



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 3, Article Number: 1A0191

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2010

Accepted: July 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Mustafa Altın

Murat Selek

Şakir Taşdemir

Selcuk University

maltin@selcuk.edu.tr

mselek@selcuk.edu.tr

Konya-Turkey

**YIĞMA YAPI TUĞLASININ BASINÇ ALTINDAKİ SICAKLIK DAVRANIŞININ İNFRARED
TERMOGRAFI TEKNİĞİ İLE İNCELENMESİ**

ÖZET

Türkiye'nin deprem kuşağında olduğu ve yaklaşık yapı stokunun %51'nin yığma yapılardan oluştuğu düşünüldüğünde, mevcut binaların incelenmesinin ve rehabilite edilmesinin gerektiği görülmektedir. Tahribatsız muayene yöntemleri hem zaman hem de maddi bakımdan bu işlemi yerine getirmek için birçok avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada, tahribatsız muayene yöntemlerinden olan infrared termografi (IRT) yöntemi kullanılarak, yığma yapılarda kullanılan tuğlanın basınç dayanımı ve ısı davranışı arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmış ve yığma yapı tuğlasının yapısı gereği yüksek ısı üretmediği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Yapı Hasarı, İnfrared Termografi, Yığma Yapı, Tuğla, Basınç Dayanımı

**AN ANALYSIS OF THERMAL BEHAVIOR OF MASONRY CONSTRUCTION BRICK UNDER
PRESSURE USING INFRARED THERMOGRAPH TECHNIQUE**

ABSTRACT

When considered that Turkey is within the seismic belt and approximately 51% of the building stock is made up of masonry construction, it becomes necessary to examine and rehabilitate the existing buildings. The examination methods without damaging construction materials ensure many advantages to implement this process in terms of both time and physical nature. In this study, the brick used with the masonry constructions is examined to find out whether it has a relation between the pressure resistance and thermal behavior using infrared thermograph (IRT) method which is an examination method without any damage. It has been observed that the masonry construction bricks do not produce high temperature due to its nature.

Keywords: Building Damage, Infrared Thermography, Masonry Houses, Brick, Compressive Strength

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deprem bölgeleri haritasına göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'inin ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir. Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır [1].

2000 yılında Türkiye genelinde yapılan bina sayımı, belediyelerin mücavir alanlarında uygulanmış ve toplam 224.971 bina tespit edilmiştir. Taşıyıcı sisteme göre, binaların %51,1'nin yığma ve %48,4'nün çerçeve sistem olarak inşa edildikleri tespit edilmiştir. İnşaatlarda dolgu maddesi cinsine göre en fazla payı %59,6 ile tuğla almaktadır. Bunu %18 ile briket, %9,8 ile taş ve %7,9 ile kerpiç izlemektedir. Son yıllarda meydana gelen Mart 1992 Erzincan, Ekim 1995 Dinar, Ağustos 1999 Sakarya-Kocaeli ve Ekim 1999 Düzce depremlerinde çok sayıda yığma ve betonarme binada oluşan büyük yapısal hasarlar sonucu önemli sayıda can ve mal kaybı meydana gelmiştir. Geçmişteki depremlerde en çok can ve mal kaybı; taş, tuğla, kerpiç, ağaç vb. geleneksel malzemeler ile yapılan yığma binalarda görülmüştür [2].

Yapılarda kullanılan çoğu malzemede hasar oluşumu, malzemenin sıcaklık davranışı ile ilgilidir. Malzemelerin sıcaklıklarının ölçümü, oluşabilecek kusurların sebebinin anlamak için önemlidir. Bu amaçla, yapılarda kullanılan malzemeleri test etmek için onların ömrüne müdahale etmeden ve onları tahrip etmeden malzemenin davranışını değerlendirebilmemizi sağlayabilecek olan tahribatsız muayene yöntemlerini kullanmak faydalı olabilir [3]. Bu yöntemlerden biri olan IRT tekniği, cisimlerin yüzey sıcaklıklarını tespit etmek için kullanılmaktadır.

Bu yöntem, incelenecek olan alandan yayılan termal radyasyonun şiddetine göre bölgenin ısı dağılımını veren iki boyutlu bir resmin oluşmasını sağlar [4,5]. IRT tekniği, binaların performansını değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle enerjinin korunumu bağlamında, ısı köprüleri, hava sızdırmazlığı ve nemli bölgeler gibi binalarda oluşabilen yapısal kusurları tespit etmek için yaygın olarak kullanılmıştır [6,7].

