



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BİNA YAPI MALZEMELERİ İÇİN MİKROKAPSÜLENMİŞ FAZ DEĞİŞTİREN MADDE GELİŞTİRİLMESİ

**BEYZA BEYHAN
KEMAL CELLAT
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

**OKAN KARAHAN
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**

**YELİZ KONUKLU
NİĞDE ÜNİVERSİTESİ**

**CENGİZ DÜNDAR
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**

**CANER GÜNGÖR
KAMBETON**

**HALİME PAKSOY
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**



BİNA YAPI MALZEMELERİ İÇİN MİKROKAPSÜLLENMİŞ FAZ DEĞİŞTİREN MADDE GELİŞTİRİLMESİ

Beyza BEYHAN
Kemal CELLAT
Okan KARAHAN
Yeliz KONUKLU
Cengiz DÜNDAR
Caner GÜNGÖR
Halime PAKSOY

ÖZET

Binalarda enerji tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir kaynaklardan daha etkin yararlanılabilmesi için son yıllarda faz değıştiren maddelerde (FDM) termal enerji depolanması konuları araştırılmaktadır. FDM termal enerjiyi gizli ısı şeklinde depolayan maddelerdir. FDM'nin yapı elemanlarında ve malzemelerde kullanımı bina ısı kütlesini artırarak, ısıtma ve soğutma yüklerini azaltabilmektedir. Bina yapı malzemesine eklenen FDM ile güneş enerjisinden pasif olarak yararlanma imkanı sağlanır ve bina içinde daha homojen bir sıcaklık dağılımı elde edilir. Çalışmamızda bina yapı malzemelerinde kullanılacak, bina konfor sıcaklıklarına uygun mikrokapsüllemiş faz değıştiren madde (MFDM)'lerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, inşa edilen test kulübelerinde kullanılmak üzere FDM olarak yağ asidi karışımı içeren ve gizli ısı değeri 97,8 J/g olan mikrokapsül geliştirilmiştir. Taramalı elektron mikroskobu analizleri (SEM) mikrokapsüllerin boyutlarının 250-480 nm arasında değıştiğini göstermiştir. MFDM'lerin beton harcı içerisine eklendiğinde küresel görünümün korunduğu, kabuk kısmının zarar görmediği ve beton içerisinde mikroküreciklerin homojen dağıldığı gözlemlenmektedir. MFDM'li beton kullanılarak inşa edilen deneme kulübelerinde uygulama çalışmaları devam etmekte olup, bir yıl boyunca yapılacak ölçümlerle bina ısıtma/soğutma yüküne etkileri belirlenecektir. Binalarda enerji tasarrufunun artması ve CO₂ emisyonunun azaltılması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Termal enerji depolama, Faz değıştiren maddeler, Binalarda enerji performansı.

ABSTRACT

In recent years, thermal energy storage in phase change materials are investigated to not only reduce energy consumption in buildings but also benefit from renewable sources more effectively. Phase Change Materials (PCM) are substances that store thermal energy in the form of latent heat. Using PCM in building components and materials can reduce heating and cooling loads via increasing the thermal mass of building. Moreover, it provides to benefit from solar energy system passively and homogeneous temperature distribution in buildings. In our study, we aimed to develop microencapsulated phase change material (MPCM) that can be used in building construction elements and suitable for the comfort zone of the building. With this purpose, microcapsules containing fatty acid mixture as PCM, that have latent heat of 97,8 J/g, were developed. Scanning electron microscope (SEM) analysis showed that size of the microcapsules were in the range of 250-480 nm. When MPCM were added to concrete, the shells were not broken, the spherical geometry was preserved and microspheres were homogeneously distributed in the concrete mix. Experimental studies in test building that was built using concrete with MPCM is on going and the effects on heating/cooling loads in building will be determined with the year around measurements. It is expected that energy conservation in buildings will be increased and CO₂ emissions will be reduced.

Key Words: Thermal energy storage, Phase change material, Energy performance in buildings

