



## İçel Dergisi

<http://publish.mersin.edu.tr/index.php/icel>

e-ISSN: 2791-8599



### Tarihi kârgir yapılarda taş malzeme bozulmalarının İHA fotogrametrisi kullanarak tespiti ve belgelenmesi: Mersin Kanlıdivane ören yeri vaka çalışması

Lale Karataş<sup>\*1</sup>, Aydın Alptekin<sup>2</sup>, Engin Kanun<sup>3</sup>, Murat Yakar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mardin Artuklu Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Mardin, Türkiye, karataslale@gmail.com

<sup>2</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye, aydinalptekin@mersin.edu.tr

<sup>3</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye, ekanun@mersin.edu.tr

<sup>4</sup>Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye, myakar@mersin.edu.tr

Kaynak Göster: Karataş, L., Alptekin, A., Kanun, E., & Yakar, M. (2022). Tarihi kârgir yapılarda taş malzeme bozulmalarının İHA fotogrametrisi kullanarak tespiti ve belgelenmesi: Mersin Kanlıdivane ören yeri vaka çalışması. İçel Dergisi, 2 (2), 41-49

#### Anahtar Kelimeler

Taş malzeme  
Kültürel miras  
Sürdürülebilirlik  
Malzeme bozulması  
Mersin

#### Araştırma Makalesi

Geliş: 15.06.2022  
Kabul: 15.08.2022  
Online: 30.12.2022

#### Öz

Tarihi yapıların malzeme bozulmalarının tespit edilmesi, koruma uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır. Mersin Kanlıdivane ören yerinde bulunan anıtmezar; topografya, malzeme, iklimin yanı sıra yakın çevredeki kültürel unsurlar gibi etkenlerin belirleyiciliğinde oluşan, kendine has özellikler içeren, Mersin'de yer alan taş sivil mimarlık örnekleri içinde özel öneme sahip bir yapıdır. Bu kapsamda bu çalışma, kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından korunması büyük bir gereklilik olan Mersin Kanlıdivane ören yerinde bulunan anıtmezarın taş malzeme bozulmalarının tespitini, belgelendirilmesini ve malzeme sorunlarına yönelik çözüm önerilerinin sunulmasını amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında seçilen ve ana yapı malzemesi taş olan anıtta; malzemeler, malzeme bozulma türleri ve koruma müdahaleleri için tespit ve belgelendirmeye yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda yapıda en fazla görülen taş malzeme bozulma türlerinin yüzey kirliliği olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçları dünyadaki farklı coğrafi bağlamlardaki taş yapılarda hava kirliliği kaynaklı cephedeki kararmaların fazla olduğu bulgusunu Türkiye bağlamında Mersin Kanlıdivane ören yeri bağlamında da desteklemektedir.

### Detection and documentation of stone material deterioration in historical masonry structures using UAV photogrammetry: A case study of Mersin Kanlıdivane Ruins

#### Keywords

Stone material  
Cultural heritage  
Sustainability  
Material deterioration  
Mersin

#### Research Article

Received: 15.06.2022  
Accepted: 15.08.2022  
Online: 30.12.2022

#### Abstract

Detection of material deterioration of historical buildings is of great importance in terms of conservation practices. The mausoleum located in Mersin Kanlıdivane ruins is a structure of special importance among the examples of stone civil architecture in Mersin, which has its own characteristics, formed by factors such as topography, materials, climate as well as cultural elements in the immediate environment. In this context, this study aims to identify and document the deterioration of the stone material of the mausoleum in Mersin Kanlıdivane ruins, which is a great necessity for the sustainability of cultural heritage, and to present solutions for material problems. In the monument selected within the scope of the research, the main building material of which is stone, studies were carried out to identify and document the materials, types of material deterioration and protection interventions. As a result of the study, it is seen that the most common stone material deterioration types in the building are surface pollution. The results of the study support the finding that the façade darkening due to air pollution is high in stone structures in different geographical contexts in the world, in the context of Mersin Kanlıdivane ruins in the context of Turkey.

