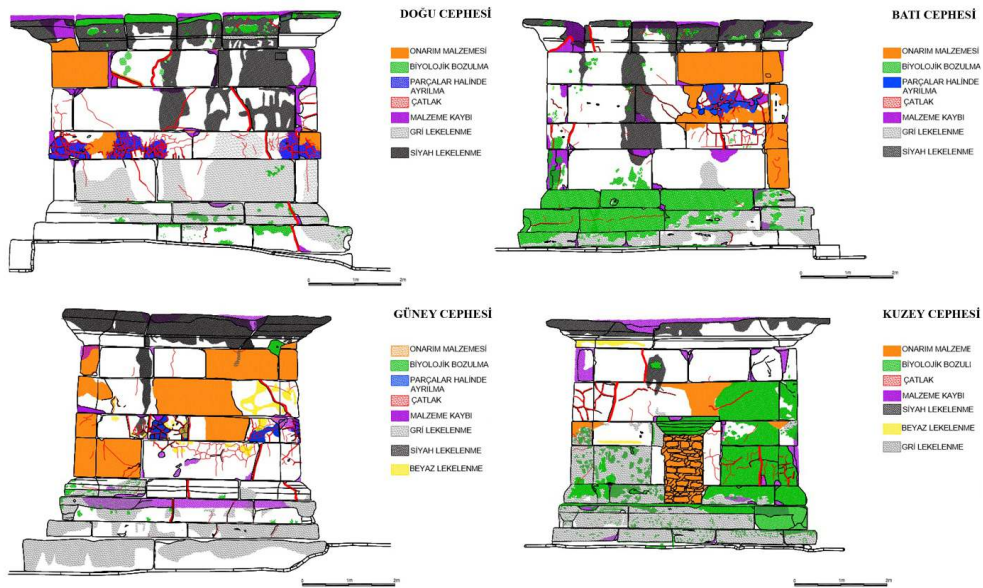


Fig. 7: Cephelerde görülen bozulma türleri ve onarım malzemeleri haritaları.

Parçalar halinde ayrılmalar ve çatlak oluşumları; yapıda önemli derecede varlık gösteren ve yapıyı ciddi derecede tehdit eden bozulma türlerindedir. Oluşumlarına neden olan etkenler; onarım malzemesi kaynaklı ve dış kaynaklı suda çözünbilir tuzlar, yapı malzemesinde biriken nem, duvar örgüsündeki bozukluklar nedeniyle oluşan basıncın eşit dağılmaması durumu ve biyolojik bozulmalar olarak belirlenmiştir. Bu

etkenlerin önlenmesi adına planlanacak bir onarım faaliyetiyle; yapının duvar örgüsünde bulunan ve çimentolu harç kullanılan blokların indirilmesi ve çimentolu harcın temizlenmesi gerekmektedir. Buna ek olarak çatlak oluşumlarının yoğun görüldüğü yüzeylerde, seçilecek tahribatsız bir metot ile tuz temizliği yapılması faydalı olacaktır. Daha sonrasında yapılacak yeni onarım müdahalelerinde, yapının özgün taşı olan traverten ile fiziko-mekanik özellikleri uyumlu malzeme/malzemeler kullanılması uygun olacaktır. Ayrıca sağlamaştırma adına; traverten ile uyumlu fiziko-mekanik özelliklere sahip bir kireç harcı hazırlanarak, bozulmaların görüldüğü alanlara enjeksiyon yapılması önerilmektedir.

Renk değişimleri; yapının tüm cephelerinde yoğun varlık gösteren bir bozulma türüdür. Tespit edilen dört farklı renk değişimi türüne neden olan etkenler; yapı malzemesine nüfuz eden nem, nemin taşıdığı suda çözünebilir tuzlar(NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} ve PO_4^{3-}), su ve rüzgar vb doğal yollarla taşınan ve yüzeyde birikim yapan yabancı maddeler, biyolojik bozulmalar olarak belirlenmiştir. Gri lekelenmeler ve siyah lekelenmeler için kağıt hamuru ve kil gibi malzemelerle uygulanacak tahribatsız bir teknik ile yüzey temizliği yapılması gerekmektedir. Bu tür bir uygulama yüzeyde oluşan tuz kaynaklı renk değişimlerinin temizlenmesi ve farklı bozulma türlerinin durdurulması için de faydalı olacaktır.