Bu çalışmada, binalarda kullanılan yığma yapı tuğlasının basınç altındaki ısıl davranışını incelemek için IRT tekniği kullanılmıştır.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada binaların dayanımını ölçmek amacıyla tahribatsız muayene yöntemlerinden biri olan infrared termografi yöntemi kullanılmıştır. Cisimlerin yüzey sıcaklıklarını tespit etmek için kullanılmakta olan infrared termografi yöntemi, yığma binaların yüzey sıcaklıklarını ölçerek deprem dayanımları hakkında ön bilgi sahibi olabilmek amacıyla tercih edilmiştir. Bu amaçla, elde basınç ve sıcaklık değerleri arasında bir ilişki olup olmadığı incelenmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIAL AND METHOD)

Çalışmada, bilgisayar kontrollü test presi, termal kamera ve tuğlalar materyal olarak kullanılmıştır.

DeneySEL çalışmada kullanılan tuğlaların TS EN 771-1/Nisan 2005'de yayınlanan "Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler (Tuğlalar)" [8] standardına uygunluğu araştırılmış ve uygun numuneler deneyde kullanılmıştır.

Yüksel Kaya Makine tarafından ISO9001(2000) Kalite Yönetim Sistemi standartlarına uygun şekilde üretilmiş olan bilgisayar

kontrollü tam otomatik 200 ton (2000kN) kapasiteli test presi ve şirket tarafından hazırlanmış olan Pres 5.4 versiyonu programı kullanılarak deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Şekil 1'de deneylerin gerçekleştirildiği pres ve bilgisayar programı görülmektedir.



Şekil 1. Pres ve bilgisayar programı
(Figure 1. The press and computer program)

Deneysel çalışma sırasında, termal görüntüleri elde etmek için kullanılan FLIR E45 termal kameranın özellikleri Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Termal kameranın özellikleri
(Table 1. Features of thermal camera)

Dedektör tipi	Focal Plane Array (FPA), Soğutmasız Microbolometre 160x120 Piksel
Spektrum Aralığı	7.5 - 13 μm
Sıcaklık Aralığı	-20 °C - +250 °C
Doğruluk	± 2 °C, $\pm 2\%$
Isıl Hassasiyet	30 °C'de 0.1 °C
Video Çıkışı	Standart RCA Kompozit Video
Resim Frekansı	50/60 Hz
Görüş Alanı/ Min. Odak Uzaklığı	34°x25°/0.1m (9,2 mm lens)

Numune tuğlaların basınç uygulanacak olan delikli yüzeylerinin ve boyutlarının standartlara uygunluğu ölçüldükten sonra, bir hacim 0.1 mm'lik yıkanmış doğal kum ve bir hacim TS EN 197-1/Mart 2002 çimento uygunluk kriterleri [10] ile yapılmış harçla bir çelik levha üzerine düzlenerek harçların kalınlıkları 5 mm'den fazla olmayacak şekilde ve tuğlanın deliklerinin harç ile dolmamasına dikkat edilerek hazırlanmıştır. Bu işlemlerin sonucunda, numuneler ilk iki gün nemli bir ortamda, sonra da yaklaşık 18-22°C sıcaklıkta 7 gün olmak üzere toplam 9 gün bekletilerek deneysel çalışma için hazır hale getirilmiştir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLAR (EXPERIMENTAL STUDY AND CONCLUSIONS)

Deneyler Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu İnşaat Teknolojisi laboratuvarında dış cepheden tecrit edilmiş, sadece 1 kapı ile bağlantısı sağlanan ve ortam sıcaklığının ani

değişikliklerden etkilenmeyeceği bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Şekil 2'de ise deney düzeneği verilmiştir.

Hazırlanan tuğla numuneler iki çelik plaka arasına presi ortalayacak şekilde yerleştirilmiş ve devamlı artan ($0.3 - N/cm^2/Sn$) bir basınç gerilmesi ile tuğla kırılincaya kadar alt ve üst yüzeylerden uygulanmıştır. Tuğlaya uygulanan basınç değeri bilgisayar programı ile otomatik olarak vermiştir. Deneyde kullanılan tuğla ağırlıkları, ebatları, kırılma yükleri, tuğlanın basınç dayanımları, deneyin başlama saati, deney hızı ve deney süresi Tablo 2'de verilmiştir.