## 1. Giriş

Dünyadaki yapı çevrenin büyük bir çoğunluğunu oluşturan tarihi surlar, kuleler, anıtlar gibi taş malzemeden oluşan kültürel miras, zamanla çeşitli bozulmalara uğramaktadır. Taş yapıların bozulma sebepleri taşın kendisinden kaynaklanan iç sebepler haricinde, çevresel etkenlere de bağlı olduğundan [1] günümüzde artan hava kirliliği ve değişen iklim şartlarının etkisiyle taş yapıların daha fazla bozulmaya uğradığı görülmektedir [2-4]. Schiavon ve diğerleri [5] çalışmasında; artan araç yoğunluğu ile ilişkili birçok şehirde nitrojen oksitlerdeki yerel artışla birlikte, hava kirliliğinin taş yapılarda yüzey kirliliği sonucu cephelerdeki renk değişimi oluşturduğunu ve binaların genel görünümünün de bu sebeple değiştiğini dile getirmiştir. Viles [3], iklim değişikliğinin, İngiltere’de ülkenin kuzeybatısındaki artan kimyasal ayrışmanın aksine, güneydoğuda tuz kristalleşme hasarını artırdığı sonucuna varmıştır. Smith ve arkadaşları [4] kuzeybatıda artan kış yağışlarının, binalarda alg büyümesinin arttırdığına, nemin ve ilgili tuzların daha derine nüfuz etme olasılığına yol açtığını öne sürmüşlerdir.

Taş yapılarda en fazla bozulmaya sebep olan diğer bir etkenin, su ve nem kaynaklı sebepler olduğu görülmektedir. Rives & Talegon [6]; su aynı zamanda çözünür tuzlar, atmosferik kirlenici maddeler, kimyasal reaksiyonların veya fizikokimyasal süreçlerin gelişimi için ortam sağladığı ve canlı organizmaların (mantarlar, algler, likenler, vb.) gelişimi için diğer maddelerin taşıma aracı olarak da işlev görmekte olduğu için, suya maruz kalan yapılarda taş bozunma türlerinin daha fazla görüldüğünü vurgulamaktadır. Nem içeriğinin ayrıca taş malzemelerin gözenekli ortamında; malzemenin çözünmesini, kirlenici gazların emilmesini, donma-çözülme basıncı, hidrasyon basıncı ve diferansiyel tuz çökmesi gibi kimyasal süreçleri artırdığına yönelik sonuçlar pek çok çalışmada vurgulanmaktadır [7-10]. Robinson & Williams [11] çalışmasında; güneye bakan cephelerde daha yüksek güneşlenme nedeniyle daha yüksek bozulma oranlarıyla ilişkilendiren birkaç çalışmanın aksine Paradise [12], İngiltere adalarında en fazla bozulmanın binaların gölgesi, kuzeye bakan cephelerinde olduğunu ve bunun sebebinin de kuzey cephelerde taşın 'ıslaklık süresi'nin uzun olması sonucunda, tuz çözeltilerinin taşa daha fazla emilme sağlaması sebebiyle gözlemlendiğini dile getirmektedir. Martinho ve diğerleri [13]; şiddetli bozulma türleri görülen kireçtaşından yapılmış Portekiz’de bir anıt mezarda mikroçevresel koşulları, özellikle nem dağılımını ve bunun taş bozulmasıyla ilişkisini incelemiş ve çalışma sonucunda taş anıt mezarın kuzey kısmının güney kısmından daha nemli olduğunu ve en nemli bölgelerde taş mukavemetin daha düşük olduğunu tespit etmiştir. Çalışma sonucunda taş malzeme en çok çevresel koşullardan etkilendiği ve bozulma türleri bu sebeplere bağlı olduğu için, farklı coğrafi alanlarda taş malzemenin hangi çevresel koşullara bağlı olarak bozulduğunu tespit etmeyi sağlayabilecek çalışmalar yapılması gerektiği vurgulanmaktadır.