1. GİRİŞ

Ülkemizde nüfus artışı, sanayi ve teknolojiadaki gelişmelere bağlı olarak enerji ihtiyacı artmaktadır. Sektörler ve kullanım alanlarına göre toplam enerji tüketim oranları incelendiğinde meskenlerdeki enerji tüketiminin ikinci sırada yer aldığı görülmektedir [1]. Bu nedenle özellikle binalarda yenilenebilir enerji kullanımı, enerji verimliliği ve tasarrufu konuları önem kazanmaktadır. Bina sektöründe %35 düzeyinde enerji tasarrufu potansiyeli olduğu saptanmıştır. Binalarda enerji tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanılması için son yıllarda FDMlerde termal enerji depolaması konuları araştırılmaktadır [2]. FDM'nin yapı elemanlarında ve malzemelerde kullanımı bina ısı kütlesini artırarak, ısıtma ve soğutma yüklerini azaltabilmektedir. FDM termal enerjiyi gizli ısı şeklinde depolayan maddelerdir. Enerji alan madde erir ve tekrar donarken aldığı bu enerjiyi geri verir. Böylece ortam sıcaklığı faz değişim sıcaklığına çok yakın bir sıcaklık aralığında tutulmuş olur. Isı depolama amacıyla, belirli sıcaklıklarda faz değişimlerine uğrayan ve gizli ısı değerleri yüksek olan materyallerden yararlanır. Gece dış ortam sıcaklığının düşmesiyle donan FDM ısı salarak binanın ısınmasına katkı sağlar. Böylece güneş enerjisinden yararlanılarak bina içerisindeki ısının homojen olarak dağılmasına olanak sağlar. FDM'nin mikrokapsüllenmiş olarak veya doğrudan uygulanmasıyla soğutmada %30'a, ısıtmada ise %20'lere varan tasarruf sağlanmıştır [3,11]. FDM olarak genellikle parafin, sandviç panel uygulamalarının bazılarında ise tuz çözeltileri denenmiştir. Kapsülsüz doğrudan FDM uygulamalarında parafinin gözenekli yapıdan dışarıya akması araştırmaları kapsüllenmiş FDM kullanımına yöneltmiştir.

Çalışmamızda bina yapı malzemelerinde kullanılacak, bina konfor sıcaklıklarına uygun mikrokapsüllenmiş FDM'lerin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, inşa edilen test kulübelerinde kullanılmak üzere FDM içeren mikrokapsül geliştirilmiş ve beton harcı içerisine eklenerek morfolojileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Kullanılan Kimyasallar

Bina yapı malzemesi olan harçlar ile birlikte kullanılacak FDM seçiminde öncelikle bina için uygun konfor sıcaklığı belirlenmelidir. Bu sıcaklık iklime bağlı olup %50 bağıl nem ve 20 ile 25 °C olarak kabul görmektedir[12]. FDM'lerin seçimi sırasında iklimin yanı sıra aşağıdaki kriterlerde dikkate alınarak yağ asidi karışımı olan kaprik/ miristik asit karışımının kullanılmasına karar verilmiştir.

- ✓ yüksek erime ısısına sahip,
- ✓ tersinir erime donma döngüsünü tamamlayan,
- ✓ tekrarlanan erime donma döngüsünde bozunmayan,
- ✓ yanmayan, toksik olmayan ve patlamayan,
- ✓ aşırı soğuma göstermeyen,
- ✓ iyi termal iletkenliğe sahip,
- ✓ ucuz ve kolay bulunabilir olmaları

Uygun FDM seçiminin ardından FDM'lerin beton karışımlarıyla birlikte kapsüllenerek kullanılması için uygun yöntem araştırılmış ve kapsülleme işleminin emülsiyon polimerizasyonu yöntemiyle yapılması planlanmıştır. Deney kapsamında kullanılacak kimyasallar ve miktarları tablo1'de gösterilmektedir.

Tablo1. Emülsiyon polimerizasyonu ile kapsülleme işleminde kullanılacak kimyasallar

	Kimyasal	Miktar
Yağ asidi	%75 kaprik asit -%25 miristik asit karışımı	25g
Monomer	metil metakrilat(MMA)	50g
Komonomer	2-hidroksi etil metakrilat (2-H-EMA)	2,5g (%5)
Çapraz Bağlayıcı	Etilen glikol dimetakrilat (EGDM)	10g
Yüzey aktif madde	TritonX100	5g
Emülsiyon ortam başlatıcıları	Demir sülfat çözeltisi	3ml
	Amonyum persülfat	0,5 g
	Sodyum tiyosülfat	0,25g
	% 70'lik tersiyerbütül hidroperoksit	1g

2.2. Kullanılan Cihazlar

Differansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC): MFDM gizli ısılarını ve faz değiştirme aralıklarını belirlemek amacıyla Perkin Elmer Diamond marka DSC cihazı kullanılmıştır. Yapılan analizler 1°C/dk ısıtma-soğutma hızında, 10 ile 40°C sıcaklık aralığındadır ve ısınma eğrisi üst bölgede gösterilmektedir.

