[1081]

TARİHİ YAPILARDA YAPI MALZEMELERİNİN TERMOGRAFİ YÖNTEMİ İLE BELİRLENMESİ

Gordana KAPLAN[1], Uğur AVDAN[2], Onur KAPLAN[3]

[1] Dr Öğrencisi, Anadolu Üniversitesi, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ABD, Eskişehir g_jovanovska@anadolu.edu.tr
[2] Yard. Doç. Dr., Anadolu Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimler Enstitüsü, Eskişehir uavdan@anadolu.edu.tr
[3] Araş. Gör., Anadolu University, Yer ve Uzay Bilimler Enstitüsü, Eskişehir onur_kaplan@anadolu.edu.tr

ÖZET

Termal kameralar; savunma sanayi, tıp, mühendislik gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Mühendislik alanındaki uygulamalar genelde sorun tespitine yöneliktir. Binalarda, ısı yalıtımı açısından problemli bölgelerin belirlenmesi, su kaçaklarının bulunması, aşırı ısınmış elektrik kablolarının tespit edilmesi ve nemli bölgelerin belirlenmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. Termografi yöntemi uygulanırken yapıya ya da yapı elemanlarına herhangi bir zarar verilmemektedir. Bu çalışmada, projesi olmayan ve yapı malzemeleri sıva ve kaplama gibi nedenlerle belirlenemeyen tarihi yapılarda, termografi yöntemi kullanılarak yapı elemanlarına ve üzerindeki tabakaya zarar vermeden yapı malzemelerinin belirlenip belirlenemeyeceği irdelenmeye çalışılmıştır. Ölçme işleminde Optris PI-450 termal kamera kullanılmıştır. Çalışmada; termal görüntülemenin yapı malzemesinin belirlemesinde uygun bir yöntem olduğu ve en iyi sonuçların yüksek sıcaklıklarda elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Termografi, termal kamera, tarihi yapılar, yapı malzemeleri

ABSTRACT

DETERMINATION OF BUILDING MATERIALS WITH IR-THERMOGRAPHY IN HISTORICAL BUILDINGS

Lately IR thermography is frequently applied for important purposes in monitoring buildings such as energy leaking, ventilating and air-conditioning installations, electrical and mechanical installations, moisture detection etc. It can be also used for monitoring buildings without project and learn about their construction without destroying the buildings plaster that is essential for cultural and historical building. For architecture and historically valuable construction it is curtail not to destruct any part of the building so the non-destructive method needs to be used while monitoring this kind of buildings. In this study, a thermal monitoring over historical building with missing project was made in order to find out the characterization of the building. The monitoring was made with Optris PI-450 longwave infrared camera. The results showed that with IR monitoring can be useful for building monitoring that best results can be achieved on higher temperatures.

Keywords: Thermal camera, Thermal IR monitoring, building materials, historical buildings.

1.GİRİŞ

Kızılötesi ışığı, 1800'lü yıllarda William Herschel tarafından keşfedilmesine rağmen, ilk gece görüşü görüntüleme cihazları 1940'ların sonu ve 1950'lerin başında Amerika'da askeri amaçlar için yapılmıştır (Kaplan, H., 2007). Tüm maddeler hem gündüz hem de gece termal kızılötesi dalga boylarında (3 - 15 µm) enerji yayarlar. Termal radyasyonun görüntü olarak kayıt edilmesiyle beraber birçok keşif ve uygulama olanağı bulunmuştur. Uydu görüntüleri için termal kızılötesi görüntüler genellikle geniş spektral bantlarda (8.0 – 14.0 µm) kaydedilmektedir (Sabins, F., 2007). Termal görüntülerin en büyük avantajı, sıcaklığın belirlenmesi ve bu sayede birçok uygulama ve çalışmada kullanılabilmesidir. Literatürde canlıların izlenmesi (Jerem, P. vd. 2015; Zheng, X.L. vd. 2016), tarımsal uygulamalar (Vadivambal, R. vd. 2011), endüstriyel uygulamalar, gaz (Lewis, A.W. vd. 2003) ve yangın algılama, askeri uygulamalar, insanların algılanması ve takibi (Ma,Y.L. vd. 2016), tıbbi analizler (Jones, B.F. vd. 1998; Jones B.F. vd. 2002), yapı denetimi, vb çalışmalarda yapılmıştır. Termal kameralar binalarda ısı kaybını incelemek için yıllardır kullanılmaktadır (Gade, R. vd. 2014). Termal görüntüleme, ısı kaybı tespitinin yanında sıva yüzeylerinin arkasındaki sorunları tespit etmek ve tarihi binaların izlenmesi için de kullanılmaktadır (Grinzato, E. vd. 2002). Termal görüntüleme tahribatsız bir yöntem olduğu için, özellikle tarihi binalarda yapılan çalışmalar için çok uygundur. Bu çalışmada, Eskişehir Anadolu Üniversitesi Cumhuriyet Tarihi Müzesi'nin sismik performansının belirlenmesi çalışmaları kapsamında, yapı malzemelerinin belirlenmesinde termal görüntüleme yöntemi kullanılmıştır.