Dünyada taş yapılarda malzeme bozulmaları, değişen çevresel şartlardan dolayı farklı sebeplerden kaynaklı olabilmektedir. Bu bağlamda taş kültürel miras yapılarında malzeme bozulma süreçlerini yönetmek, hangi faktörlerin bozulma süreçlerini tetiklediğini anlamak ve başlangıcını geciktirmek için hangi stratejilerin uygun olabileceği araştırılması konusunda artan bir ihtiyaç olduğu literatürde vurgulanmaktadır [14-16]. Bu bağlamda yapılan çalışma kapsamı, literatürde vurgulanan farklı coğrafi bağlamlardaki malzeme bozulmanın hangi çevresel faktörlerden kaynaklandığının araştırılması ve malzeme bozulmalarının belgelenmesi gerekliliklerden yola çıkılarak belirlenmiştir. Çalışmaya konu olan Mersin Kanlıdivane ören yerinde bulunan anıtmezar; topografya, malzeme, iklimin yanı sıra yakın çevredeki kültürel unsurlar gibi etkenlerin belirleyiciliğinde oluşan, kendine has özellikler içeren, Mersin’de yer alan taş sivil mimarlık örnekleri içinde özel öneme sahip bir yapıdır. Bu kapsamda bu çalışma, kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından korunması büyük bir gereklilik olan Mersin Kanlıdivane ören yerinde bulunan anıtmezarın taş malzeme bozulmalarının tespitini, belgelendirilmesini ve malzeme sorunlarına yönelik çözüm önerilerinin sunulmasını amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında seçilen ve ana yapı malzemesi taş olan anıtta malzemeler, malzeme bozulma türleri ve koruma müdahaleleri için tespit ve belgelendirmeye yönelik çalışmalar yürütülmüştür.

Belirlenen amaç doğrultusunda, makale kapsamında öncelikle çalışma alanı tanıtılmaktadır. Sonraki aşamada çalışmaya yönelik yöntem açıklanmakta ve bulgular sunulmaktadır. Çalışma sonucunda yapıda en fazla görülen taş malzeme bozulma türlerinin hava kirliliği kaynaklı yüzey kirliliği, nem etkisi ile oluşan renk değişimi ve insan kaynaklı parça kopması olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçları dünyadaki farklı coğrafi bağlamlardaki taş yapılarda hava kirliliği kaynaklı cephedeki kararmaların ve nem kaynaklı bozulmaların fazla olduğu bulgusunu Türkiye bağlamında Mersin Kanlıdivane Ören yeri bağlamında da desteklemektedir.

## 2. Çalışma Alanı

Kanlıdivane Ören yeri Mersin ili şehir merkezinin 61 km batısında Erdemli ilçesi sınırlarında bulunmaktadır. Ören yerinde Olba Krallığı MÖ 2. Yüzyılda egemenlik sürmüştür. Kanlıdivane önemli bir liman kenti ve önemli bir zeytinyağı üretim merkezi olarak görülmekte olup sahil kenarında kurulmuş olması ekonomik ve stratejik avantajlar sağlamıştır. Antik dönemde Dağlık Kilikya sınırları içerisinde bulunan Kanyteleis olarak bilinmektedir. Pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış olan antik kent hala ayakta durmaktadır. Geçmiş uygarlıklarının izlerini taşıyan ören yerinde 4 adet kilise, anıtmezar, mezarlıklar, sarnıç, yağ üretim yerleri ve bir obruk bulunmaktadır [17].

### 3. Yöntem

Çalışmada taş malzeme bozulmalarına dair gözlem yoluyla tespit ve fotoğrafla belgeleme yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen bilgiler, betimsel ve sistematik analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Araştırmanın ilk aşaması olan alan çalışması aşamasında, Mersin Kanlıdivane Ören yerinde bulunan anıtmezar (Şekil 1) yerinde incelenerek fotoğraflanmıştır. Yapılan gözlemler sonucunda yapıda kullanılan malzemelerde tespit edilen bozulmalar, yapının elemanlarına ve malzemelerine ayrılması esasına dayanarak sınıflandırılmıştır. Son aşamada, malzeme sorunlarının gözlemsel olarak tespit edilmesi sonucu oluşturulan sınıflandırmada; incelenen yapılara ait tüm bilgiler, çizimler, fotoğraflar ve değerlendirme sonuçları, yazılı bir metin ve karşılaştırmalı çizelgeler haline getirilerek çalışma sonuçlandırılmıştır.



Şekil 1. Anıtmezar genel görünüş

#### 3.1. İHA fotogrametrisi

İnsansız hava araçları (İHA) düşük maliyeti, kolay kullanılabilmesi, tekrarlanabilir ölçüm alabilme imkanının olması ve yüksek çözünürlüklü fotoğraflar sunabilmesinden dolayı son yıllarda sıklıkla tercih edilen bir araç olmuştur [18]. Bu avantajlarından dolayı İHA fotogrametrisi pek çok mühendislik uygulamasında kullanılmaktadır. Tarımda, madencilikte, orman yangın alanı tespitinde, gölet hacminin belirlenmesinde [19], toprak erozyonunda [20], kültürel miras modellenmesinde [21-28], heyelan [29-30] ve kaya düşmesi [31] modellenmesinde, kıyı çizgisi belirlenmesinde [32], yerleşim yeri modellenmesinde [33] kullanılabilir ve yetkililer tarafından çözüm önerileri sunulabilmektedir.