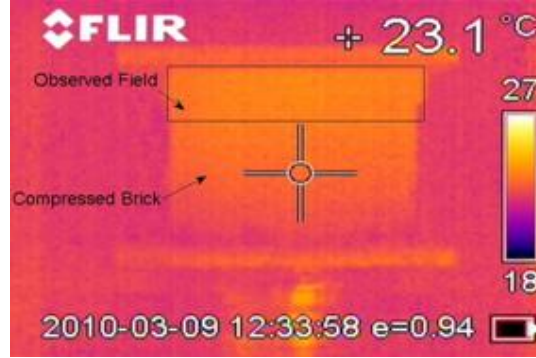
Şekil 2. Deney düzeneği
(Figure 2. Experimental set-up)

Tablo 2. Deneyde kullanılan tuğlalar ve elde edilen değerler
(Table 2. Bricks used in the experiment and the obtained values)

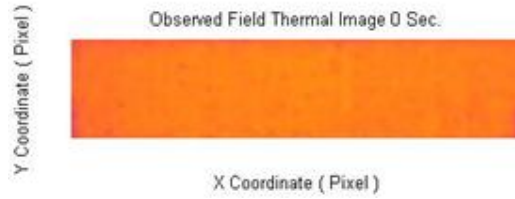
Deney No	Ağırlık (Gr)	Ebat (mm)	Yük (Kgf)	Basınç (N/mm^2)	Başlama Saati	Deney Hızı ($N/cm^2/sn$)	Deney Süresi (Sn)
1	4070	282x185x135	26515	50.82	12:33:56	-0.3	156.2
2	3987	283x185x136	21212	40.66	12:59:16	-0.3	160.7
3	4137	282x186x134	22821	43.74	13:19:40	-0.3	143.0
4	4126	284x185x134	28345	54.33	13:48:10	-0.3	153.0
5	4324	282x185x135	28693	55.02	13:55:43	-0.3	155.7
6	3900	282x185x135	22916	43.93	14:04:00	-0.3	136.5
7	4051	282x185x136	25505	48.89	14:10:40	-0.3	160.9
8	4064	285x187x135	22190	42.53	14:29:45	-0.3	144.8
9	4074	288x186x135	21527	41.26	14:39:51	-0.3	132.6

Deneyisel çalışmada; tuğlalara basınç uygulanırken, FLIR E45 termal kamera ile termal görüntüler kaydedilmiştir. Elde edilen bu görüntüler MATLAB yazılımında hazırlanmış olan termal görüntü işleme programı [11, 12] kullanılarak işlenip, deney sırasında oluşan sıcaklık değişimleri elde edilmiştir. Bu sıcaklık verilerine ve uygulanan basınç değerlerine bağlı olarak, tuğlanın basınç dayanımı ve ısı davranışı arasında bir ilişki olup olmadığı gözlemlenmiştir. Presin tuğla ile temas ettiği yüzeye yakın bölgede, uygulanan basıncın meydana getirdiği gerilmeye bağlı olarak oluşan sıcaklık değerleri incelenerek, bölgenin 3 boyutlu sıcaklık dağılımını veren grafikler elde edilmiştir. Şekil 3'de deneyin başlangıcında elde edilen termal görüntü, Şekil 4'de gözlenen bölge, Şekil 5'de ise 3 boyutlu sıcaklık dağılımını veren grafik yer almaktadır.