2.ÇALIŞMA ALANI

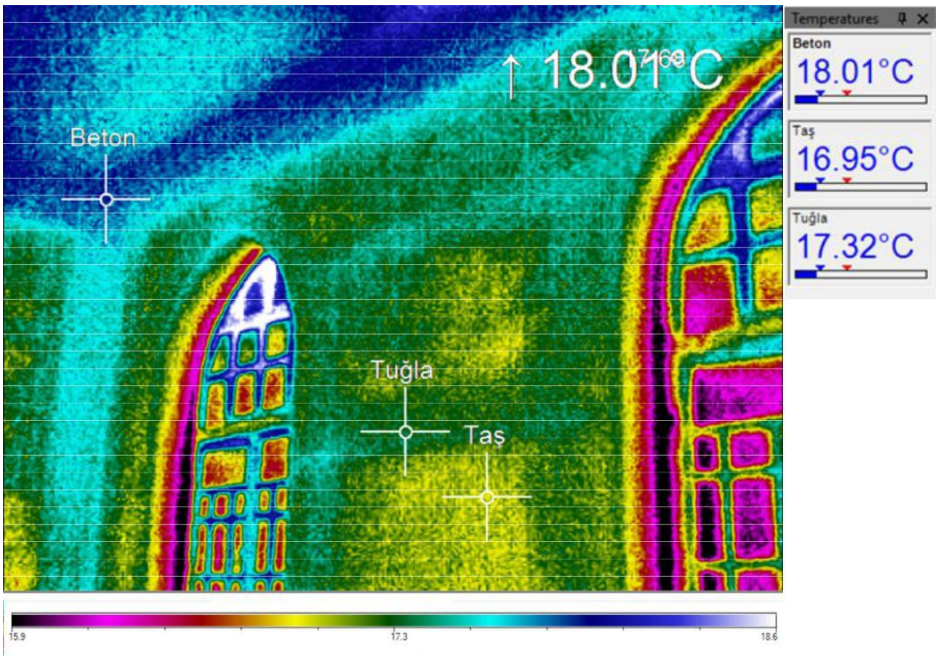
Bu çalışma, Eskişehir tarihi Odunpazarı bölgesinde bulunan, Anadolu Üniversitesi Cumhuriyet Tarihi Müzesi'nde gerçekleştirilmiştir. Bina, 1916 yılında inşa edilerek Turan Numune Mektebi olarak hizmete başlamıştır. Uzun yıllar okul binası olarak kullanıldıktan sonra sırasıyla, Bayındırlık Müdürlüğü, Defterdarlık ve Kız Orta Okulu olarak kullanılmıştır. 1955 yılında kullanım hakkı Milli Savunma Bakanlığına verilerek önce Bölge Komutanlığı ardından da Askerlik Şubesi olarak kullanılmıştır. 1980 yılında "Eski Eser" olarak tescil edilmiştir. Uzun süre boş ve bakımsız kalan bina, 1989 yılında Cumhuriyet Tarihi Müzesi olarak kullanılmak üzere, Anadolu Üniversitesi'ne tahsis edilmiştir (Nalcakan, M.). Bina, Anadolu Üniversitesi'ne tahsis edildikten sonra restore edilmiş ve Cumhuriyet Tarihi Müzesi olarak düzenlenmiştir. Müze, 23 Nisan 1994 günü düzenlenen bir törenle hizmete açılmıştır (www.anadolu.edu.tr 2016). Bina, bodrum, zemin ve 1 normal kat olmak üzere 3 katlıdır. Bodrum kat yüksekliği 3 m., zemin kat 4.70 m. ve 1. kat yüksekliği 4.50 m'dir. Bina ilk yapıldığında taşıyıcı sistemi tamamen yığmadır. Dış duvarlar kesme taş,iç duvarlar bağdadi, döşemeleri, merdivenleri, tavanları ve kapıları ahşap, yalnızca giriş bölümünün döşemesi volta döşemedir (Nalcakan, M.). Daha sonra tarihi tam olarak bilinemeyen bir dizi müdahaleler ile binanın yalnızca yığma taş duvarları bırakılarak içindeki bütün ahşap ve bağdadi unsurlar kaldırılmış, yerine betonarme karkas bir sistem, dış cephedeki taşıyıcı taş duvarlara yaslanmak suretiyle inşa edilmiştir. Betonarme karkas yapının içine bölme duvarlar yapılmıştır. Binanın bakım-onarım faaliyetleri kapsamında deprem performansının belirlenmesi çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar kapsamında, sıva kaldırılmadan tespit edilemeyen duvar malzemelerinin ve yerlerinin hasarsız olarak belirlenmesi amacıyla termal kamera görüntülerinden yararlanılmıştır.