İHA kullanarak çekilen fotoğrafların yüksek çözünürlüklü olabilmesi için İHA'nın objeye yakın olması gerekmektedir [34]. İHA ile hem otomatik uçuş hem de manuel uçuş yapılabilmektedir [35].

İklim değişikliğinden dolayı tarihi yapılar bozulmaya uğramaktadır [36-37]. Kültürel mirasımızı korumamız ve gelecek nesillere aktarabilmemiz için onu 3B olarak yüksek hassasiyette modellememiz gerekmektedir. İHA sayesinde değişik açılardan fotoğraf çekebilme bize yapının güncel durumunu net olarak görmemizi sağlamaktadır. Tarihi yapılarıdaki deformasyon İHA fotogrametrisi sayesinde açık bir şekilde görülmektedir. Bu sayede sorunlar konunun uzmanı kişiler tarafından belirlenmektedir.

Mersin ilinde pek çok tarihi eser yıkılmadan günümüze kadar ayakta kalabilmiştir [38]. Bu çalışmada İHA kullanılarak anıtmezarın çeşitli açılardan fotoğrafları çekilmiştir.

### 4. Bulgular

Araştırma sonuçları; düşey taşıyıcılar, yatay taşıyıcılar, yardımcı elemanlar gibi yapı elemanları bazında ele alınarak sunulmuştur.

#### 4.1. Düşey Taşıyıcılarda Görülen Sorunlar

Düşey taşıyıcılar tek taşıyıcılar ve sürekli taşıyıcılar olmak üzere iki kısımda incelenmiştir. Tek taşıyıcılar sütunlar olarak tanımlanırken, sürekli taşıyıcılar duvarlar olarak tanımlanmıştır.



#### 4.1.1. Tek taşıyıcılarda görülen sorunlar

Yapıda iki adet taş malzeme kullanılarak yapılan ve üst örtüyü taşıyan sütunlarda yüzey kirliliği, renk değişimi, parça kopması ve boşluk-delik oluşumu bozulmalarına rastlanmıştır (Şekil 2).



Parça Kopması (a)



Yüzey Kirliliği (b)



Renk Değişimi (c)



Boşluk-delik Oluşumu (d)



Parça Kopması (e)

Şekil 2. Tek taşıyıcılarda görülen sorunlar

#### 4.1.2. Sürekli taşıyıcılarda görülen sorunlar

Anıtmezar güneye bakan cephede; renk değişimi, tuz kaynaklı çiçeklenme ve yüzey kirliliği sorunları tespit edilmiştir (Şekil 3).





Renk Değişimi(a)



Çiçeklenme(b)



Yüzey Kirliliği(c)

**Şekil 3.** Anıtmezar güney cephede görülen malzeme bozulmaları

Anıtmezarın doğu cephesinde; yüzey kirliliği, parça kaybı ve tuz kaynaklı çiçeklenme sorunları tespit edilmiştir (Şekil 4).



Yüzey Kirliliği(a)



Parça kopması(b)



Çiçeklenme(c)

**Şekil 4.** Anıtmezar batı cephesinde görülen malzeme bozulmaları



Anıtmezarın batı cephesinde; parça kopması, tuz kaynaklı çiçeklenme ve yüzey kaybı sorunları tespit edilmiştir (Şekil 5).



Parça kopması(a)



Çiçeklenme(b)



Yüzey Kaybı(c)

Şekil 5. Anıtmezar doğu cephesinde görülen malzeme bozulmaları

#### 4.2. Yatay Taşıyıcılarda Görülen Sorunlar

Yapının üst örtüsünün düz döşemeden oluştuğu görülmektedir. Düz döşemede bitki oluşumu sorunlarına rastlanmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Anıtmezar çatı örtüsü olan düz döşemede görülen bitki oluşumu

### 4.3. Yardımcı elemanlarda görülen sorunlar

Yapının üst örtüsü ile beden duvarının birleşim yerinde süslemeler görülmektedir. Ancak süslemeler form kaybindan kaynaklı net olarak algılanamamaktadır (Şekil 7).