Veri kaydetme cihazı ve Su banyosu: Faz değiştirme aralığının ve faz değişim davranışının incelenmesi amacıyla ısınma soğuma eğrileri, MFDM'nin beklenen faz değişim aralığını da içine alan bir sıcaklık aralığında zamana bağlı olarak sıcaklık değişimi ölçülerek belirlenmiştir. Bu sıcaklık aralığının sağlanabilmesi için Huber marka su banyosu kullanılmış ve Agilent 34970A marka datalogger ve 34901A 20 kanallı multiplekser ile 10 saniyede bir ölçüm alınarak, sıcaklık verileri özel veri tabanında kaydedilmiştir. Sıcaklık ölçümü N/N-24-T tipi çift duyarlılık ısı çiftleri ile yapılmıştır. Isıl çiftlerin çalışma sıcaklık aralığı -100 – 370 °C arasında olup, ±0,5 °C hassasiyette ölçüm yapılabilmektedir.

Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM): Mikrokapsüllerin görüntüleme ve boyut analizi Zeiss Supra 55 marka SEM analizi ile yapılmıştır.

2.3. Mikrokapsülleme İşlemi

1.Aşama - Emülsiyon hazırlanması: Aşağıdaki bileşenler 200 ml deiyonize su içerisinde 50 °C sıcaklıkta 3000 dev/dk yarım saat karıştırılarak emülsiyon hazırlanmıştır.

- ✓ Yağ asidi
- ✓ Monomer
- ✓ Komonomerler:
- ✓ Çapraz bağlayıcı



- ✓ Yüzey aktif madde
- 2.Aşama - Başlatıcı eklenmesi: Emülsiyon ortamına başlatıcı olarak eklenenler aşağıda verilmiştir.
- ✓ Demir sülfat çözeltisi (0,15 gram demir sülfat 100 mL deiyonize su içerisinde çözülerek hazırlanmıştır.)
 - ✓ Amonyum persülfat
- 3.Aşama - Mikrokapsül oluşumu, süzme ve kurutma: Bu aşamada aşağıdaki bileşenler ilave edilip, 80 °C'de 500 dev/dk hızda karıştırmaya devam edilmiştir. Beş saat karıştırma sonunda sulu ortamdan süzülerek alınan mikrokapsüller etüvde 50 °C sıcaklıkta kurutulmuştur.
- ✓ 0,25 g sodyumtiyosülfat
 - ✓ 1g % 70'lik tersiyerbütül hidroperoksit çözeltisi

2.4. MFDM'nin Beton Karışımlarına Eklenmesi

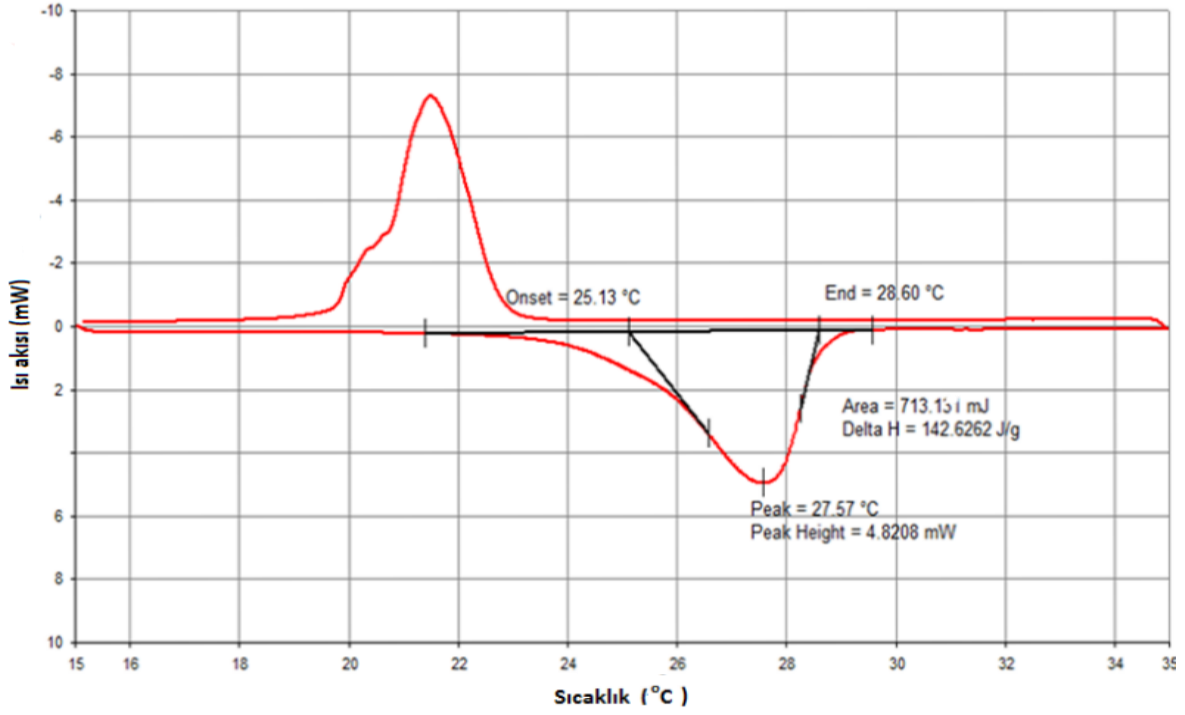
Seçilen mikrokapsül adayının kabuk malzemesinin beton karışımı içindeki davranışını incelemek üzere 7x7x7 cm ebatlarında %10 MFDM içeren standart küp beton (çimento, su, agrega, akışkanlaştırıcı kimyasal katkı) numunesi oluşturulmuş ve kırılan numunenin iç tarafından alınan örneklerden SEM görüntüleri alınmıştır