Şekil 1. Cumhuriyet Tarihi Müzesi – Eskişehir (Kaynak: https://www.anadolu.edu.tr/kampuste-yasam/muze-ve-sanat-merkezleri/cumhuriyet-muzesi)

3.YÖNTEM

Binanın sismik performansının belirlenmesi çalışmaları kapsamında, taşıyıcı yığma duvarların içine sonradan yaslanarak inşa edildiği anlaşılan betonarme karkas sistem içindeki bölme duvarların malzemelerinin ve yerlerinin tespit edilmesi gerekmiştir. Sıvanmış ve boyanmış bir yüzey altındaki betonarme kolon ve kirişlerin, tuğla duvarlardan sıvaya zarar vermeden ayırt edilmesi mümkün değildir. Tarihi yapılarda sıvayı kaldırmak, bazı özel durumlar dışında mümkün ve uygun değildir. Bu amaç doğrultusunda, müze içinde ve dışında farklı sıcaklıklarda ve farklı tarihlerde termal kamera ile görüntüleme yapılmıştır. Çalışma sırasında yapılan ölçümler için Optris PI 450 marka termal kamera kullanılmıştır. Kameranın sıcaklık aralığı -20°C ile 1500°C arasındadır ve optik çözünürlüğü 382x288 pikseldir (OptrisInfraredThermometars). Ölçümler yapıldıktan sonra, görüntülerin analizleri için Optris PI Connect yazılımından yararlanılmıştır. Bina, Ocak ayından itibaren, Mayıs ayına kadar her ay izlenmiştir. Müzenin içinde Ocak ayında yapılan görüntülemelerde; ortamın soğuk olması nedeniyle beton, duvar gibi farklı yapı malzemelerinin birbirinden ayırt edilmelerinin güç olduğu görülmüştür. Yapı malzemeleri ısıtıcılarla ısıtıldığında, görüntülerde malzemeler arasındaki farklar belirgin hale gelmiştir. Mayıs ayında hava sıcaklığı daha yüksek olduğu için ve malzemeler arasındaki farkı izlemek mümkün olduğu için ısıtıcı kullanılmamıştır. Termal kamera ile izleme sırasında, binanın içinde ve dışında hava sıcaklığı kontrolü yapılmıştır. Betonarme karkas içindeki tuğla duvarlar, tuğla ve betonun farklı ısıl iletkenliklerinden dolayı termografi yöntemi

ile çok belirgin bir şekilde ayırt edilebilmiştir (Şekil 2). Ancak tuğla duvarların bölücü duvarlar (yatay delikli tuğla) mı yoksa taşıyıcı duvarlar mı olduğu (taşıyıcı yığma tuğlası) yani tuğla duvarın malzemesi belirlenememiştir. Müzede yapılan çalışmalar kapsamında zorunlu olarak sıvası kaldırılan bölgelerde termal kamera ile yapılan tespitleri destekler nitelikte tuğla duvarlar görülmüştür. Bina ile ilgili kayıtlara göre dış duvarlar kesme taş duvar olarak bilinmekteydi. Termal görüntüleme sayesinde bu duvarların salt taş duvar değil tuğla hatıllı taş duvar tipinde örülmüş olduğu belirlenebilmiştir. Bu bilgi lokal olarak yapılan sıva kaldırılması işlemi ile doğrulanmıştır (Şekil 3).