Şekil 7. Anıtmezar süslemelerinde gözlenen form kaybı

## 5. Tartışma

Yapılan çalışma, kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından korunması büyük bir gereklilik olan Mersin Kanlıdivane ören yerinde bulunan anıtmezarın taş malzeme bozulmalarının tespitini, belgelendirilmesini ve malzeme sorunlarına yönelik çözüm önerilerinin sunulmasını amaçlamaktadır. Araştırma kapsamında seçilen ve ana yapı malzemesi taş olan anıtta; malzemeler, malzeme bozulma türleri ve koruma müdahaleleri için tespit ve belgelendirmeye yönelik çalışmalar yürütülmüştür. İncelen yapıda yapılan gözlemler sonucu elde edilen verilere göre; taş malzeme ile üretilmiş yapı elemanlarında genel olarak en fazla karşılaşılan sorun insan kaynaklı sebeplerden oluşan hava kirliliği kaynaklı yüzeylerde oluşan kararmalar şeklinde gözlenen yüzey kirliliğidir. Çalışmadan elde edilen bu bulgu artan hava kirliliği etkisiyle taş yapıların cephelerinde yüzey kirliliği sorununun arttığı çalışma bulgularına Mersin Kanlıvirane Ören yeri bağlamında da destek vermektedir [2-4]. Yapıda yüzey kirliliğinden sonra taş malzeme sorunlarını sırasıyla; renk değişimi, parça kopması, yüzey kaybı, tuz kaynaklı çiçeklenme ve form kaybı sorunları izlemektedir. Yapraklanma, yosunlanma, çatlak ve şekerlenme sorununa rastlanmamıştır.

Yapıda renk değişimi sorununun en çok güney cephede olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda elde edilen bu tespit güneye bakan cephelerde daha yüksek güneşlenme nedeniyle daha yüksek bozulma oranlarıyla ilişkilendiren Paradise 'ın [12] çalışma sonuçlarına destek vermektedir.

Ayrıca güney cephesine göre daha az güneş alan doğu ve batı cephesinde tuzlanma kaynaklı çiçeklenme sorununun fazla olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç ile; Robinson & Williams [11] çalışmasında elde ettiği en fazla bozulmanın binaların gölgeli, kuzeye bakan cephelerinde olduğunu ve bunun sebebinin de kuzey cephelerde taşın 'ıslaklık süresi'nin uzun olması sonucunda, tuz çözeltilerinin taşa daha fazla emilme sağlaması sebebiyle gözlemlendiğini dile getirdiği çalışmasının bulgularını doğrulanmaktadır.

## 6. Sonuç

Araştırma kapsamında seçilen ve ana yapı malzemesi taş olan anıtta; malzemeler, malzeme bozulma türleri ve koruma müdahaleleri için tespit ve belgelendirmeye yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda yapıda en fazla görülen taş malzeme bozulma türlerinin yüzey kirliliği olduğu görülmektedir. Çalışma sonuçları dünyadaki farklı coğrafi bağlamdaki taş yapılarda hava kirliliği kaynaklı cephedeki kararmaların fazla olduğu bulgusunu Türkiye bağlamında Mersin Kanlıdivane ören yeri bağlamında da desteklemektedir. Bu kapsamda öncelikle havadaki kirleticilerin azaltılması yönünde yetkilere büyük görev düşmektedir.

Taş onarımında ise; teşhis, temizleme, sağlamlaştırma, kozmetik ve plastik onarım, su iticilerin ve yüzey koruyucuların kullanılması aşamaları uygulanmalıdır. Temizlik öncesi ilk adım; taşın mevcut durumunun ve kirliliğin teşhisi olup teşhis aşamasından sonra taş temizlik yöntemi belirlenmelidir. Taşa uygulanacak müdahale yöntemi için taş üzerinde bazı deney ve araştırmalar yapılmalı ve taşın türü, mevcut durumu uygulanacak taş temizlik yöntemini belirleyen ana kriter olmaktadır. Bunun yanında çevresinde bulunan diğer yapı malzemelerinin durumu, uzaklaştırılacak olan kirliliğin türüne ve miktarı, çevresel faktörlerin malzeme üzerinde neden olduğu değişim veya bozulmaları uygulanacak taş temizleme yöntemini belirleyecek unsurlar olup taş yapılarda oluşan kirliliklerin uzaklaştırılması için farklı yöntemler geliştirilmiştir. Kirliliklerin uzaklaştırılmasında



kullanılan her yöntemin kendine özgü kullanım koşulları, yararları ve sakıncaları bulunmakta ve mekanik temizleme, su ile yıkama, lazer ile temizleme, kontrollü kumlama, kimyasal temizleme, biyolojik temizleme ve tuz çıkarma gibi yöntemler taş temizlemede kullanılan teknikler olarak kullanılmaktadır [39]. Temizlenen yüzeylerde sırasıyla, sağlamaştırma, onarım ve yüzey koruma aşamaları uygulanmalıdır.