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

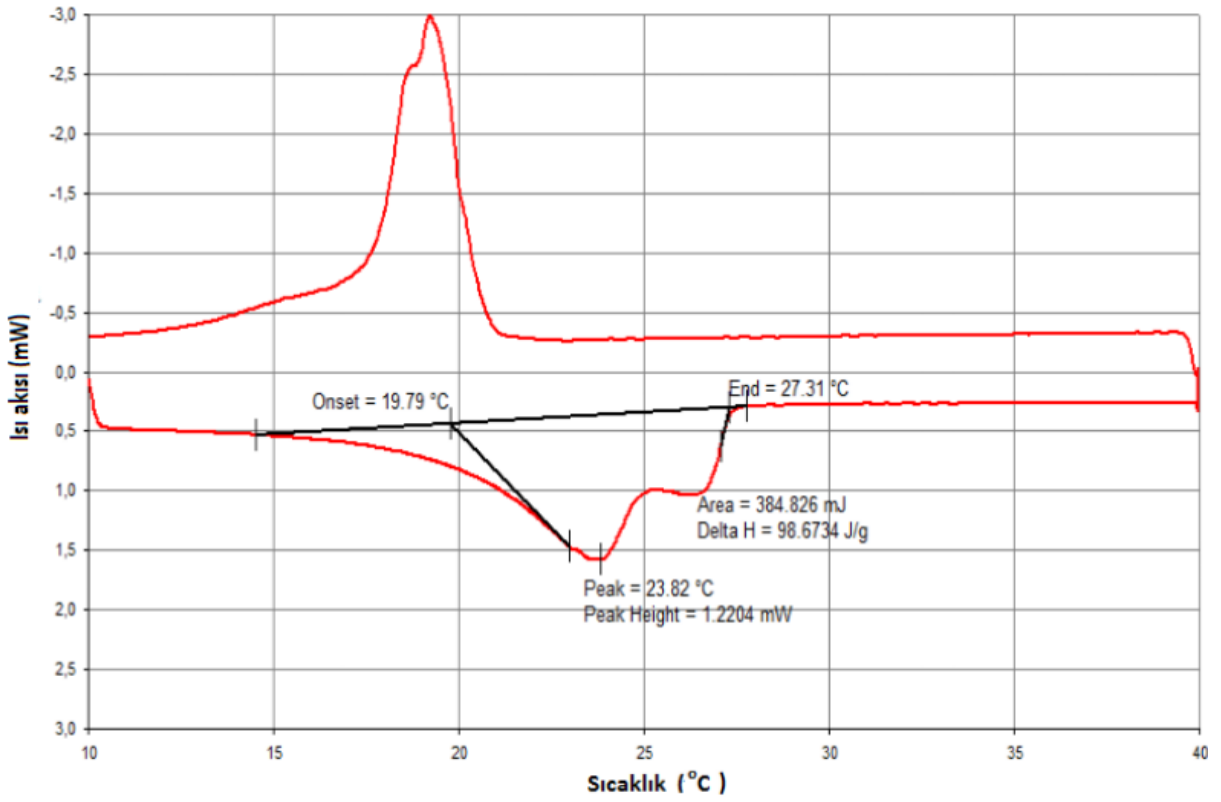
FDM ve MFDM örneklerinin DSC analizleri Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir ve endotermik pik aşağı bölgede bulunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre gizli ısı değerleri sırasıyla 142,6 J/g ve 98,7 J/g, erime aralığı FDM için 25,1-28,6°C MFDM için 19,8-27,3°C bulunmuştur. Etkin madde yükleme kapasitesi (EMYK) aşağıdaki eşitlik kullanılarak %69,2 olarak hesaplanmıştır.

$$EMYK = \frac{\text{Kapsüllemiş FDM } \Delta H}{\text{Kapsüllememiş FDM } \Delta H} \times 100$$