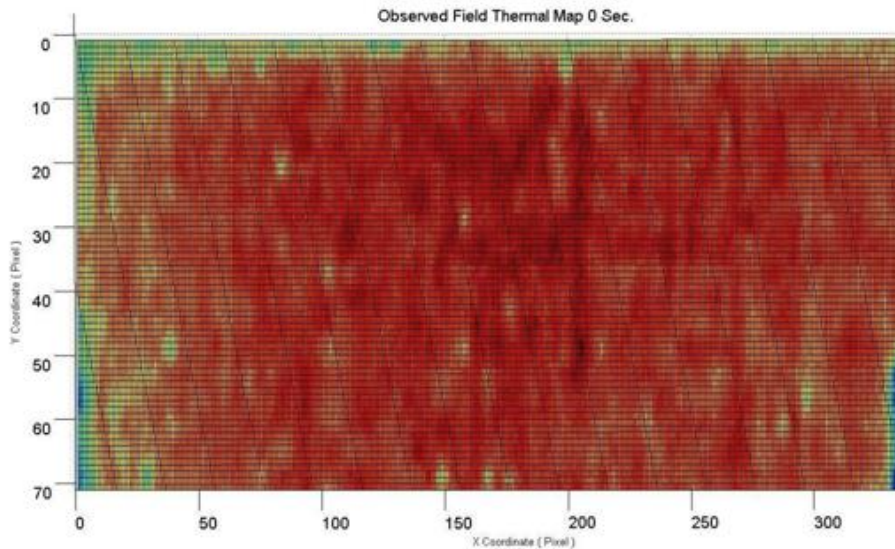
Deneyisel çalışmada; tuğlalara basınç uygulanırken FLIR E45 termal kamera ile görüntüler alınıp, termal görüntü işleme programı kullanılarak [11 ve 12] incelemeler yapılmış ve yığma tuğlanın basınç dayanımı ile ısı davranışı arasında bir ilişki olup olmadığı gözlemlenmiştir. Termal görüntülerden, tuğla yüzeyinde gerilmeye bağlı olarak hasarın oluşmaya başladığı anlarda meydana gelen ısının 3 boyutlu dağılımını veren grafikler çıkartılmıştır. Basınç dayanımı ile yüzeyde oluşan ısı arasında ilişki kurulmaya çalışılmıştır.



Şekil 3. Deney başlangıcındaki termal görüntü
(Figure 3. Thermal image at the beginning of the experiment)



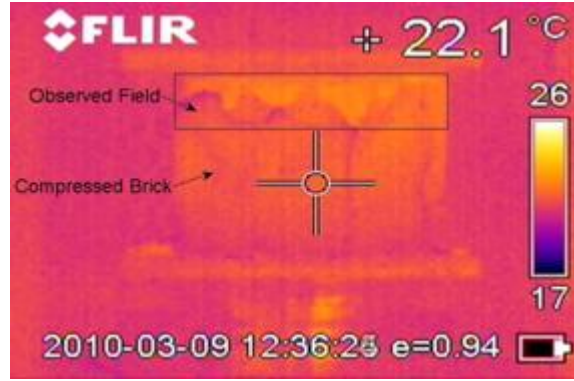
Şekil 4. Termal görüntüde gözlenen alan
(Figure 4. The observed field of thermal image)



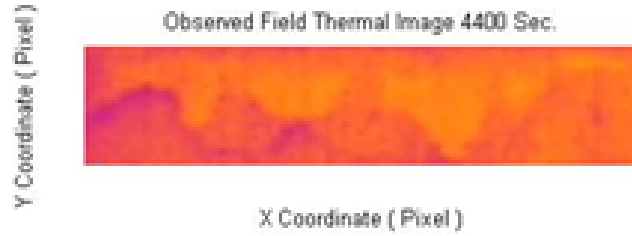
Şekil 5. Deney başlangıcındaki 3 boyutlu sıcaklık dağılımı
(Figure 5. The 3-dimensional temperature distribution at the beginning of the experiment)

Deney başlangıcından sonra tuğla basınç altında ısı üretmeye başlamıştır. Şekil 6'da 4400 salise sonra basınç altındaki tuğlanın

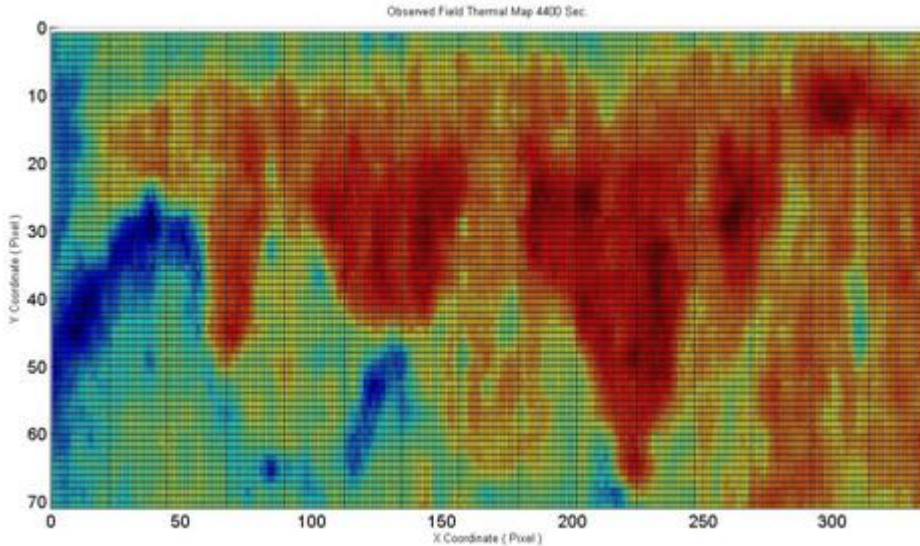
yüzeyinde oluşan sıcaklık dağılımı, Şekil 7'de gözlenen alan ve Şekil 8'de ise bu alana ait olan 3 boyutlu sıcaklık grafiği yer almaktadır.