### Araştırmacıların Katkı Oranı

**Lale Karataş:** Literatür tarama, Makale yazma; **Aydın Alptekin:** Arazi çalışması, Düzenleme; **Engin Kanun:** Arazi çalışması; **Murat Yakar:** Düzenleme

### Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

### Kaynakça

1. Vicente, M. A., García-Talegón, J., Iñigo, A. C., Molina, E., & Rives, V. (1993). Proceedings International RILEM/UNESCO Congress on Conservation of Stone and other Materials, Paris,1, 320, London, UK.
2. Butlin, R. (1990). Effects of air pollutants on buildings and materials. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh. Section B. Biological Sciences, 97, 255-272. <https://doi.org/10.1017/S0269727000005376>
3. Viles, H. A. (2002). Implications of future climate change for stone deterioration. In: Seigsmund S, Weiss T, Volbrecht A (eds) Natural stone, weathering phenomenon, conservation strategies and case studies. Geological Society, London, 407-418.
4. Smith, B. J., Warke, P. A., & Curran, J. M. (2004). Implications of climate change and increased 'time-of-wetness' for the soiling and decay of sandstone structures in Belfast, Northern Ireland. In: Prikryl R (ed) Dimension stone. Taylor & Francis, London, 9-14.
5. Schiavon, N., Chiavari, G., & Fabbri, D. (2004). Soiling of limestone in an urban environment characterised by heavy vehicular exhaust emissions. Environmental Geology, 46(), 448-55.
6. Rives, V., & Talegon, J. G. (2006). Decay and Conservation of Building Stones on Cultural Heritage Monuments. Materials Science Forum, 514-516, 1689-1694. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.514-516.1689>
7. Bell, F. G. (1993). Durability of carbonate rock as building stone with comments on its preservation. Environmental geology, 21(4), 187-200.
8. Benavente, D., del Cura, M. G., & Ordonez, S. (2003). Salt influence on evaporation from porous building rocks. Construction and building materials, 17(2), 113-122.
9. Theoulakis, P., & Moropoulou, A. (1997). Microstructural and mechanical parameters determining the susceptibility of porous building stones to salt decay. Construction and Building Materials, 11(1), 65-71.
10. Winkler, E. M. (1997). Stone in architecture: properties, durability. Berlin: SpringerVerlag.
11. Robinson, D. A., & Williams, R. B. G. (1996). An analysis of the weathering of Wealden sandstone churches. In Smith, B.J. and Warke, P.A., editors, Processes of urban stone decay, London: Donhead Publishing, 133-49.
12. Paradise, T. R. (1999). Analysis of sandstone weathering of the Roman theater in Petra, Jordan. Annual Report of the Department of Antiquities of Jordan, 43(), 353-68.
13. Martinho, D., Almeida, M., & Grangeia, C. (2013). Integrated geophysical approach for stone decay diagnosis in cultural heritage. Construction and Building Materials, 5, 345-352.
14. Brimblecombe, P., & Grossi, C. M. (2007). Damage to buildings from future climate and pollution, American Preservation Technology Bulletin, 38(), 13-19.
15. Smith, B. J., & Prikryl, R. (2007). Diagnosing decay: the value of medical analogy in understanding the weathering of building stones. Geological Society, London, Special Publications, 271(1), 1-8.
16. Smith, B. J., Gomez-Heras, M., & McCabe, S. (2008). Understanding the decay of stone-built cultural heritage. Progress in Physical Geography, 32(4), 439-461. <https://doi.org/10.1177/0309133308098119>.
17. Alptekin, A., Çelik, M., & Yakar, M. (2019). Anıtmezarın yersel lazer tarayıcı kullanılarak 3B modellenmesi. 1(1). 1-4.
18. Mirdan, O., & Yakar, M. (2017). Tarihi eserlerin İnsansız Hava Aracı ile modellenmesinde karşılaşılan sorunlar. Geomatik, 2(3), 118-125.
19. Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Determination of pond volume with using an unmanned aerial vehicle. Mersin Photogrammetry Journal, 2(2), 59-63.