Mikrokapsülleme işlemi FDM gizli ısını düşürmektedir. Literatürde farklı yöntem ve farklı faz değiştiren madde kullanılarak üretilen mikrokapsüller için EMYK oranları incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. He ve Qui yaptıkları çalışmalarında faz değiştiren madde (çekirdek) olarak alkan gruplarını seçmişler ve kapsülleme oranlarını sırasıyla %41,8 ve %66,0 olarak hesaplamışlardır[13,14]. Song ve arkadaşlarının yaptıkları çalışma da ise yağ asidi karışımı mikrokapsülleyerek EMYK değeri %56,7 dir. Sonuç olarak yağ asidi karışımının kapsüllendiği bu çalışma için hesaplanan mikrokapsülleme yüzdesinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

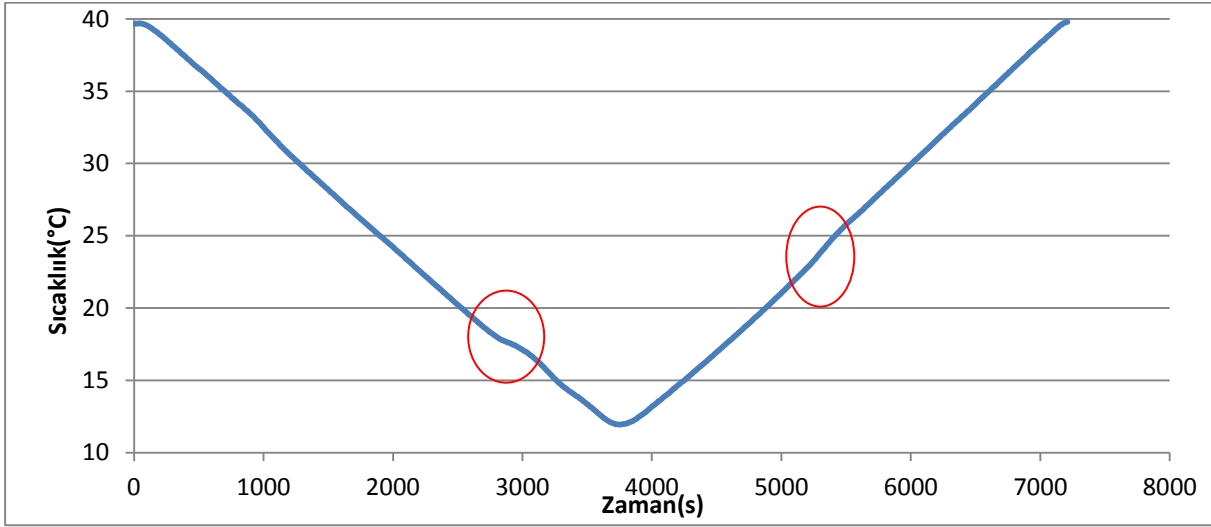


Şekil 1. Faz değıştiren maddenin DSC analizi



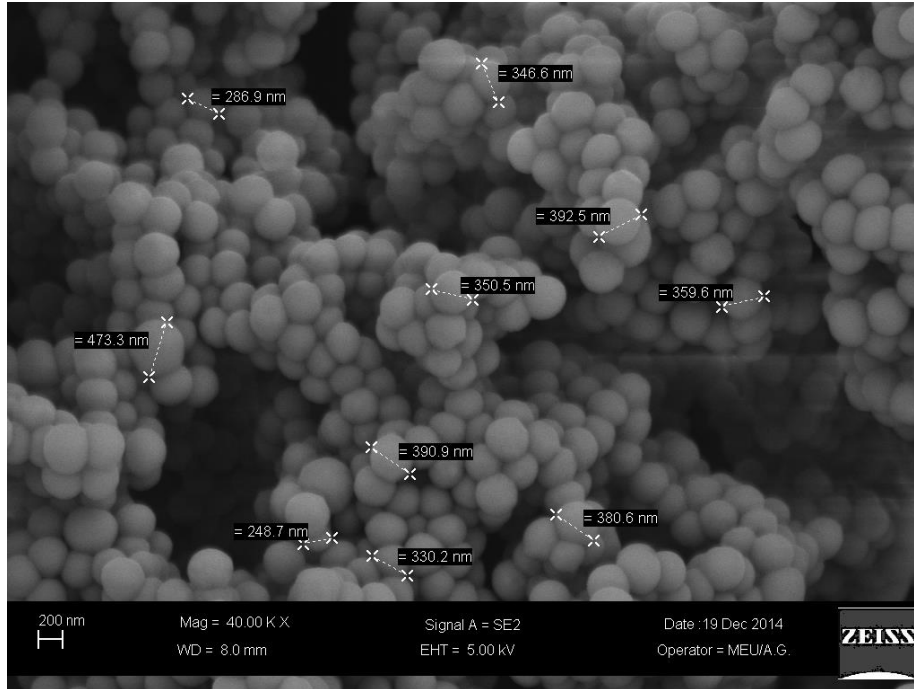
Şekil 2. Mikrokapsülenmiş faz değıştiren maddenin DSC analizi