Şekil 6. 4400 salise sonraki termal görüntü
(Şekil 6. The thermal image after 4400 split-second)



Şekil 7. Termal görüntüde gözlenen alan
(Figure 7. The observed field of thermal image)



Şekil 8. 4400 salise sonra 3 boyutlu sıcaklık dağılımı
(Figure 8. The 3-dimensional temperature distribution after 4400 split-second)

Tahribatsız muayene yöntemleri ile bina basınç dayanımlarının bulunabilmesi için birçok alet ve teknik geliştirilmiştir. İnfrared termografi yönteminde özellikle enerjinin korunumu bağlamında, ısı köprüleri, hava sızdırmazlığı ve nemli bölgeler gibi binalarda

oluşabilen yapısal kusurları tespit etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bina basınç dayanımları ile ilgili olarak ta yeni çalışmalar yapılmaya başlanmış olup henüz kullanılabilen bir yöntem geliştirilememiştir. IRT yöntemi ile yapılan bu çalışmada, basınç altında tuğlanın yapısı gereği yüksek sıcaklıklar üretmediği tespit edilmiştir. Hasar oluştuktan sonra ise termal görüntülerde ısı farkı olan bölgelerin meydana geldiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak, yağma yapılarında kullanılan tuğlanın basınç dayanımı ve ısı davranışı arasında bir ilişki olup olmadığı araştırılmış ve yağma yapı tuğlasının yapısı gereği yüksek ısı üretmediği gözlenmiştir.

NOT (NOTICE)

Bu çalışma, 14-16 Ekim 2010 tarihinde Dicle Üniversitesinde tamamlanan Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumunda (BUMAT2010) sözlü sunumu yapılmış ve NWSA yazım esaslarına göre yeniden düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. <http://deprem.gov.tr/Sarbis/Deprem/DepremNedir.aspx#KONU1>
2. Çoğürçü, M.T., (2007). Yağma Yapıların Yatay Derz Güçlendirme Yöntemiyle Güçlendirilmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya
3. Barreira, E. and De Freitas, V.P., (2007). Evaluation of building materials using infrared thermography, *Construction and Building Materials*; 21; 218-224.
4. Wirahadikusumah, R., Abraham, D.M., Iseley, T., and Prasath, R.K., (1998). Assessment technologies for sewer system rehabilitation. *Automation in Construction*; 7: 259-70.
5. Moropoulou, A., Kouli, M., and Avdelidis, N.P., (2000). Infrared thermography as an NDT tool in the evaluation of materials and techniques for the protection of historic monuments. *Insight: Non-Destructive Test Condition Monitoring*;42(6):379-83.
6. Grinzato, E., Vavilov, V., and Kauppinen, T., (1998). Quantitative infrared thermography in buildings. *Energy Buildings*; 29: 1-9.
7. Titman, D.J., (2001). Applications of thermography in non-destructive testing of structures. *NDT and E International*; 34: 149-54.
8. TS EN 771-1, (2005). Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
9. Türk Standardı TS EN 197-1, (2002). Çimento - Bölüm 1: Genel çimentolar - Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
10. Türk Standardı TS EN 772-1, (2002). Kâgir Birimler- Deney Metodları- Bölüm 1: Basınç Dayanımının Tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
11. Selek, M., Şahin, Ö.S. ve Kahramanlı, Ş., (EUROCON 2007). Thermographical Investigation of Crack Initiation Using Artificial Neural Networks", *The International Conference on "Computer as a Tool" September 9-12, pp:270-275, Warsaw, POLAND.*
12. Selek, M., Şahin, Ö.S. ve Kahramanlı, Ş., (2009). Using Artificial Neural Networks for Real-Time Observation of the Endurance State of a Steel Specimen under Loading. *Expert Systems with Applications, Volume 36, Issue 4, Pages 7400-7408.*