Yapıda yaygın görülen bozulma türlerinden olan biyolojik bozulmaların özellikle likenler ve yosunlar nedeniyle ortaya çıktığı belirlenmiştir. Yayılımı oldukça fazla olan ve tahribatsız temizliği zor olan likenlere müdahale edilmemesi, yosunların ise seçilecek tahribatsız bir kimyasal ya da fiziksel yöntemle temizlenmesi uygun olacaktır.

Yapıda görülen tüm bozulma türlerinin oluşumuna neden olan etkenlerin tamamı nem ile ilişkilidir. Bu nedenle söz konusu bozulmaların durdurulması için fazla nemin yapı malzemesinden uzaklaştırılması gerekmektedir. Nem; zeminden yükselen nem ve çatıdan ve cepheden yapıya etki eden nem olmak üzere iki farklı yolla yapıya ulaşır. Bu iki kaynağın engellenmesi için, çatıya basit bir drenaj sistemi uygulanması ve zemindeki nemli toprak ile olan ilişkinin azaltılması gerekmektedir. Bu sebeple; yapının üzerine inşa edildiği anlaşılan masif steirobat bloklarının etrafındaki toprak tabakanın kısmen kaldırılması önerilmektedir. Bu işlem nedeniyle, statik açıdan oluşabilecek tehditlerin önüne geçmek adına yapının zemine oturumunun incelenmesi faydalı olacaktır. Bu inceleme sonunda steirobat bloklarının yapıyı taşıyacak konumda ve dayanımda olduğu sonucunun ortaya çıkması halinde, yapının etrafındaki toprak tabakasının kaldırılması uygun olacaktır. Çatıdan ve cepheden gelen nem için; öncelikle yapıdaki orijinal drenaj sisteminin onarılması gerekmektedir. Onarım kapsamında düz çatılı olan yapının çatısına doğal bir onarım malzemesi ile kaplama yapılması ve derin çatlaklar bulunan sima bloklarında gerekli alanlara dolgu yapılması önerilmektedir. Daha sonrasında basit bir drenaj sistemi eklenerek yağışlarla etki eden suyun tahliyesi sağlanmalıdır.

Bu müdahaleler ile hem zeminden gelen nem hem de çatıdan ve cepheden yapıya ulaşan nemin etkileri mümkün olduğunca azaltılmış olacaktır. Nem kaynaklarının önüne geçilmesi halinde, nem ile birlikte birçok bozulma türüne doğrudan neden olan suda

Çözünebilir tuzların yapıya nüfuz etmesinin de önüne geçilecek ve yapıda görülen bozulma türlerinin ilerlemesi ve yenilenmesi engellenecektir.

Önerilen tüm müdahalelerin uygulanması sonrası, yapı yüzeylerinde görülen bozulma türleri için kireçli bir solüsyon ile sağlamlaştırma yapılması önerilir. Bu uygulama, bozulan yapı yüzeylerinin çevresel faktörlere olan direncini arttıracaktır.

Tüm tarihi taş yapılar için, yapılacak her türlü müdahale öncesinde bu tür bir teşhis çalışmasının yapılması koruma onarım çalışmalarının başarıya ulaşması için gereklidir.