Isınma ve soğuma eğrileri ve DSC analizleri incelendiğinde erime sıcaklıklarının iki farklı analizde de birbiri ile uyumlu ve çalışmada hedeflenen konfor sıcaklık aralığına uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak donma sıcaklığında, aşırı soğuma nedeniyle donma aralıklarının erime aralıklarının altında olduğu görülmektedir (Şekil 3). Laboratuvaradaki uygulamada soğutma hızının yüksek olması nedeniyle numune içindeki sıcaklık farkının, ısı çift tarafından algılanmasının gecikmesine yol açmıştır. Bina uygulamalarında beton içinde faz değişiminin çok daha yavaş olacağı düşünüldüğünde aşırı soğumanın görülmeyeceği öngörülebilir. Ayrıca yapılan ölçümlerde 0,015 m çaplı deney tüpleri ve DSC analizlerinde kullanılan yaklaşık $2,5 \times 10^{-6}$ kg'lık örnek miktarlarının gerçek sistemdeki miktarlarla karşılaştırıldığında, aşırı soğuma görülmesinde etkili olduğu düşünülmektedir.



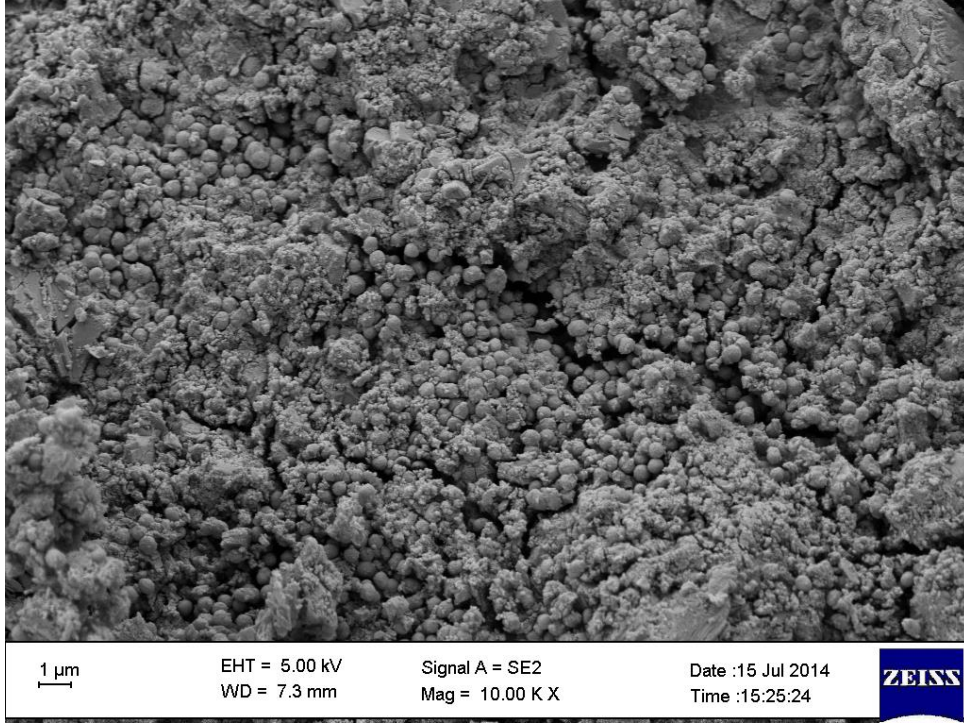
Şekil 3. FDM ısınma-soğuma eğrisi

Şekil 4'de gösterilen MFDM SEM analizi sonucunda küresel taneciklerin elde edildiği ve tanecik boyutlarının 250 nm- 480 nm arasında değiştiği gözlemlenmektedir.



Şekil 4. Mikrokapsülenmiş faz değıştiren maddenin SEM görüntüsü

Üretilen mikrokapsüllü beton denemesi için SEM görüntüleri (Şekil 5) incelendiğinde ise küresel görünümün korunduğu, kabuk kısmının zarar görmediği ve beton içerisinde mikroküreciklerin homojen dağıldığı gözlemlenmektedir.