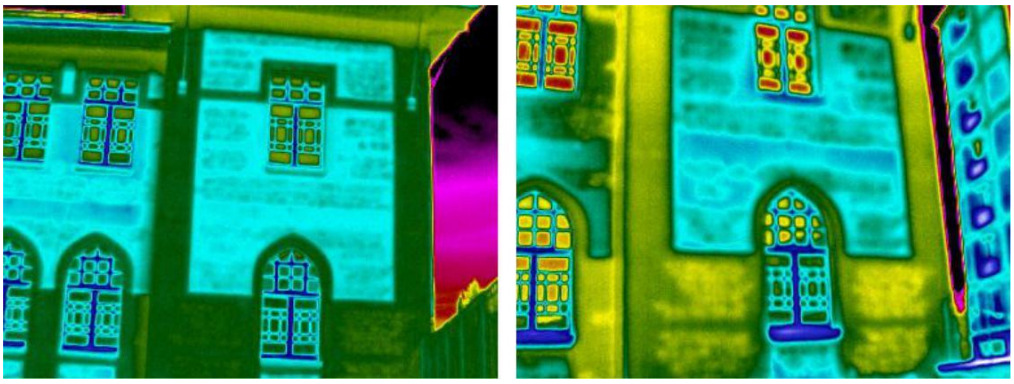
Şekil 2. Beton, tuğla ve taş malzemelerinin sıcaklık değerleri

Şekil 3. Taş duvar içindeki tuğla hatıl

4.SONUÇ VE TARTIŞMA

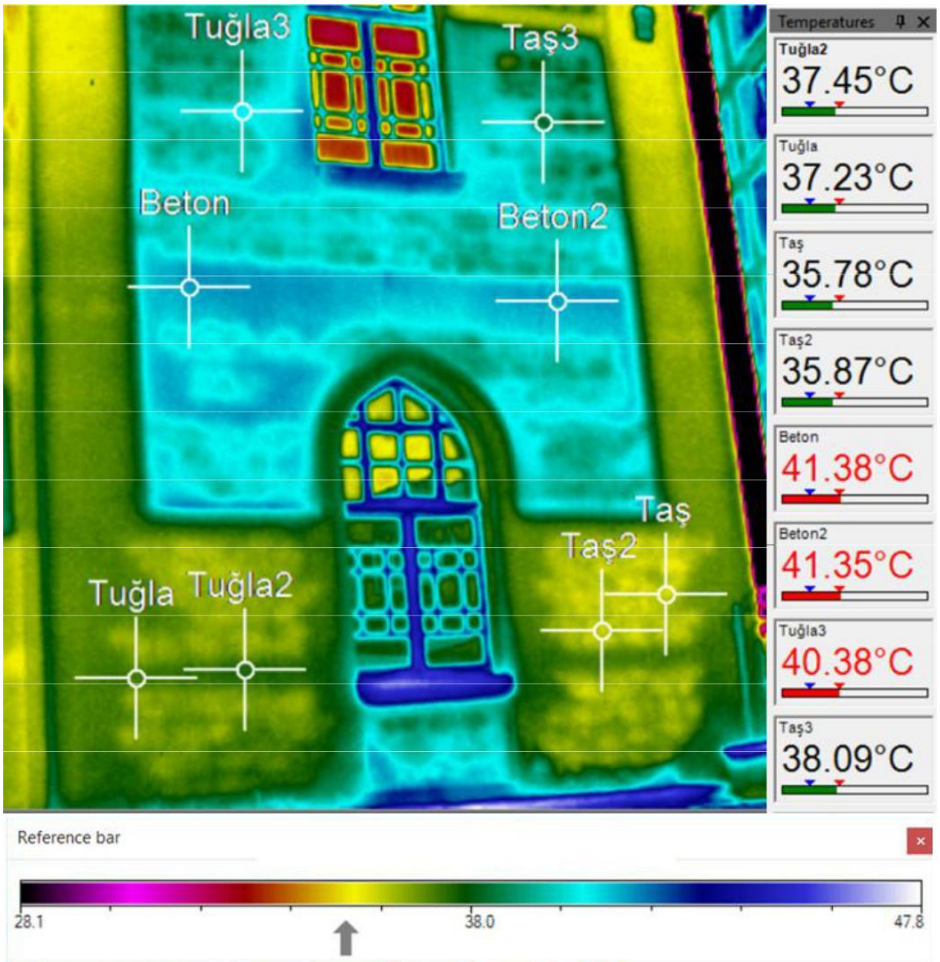
Çalışmada; sıva ya da kaplama kaldırılmadan tespit edilemeyen duvar malzemelerinin hasarsız olarak belirlenmesi