20. Yılmaz, H. M., Yakar, M., Mutluoğlu, O., Kavurmacı, M. M., & Yurt, K. (2012). Monitoring of soil erosion in Cappadocia region (Selime-Aksaray-Turkey). *Environmental Earth Sciences*, 66(1), 75-81.
21. Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). 3D model of Üçayak Ruins obtained from point clouds. *Mersin Photogrammetry Journal*, 3(2), 37-40.
22. Kanun, E., Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). Cultural heritage modelling using UAV photogrammetric methods: a case study of Kanlıdivane archeological site. *Advanced UAV*, 1(1), 24-33.
23. Doğan, Y., & Yakar, M. (2018). GIS and three-dimensional modeling for cultural heritages. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 3(2), 50-55.
24. Yakar, M., Murat Yılmaz, H., Yıldız, F., Zeybek, M., Şentürk, H., & Çelik, H. (2009). Silifke-Mersin Bölgesinde Roma Dönemi Eserlerinin 3 Boyutlu Modelleme Çalışması ve Animasyonu. *Jeodezi ve Jeoinformasyon Dergisi*, (101).
25. Yakar, M., & Doğan, Y. (2017). Silifke Aşağı Dünya Obruğunun İHA Kullanılarak Üç Boyutlu Modellenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(4), 94-101.
26. Yakar, M., & Doğan, Y. (2017). Mersin Silifke Mezgit Kale Anıt Mezarı Fotogrametrik Rölöve Alımı Ve Üç Boyutlu Modelleme Çalışması. *Geomatik*, 2(1), 11-17.
27. Şasi, A., & Yakar, M. (2017). Photogrammetric modelling of Sakahane Masjid using an unmanned aerial vehicle. *Turkish Journal of Engineering*, 1(2), 82-87.
28. Yakar, M., & Dogan, Y. (2018, November). 3D Reconstruction of Residential Areas with SfM Photogrammetry. In *Conference of the Arabian Journal of Geosciences* (pp. 73-75). Springer, Cham.
29. Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Heyelan bölgesinin İHA kullanarak modellenmesi. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 17-21.
30. Kusak, L., Unel, F. B., Alptekin, A., Celik, M. O., & Yakar, M. (2021). Apriori association rule and K-means clustering algorithms for interpretation of pre-event landslide areas and landslide inventory mapping. *Open Geosciences*, 13(1), 1226-1244.
31. Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Doğan, Y., & Yakar, M. (2019). Mapping of a rockfall site with an unmanned aerial vehicle. *Mersin Photogrammetry Journal*, 1(1), 12-16.
32. Ünel, F. B., Kuşak, L., Çelik, M., Alptekin, A., & Yakar, M. (2020). Kıyı çizgisinin belirlenerek mülkiyet durumunun incelenmesi. *Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi*, 2(1), 33-40.
33. Yılmaz, H. M., Aktan, N., Çolak, A., & Alptekin, A. (2022). Modelling Ozancık village (Aksaray) in computer environment using UAV photogrammetry. *Mersin Photogrammetry Journal*, 4(1), 32-36.
34. Çelik, M. Ö., Alptekin, A., Ünel, F. B., Kuşak, L., & Kanun, E. (2020). The effect of different flight heights on generated digital products: DSM and Orthophoto. *Mersin Photogrammetry Journal*, 2(1), 1-9.
35. Alptekin, A., Çelik, M. Ö., Kuşak, L., Ünel, F. B., & Yakar, M. (2019). Anafi Parrot'un heyelan bölgesi haritalandırılmasında kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 33-37.
36. Yakar, M., & Yılmaz, H. M. (2011). Determination of erosion on a small fairy chimney. *Experimental Techniques*, 35(5), 76-81.
37. Yılmaz, H. M., Yakar, M., Mutluoğlu, Ö., & Kemal, Y. (2010). İklimsel Faktörlerin Kapadokya Bölgesindeki Toprak Aşınmasına Etkisi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2(1), 13-19.
38. Alptekin, A., & Yakar, M. (2021). İçel İli jeolojisine ve jeolojik sorunlarına genel bir bakış. *İçel Dergisi*, 1(1), 27-30.
39. Zakar, L., & Eyüpgiller, K. K. (2015). Mimari restorasyon koruma teknik ve yöntemleri. *Ömür matbaacılık*, İstanbul, 193 s.