Şekil 5. Mikrokapsüllü beton numunesinden alınan örneğin SEM görüntüsü

SONUÇ

Çalışmamızda binalarda enerji performansını arttıracak bina yapı malzemeleriyle uyumlu MFDM üretilmiştir. Konfor sıcaklığında faz değiştiren yağ asidi karışımının kapsüllenecek yapı malzemeleriyle kullanılabilir özelliklerde üretiminin optimizasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde geliştirilen MFDM'nin gizli ısı depolama kapasitesinin 98,7 J/g mikrokapsülleme oranının ise %69,2 olduğu ve beton içerisinde küresel yapısını koruyarak homojen dağıldığı gözlemlenmiştir. Binalarda enerji tüketiminin azaltılması ve yenilenebilir kaynaklardan yararlanılması için üretilen MFDM'nin proje kapsamında deneme kulübesinde kullanılarak mekanik ve termal etkileri incelenecektir.

Bildiri içerisinde geçen kısaltmalar:

FDM	Faz değiştiren maddelerde
MFDM	Mikrokapsüllemiş faz değiştiren madde
DSC	Differansiyel Taramalı Kalorimetri
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
EMYK	Etkin madde yükleme kapasitesi

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK 111M557 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] www.tuik.gov.tr
- [2] Khudhair, A.M., Farid, M.M., A review on energy conservation in building applications with thermal storage by latent heat using phase change materials, Energy Conversion and Management, 45, 263-275,(2003).
- [3] Zamalloa, A., Embil, M.J., Zuniga, J., Zubillaga, O., Cano, F., Flores, I., PCM containing indoor plaster for thermal comfort and energy saving in buildings 11th International Conference on Thermal Energy Storage, Effstock 2009, 14-17 June 2009, Stockholm, Sweden..
- [4] Schossing, P., Henning, H.-M., Gschwander, S., Haussman, T., Microencapsulated phase change materials integrated into construction materials, Solar Energy Materials & Solar Cells 89, 297-306, (2005).STEIDEL, R.F. Jr., "An Introduction to Mechanical Vibrations", John Wiley & Sons. Inc., Aug.1971.
- [5] Banu, D., Feldman, D., Hawes, D., Evaluation of thermal storage as latent heat in phase change material wallboard by differential scanning calorimetry and large scale thermal testing, Thermochemica Acta 317, pp:39-45, (1998).
- [6] Chen, C., Guo, H., Lui, Y., Yue, H., Wang, C., A new kind of phase change material(PCM) for energy-storing wallboard, Energy and Building 40, China, pp.882-890, (2008).
- [7] Lai, C., Chen, R.H., Lin, C., Heat transfer and thermal storage behaviour of gypsum boards incorporating microencapsulated PCM, Energy and Buildings 42, 1259-1266, (2010).
- [8] Carbonari, A., Grassi, De M., Perna, Di C., Principi, P., Numerical and experimental analyses of PCM containing sandwich panels for prefabricated walls, Energy and Buildings, 38, 472-483, (2006).
- [9] Konuklu, Y., Paksoy, H.Ö., Phase change material sandwich panels for managing solar gain in buildings, Journal of Solar Energy Engineering, vol. 131-041012,(2009).
- [10] Cabeza, L.F., Castellon, C., Nogues M., Medrano, M., Leppers, R., Zubillaga, O., Use of microencapsulated PCM in concrete walls for energy savings, Energy and Buildings 39, 113-119, (2007).
- [11] Hunger, M., Entrop, A.G., Mandilaras I., Brouwers, H.J.H., Founti, M., The Behaviour of self-compacting concrete microencapsulated phase change materials, Cement & Concrete Composites, 31, 731-743, (2009).
- [12] Konuklu Y., Mikrokapsüllenmiş faz değiştiren maddelerde termal enerji depolama ile binalarda enerji tasarrufu, (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008.
- [13] He F., Wang X., Wu D., Phase-change characteristics and thermal performance of form-stable n-alkanes/silica composite phase change materials fabricated by sodium silicate precursor, Renewable Energy, 74, 689-698, (2015).
- [14] Qiu X., Lu L., Wang J., Tang G., Song G., Preparation and characterization of microencapsulated n-octadecane as phase change material with different n-butylmethacrylate-based copolymer shells, Solar Energy Materials & Solar Cells, 128, 102–111, (2014).
- [15] Song S., Dong L., Qu Z., Ren J., Xiong C., Microencapsulated capric stearic acid with silica shell as a novel phase change material for thermal energy storage, Applied Thermal Engineering, 70 546-551, (2014).



ÖZGEÇMİŞ

Beyza BEYHAN

1 Nisan 1981 de Bolu'da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Mersin'de tamamladıktan sonra 1999 yılında kazandığı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Kimya Bölümünü 2004 yılında tamamladı. 2006 yılında bir sene aldığı hazırlık eğitiminden sonra Çukurova Üniversitesi Kimya Bölümünde yüksek lisans eğitimine ve bu eğitimi tamamladıktan sonra 2011 yılında aynı üniversitede Doktora programına başladı. Halen doktora eğitimi devam etmekte olup Kimya Bölümü Fizikokimya Anabilim Dalı'nda faz değiştiren maddelerle termal enerji depolama konularında çalışmaktadır.