KAYNAKLAR

- Ahunbay, Zeynep. 1996. *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, İstanbul: Yapı- Endüstri Yayınları.
- Akurgal, Ekrem. 2007. *Anadolu Uygarlıkları*, İstanbul: Net Turistik Yayınlar.
- Caner, Evin. 2011. *Limestone Decay In Historic Monuments And Consolidation With Nanodispersive Calcium Hydroxide Solutions*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Caner Saltık, Emine. 2003. "Malzeme Koruma Laboratuvarlarının Koruma Uygulamalarındaki Yeri: ODTÜ Örneği", *Her Dem Yeşil Yapraklı Bir Ağaç*, ed. N. Şahin Güçhan, Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği, 189-217.
- Cardell, Delalieux, Roumpopoulos, Moropoulou, Auger and Van Grieken, Rafael. 2003. "Salt-induced decay in calcareous stone monuments and buildings in a marine environment in SW France", *Construction and Building Materials*, 17: 165-179.
- D'Andria, Francesco. 2003. *Hierapolis (Pamukkale): Arkeoloji Rehberi*, İstanbul: Ege Yayınları.
- Dal, Murat. 2010. "Trakya Bölgesi Tarihi Yapılarında Kullanılan Karbonatlı Taşların Bozulma Nedenleri", *Vakıflar Dergisi*, 34: 47-59.
- Doehne, Eric and Clifford A. Price. 2010. *Stone Conservation An Overview Of Current Research*, Los Angeles: Getty Conservation Institute, Getty Publications.
- Ferrero, De Bernardi D. 1994. "Frigya Hierapolisi 1993 Kazı ve Restorasyonları", *XVI. Kazı Sonuçları Toplantısı II*, Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Yayınevi, 345-360.
- Ferrero, De Bernardi D. 1995. "Excavations And Restorations During 1994 in Hierapolis of Phrygia", *XVII. Kazı Sonuçları Toplantısı II*, Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı DÖSİMM Yayınevi, 95-106.
- Fitzner, Bernd and Kurt Heinrichs. 2001. "Damage diagnosis at stone monuments-weathering forms, damage categories and damage indices", *ACTA-Universitatis Carolinae Geologica*, 1: 12 - 59.
- Fitzner, Bernd. 2004. "Documentation And Evaluation Of Stone Damage On Monuments", *10th International Congress On Deterioration And Conservation Of Stone*.
- Gomez Heras, Miguel and Stephen McCabe. 2015. "Weathering of stone-built heritage: A lens through which to read the Anthropocene", *Anthropocene*, 11: 1-13.
- Güleç, Ahmet. 2012. "Nuruosmaniye Camii'ne Ait Malzemelerin Nitelik Ve Problemlerinin Analizi", *Vakıf Restorasyon Yılığ*, İstanbul: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları, 5: 60-75.
- Gür, Selçuk. 2007. *İlk İnsandan Selçuklu'ya Anadolu Uygarlıkları ve Antik Şehirler*, İstanbul: Alfa Yayınları.

- Koç, Hasan H. 2014. *Escherichia Coli ve Bacillus Thuringiensis Türlerinin Bazı Mermer Çeşitleri Üzerindeki Canlı Kalım Sürelerinin Belirlenmesi*, Niğde Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Niğde.
- Martinho, Dionisio, Almeida, Mendes and Grangeia, Carlos. 2014. "Integrated geophysical approach for stone decay diagnosis in cultural heritage", *Construction and Building Materials*, 52: 345-352.
- Moropoulou, Labropoulos, Delegou, Karoglou and Bakolas, Asterios. 2013. "Non-destructive techniques as a tool for the protection of built cultural heritage", *Construction and Building Materials*, 48: 1222-1239.
- Öcal, Ali D ve Murat Dal. 2012. *Doğal Taşlardaki Bozunmalar*, Kırklareli: Mimarlık Vakfı İktisadi İşletmesi.
- Paoletti, Ambrosini, Sfarra and F. Bisegna, Fabio. 2013. "Preventive thermographic diagnosis of historical buildings for consolidation", *Journal of Cultural Heritage*, 14: 116-121.
- Rodrigues, J. Delgado. 2015. "Defining, mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects", *Journal of Cultural Heritage*, 16: 267-275.
- Rothert, Eggers, Cassar, Ruedrich, Fitzner - Siegesmund, Siegfried. 2007. "Stone properties and weathering induced by salt crystallization of Maltese Globigerina Limestone", *Geological Society Special Publications*, 271 (1): 189-198.
- Sabbioni, Brimblecombe ve Cassar, May. 2012. *The Atlas Of Climate Change Impact On European Cultural Heritage Scientific Analysis And Management Strategies*, London: Anthem Press.
- Sevin, Veli. 2001. *Anadolu'nun Tarihi Coğrafyası*, Ankara: Türk Tarih Kurumu Basımevi.
- Steiger, Charola and Katja Sterflinger. 2011. "Weathering and deterioration", *Stone In Architecture*, Springer Berlin Heidelberg, 227-316.
- Tabasso Laurenzi, Marisa.1993. "Materials for stone conservation", *Congres International sur la Conservation de la Pierre et autres Materiaux, ACTES*, 54 - 58.
- Torraca, Giorgio. 1976. "Treatments of Stone in Monuments: A review of principles and Processes", *The Conservation of Stone, Proceedings of the International Symposium*, ed. R. Rossi-Manaresi, 217-316.
- Torraca, Giorgio. 1982. *Porous Building Materials - Materials Science For Architectural Conservation*, California: ICCROM.
- Warscheid, Thomas ve Joanna Braams. 2000. "Biodeterioration of stone: a review", *International Biodeterioration & Biodegradation*, 46: 343-368.
- Yıldırım, Neşe. 2007. *Kireçtaşlarında Tuzların Yıkıcı Etkilerinin Araştırılması*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.