amacıyla termal kamera görüntülerini kullanmanın mümkün olup olmadığı irdelenmiştir. Çalışma sonucunda termal görüntüleme yönteminin en iyi sonuçları yüksek sıcaklılarda verdiği görülmüştür. Düşük sıcaklıklarda bina içinde yapılan ölçümlerde ısıtıcı kullanılması sonuçları olumlu yönde etkilemektedir. Dışardan yapılan görüntülemelerde güneşte ısınmış olan cephelerde farklı yapı malzemeleri belirgin bir şekilde görülebilmektedir (Şekil 4). Termografi yöntemi ile tarihi binalarda taş, tuğla, beton gibi farklı yapı malzemelerinin yerlerinin hasarsız bir şekilde tespit edilebilir olduğu görülmüştür.



Şekil 4. Soğuk (sol görüntü) ve sıcak (sağ görüntü) havada termal kamera ile dış cephede yapılan izlemeler

Yapılan gözlem sonuçlarına göre, kalın sıva tabakasına rağmen farklı malzemelerin farklı sıcaklıklar yaydığı görülmüştür. Kaydın yapıldığı gün dışardaki hava sıcaklığı 29°C civarında ölçülürken, betonun sıcaklığı en yüksek 41°C'nin üstünde belirlenmiştir. Tuğla sıcaklığının ise, betondan yaklaşık 1°C kadar daha soğuk olduğu görülmüştür. Taşın sıcaklığı 38°C civarında yani tuğladan 2°C daha soğuk olarak belirlenmiştir. İçerden yapılan izlemelerde betonun en sıcak, taşın ise en soğuk olduğu görülmüştür. Dış cepheden elde edilen sonuçlar daha belirgin bir şekilde malzemelerin farklılıklarını göstermektedir (Şekil 5).



Şekil 5. Beton, tuğla ve taş arasındaki sıcaklık farkları

Çalışmada elde edilen sonuçlar; termografi yönteminin sıva ile kaplı yüzeylerde herhangi bir tahribat yapmadan yapı malzemesi farklılıklarını belirlemede iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, termografi yönteminin tarihi ve kültürel varlıklarımızın korunmasında ve belgelenmesinde kullanılabilir bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

KAYNAKLAR

Gade, R.; T. B. Moeslund 2014, "Thermal cameras and applications: a survey." Machine Vision and Applications 25(1): 245-262.

Grinzato, E.; P. G. Bison; S. Marinetti 2002, "Monitoring of ancient buildings by the thermal method." Journal of Cultural Heritage 3(1): 21-29.

Jerem, P.; K. Herborn, D. McCafferty; D. McKeegan; R. Nager, 2015. "Thermal Imaging to Study Stress Non-invasively in Unrestrained Birds." Jove-Journal of Visualized Experiments(105).

Jones, B. F.,1998. "A reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine." Ieee Transactions on Medical Imaging 17(6): 1019-1027.

Jones, B. F.; P. Plassmann, 2002. "Digital infrared thermal imaging of human skin." Ieee Engineering in Medicine and Biology Magazine 21(6): 41-48.

Kaplan, H. 2007. Practical applications of infrared thermal sensing and imaging equipment, SPIE press.

Lewis, A. W., S. T. S. Yuen; A. J. R. Smith 2003, "Detection of gas leakage from landfills using infrared thermography - applicability and limitations." Waste Management & Research 21(5): 436-447.

Ma, Y. L., X. K. Wu, G. Z. Yu, Y. Z. Xu ; Y. P. Wang 2016. "Pedestrian Detection and Tracking from Low-Resolution Unmanned Aerial Vehicle Thermal Imagery." Sensors 16(4).

Nalcakan, M. "Turan Numune Mektebi'den Atatürk ve Cumhuriyet Tarih Müzesine." 85-

96. OptrisInfraredThermometars "Operator’s Manual."

Sabins, F. F. 2007. Remote sensing: principles and applications, Waveland Press.

Vadivambal, R.; D. S. Jayas, 2011. "Applications of Thermal Imaging in Agriculture and Food Industry-A Review." Food and Bioprocess Technology 4(2): 186-199.

www.anadolu.edu.tr (2016).

Zheng, X. L.; X. J. Zhu; Y. Q. Lu; J. B. Zhao; W. Feng; G. H. Jia; F. Wang; F. Y. Li; D. Y. Jin 2016. "High-Contrast Visualization of Upconversion Luminescence in Mice Using Time-Gating Approach." Analytical Chemistry 88(7): 3449-3454.