Kemal CELLAT

1983 yılında İstanbul'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Sarıyer İlköğretim Okulunda, lise öğrenimini ise Sarıyer Lisesinde tamamladı. 2001 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümüne girdi. 2007 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilimdalında yüksek lisans eğitimine başladı. 1 yıl süreyle YADİM'de İngilizce hazırlık okudu. 2011 yılında yüksek lisans eğitimini tamamladı. Ardından aynı üniversitede doktora eğitimine başladı. Doktora eğitimi hala devam etmekte olup bina uygulamalarında faz değiştiren maddelerle termal enerji depolama konusunda araştırma yapmaktadır.

Okan KARAHAN

1977 yılında Kayseri'de doğdu. İlkokulu Feridun Cıngıllı İlkokulunda, orta ve lise öğrenimini ise Kayseri Nuh Mehmet Küçükçalık Anadolu Lisesinde tamamladı. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi'nden İnşaat Mühendisi unvanıyla mezun oldu. Aynı yıl, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans programına başladı. 2001 yılında Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2002 yılında yüksek lisans öğrenimini tamamlayarak Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında doktora programına başladı. 2010-2011 yılları arasında Kanada'da postdoktora çalışmaları yaptı. 2007 yılında başladığı Erciyes Üniversitesindeki görevine halen devam etmektedir.

Yeliz KONUKLU

1979 yılında Adana'da doğmuştur. İlk, orta, lise öğrenimini Adana'nın çeşitli okullarında tamamlamıştır. 2001 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünden Kimyager ünvanı ile mezun olmuştur. Aynı bölümde Fizikokimya anabilim dalında 2004 yılında "Düşük Sıcaklıkta Termal Enerji Depolamasına Uygun Faz Değiştiren Maddelerin Mikrokapsüllenmesi" başlıklı yüksek lisans tezini, 2008 yılında "Mikrokapsüllenmiş Faz Değiştiren Maddelerde Termal Enerji Depolama İle Binalarda Enerji Tasarrufu" başlıklı doktora tezini tamamlamıştır. 2006-2008 yılları arasında özel bir kuruluşun Arge bölümünde Arge Mühendisi olarak görev yapmıştır. 2010 yılından itibaren Niğde Üniversitesinde Yardımcı Doçent unvanı ile çalışmaya başlamıştır. 2012 yılından itibaren çalışmalarını Niğde Üniversitesi, Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde sürdürmektedir.

Cengiz DÜNDAR

1975 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 1980 yılında Birmingham Üniversitesi İnşaat mühendisliği bölümündeki doktora çalışmalarını tamamladı. Uzmanlık ve çalışma alanı: İnşaat mühendisliği-Yapı Mekaniği, Yapı Dinamiği Deprem mühendisliği, Hasarlı Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı.

Caner GÜNGÖR

2008 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği mezunu, 2010 yılından itibaren KAMBETON Aş Ar-ge departmanındaki görevini sürdürmektedir.

**Halime PAKSOY**

Halime Ö.Paksoy 1961 yılında Adana’da doğmuştur. Orta öğrenimini 1979’da Üsküdar Amerikan Kız Lisesi’nde tamamlamıştır. 1983 yılında Boğaziçi Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden Kimya Mühendisi unvanıyla mezun olmuştur. Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü Fizikokimya Anabilim dalında 1986 yılında “Dolgu Yatakta Isı Depolama” başlıklı yüksek lisans tezini, 1992 yılında “Thermal Analysis of Heat Storage Materials and Integrated Heat Pump and Thermal Energy Storage System” başlıklı doktora tezini tamamlamıştır. 1995 yılında Enerji teknolojileri alanında Doçentlik ünvanını almıştır. Çukurova Üniversitesi adına Türkiye’yi temsilen Haziran 1995 yılında Dışişleri Bakanlığımızın onayı ile Türkiye delegesi olarak Uluslararası Enerji Ajansı ile ‘Enerji Depolaması ile Enerji Tasarrufu’ Uygulama Andlaşmasını (IEA ECES IA) imzalamıştır. IEA ECES IA Yönetim Kurulunun 1999–2003 yılları arasında ve 2010 dan beri Yönetim Kurulu Başkanlığı görevini yapmaktadır. International Journal of Solar Energy Society. Dergisinin enerji depolama konusunda editörlüğü görevini sürdürmektedir. Halen Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümünde Profesör unvanı ile çalışmalarına devam etmektedir.