

HARRAN
ULUSLARARASI MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR
KONGRESİ
8-10 MART 2019
ŞANLIURFA

TAM METİN KİTABI

EDİTÖRLER
DR. HÜSEYİN ERİŞ
MERVE KIDIRYÜZ

ISBN 978-605-7875-20-4
İKSAD YAYINEVİ

TAM METİN KİTABI



I. ULUSLARARASI HARRAN MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR KONGRESİ 8-10 MART 2019 ŞANLIURFA, TÜRKİYE

Editörler

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERİŞ
Merve KIDIRYÜZ

Institute Of Economic Development And Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publiator: 2014/31220)

TURKEY

TR: +90 342 606 06 75

E posta: kongreiksad@gmail.com

www.iksad.org www.iksadkongre.org

Bu kitabın tüm hakları İKSAD'a aittir. İzinsiz kopyalanamaz ve çoğaltılamaz.
Kitapta bulunan eserlerin yasal ve etik sorumluluğu yazarlara aittir.

İksad Publications - 2019©

Yayın Tarihi: 28.03.2019

ISBN – 978-605-7875-20-4

KONGRE KÜNYESİ

KONGRE ADI

1. ULUSLARARASI HARRAN MULTİDİSİPLİNER ÇALIŞMALAR
KONGRESİ

TARİHİ VE YERİ

8-10 Mart 2019, Şanlıurfa, Türkiye

DÜZENLEYEN KURUMLAR

İktisadi Kalkınma ve Sosyal Araştırmalar Enstitüsü
HARRAN ÜNİVERSİTESİ

ONURSAL BAŞKAN

Prof. Dr. Mehmet Sabri ÇELİK
Harran Üniversitesi Rektörü

KONGRE BAŞKANI

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ERİŞ

GENEL KOORDİNATÖR

Merve KIDIRYÜZ

YABANCI KONUŞMACILAR / KATILIMCILAR

Doç. Dr. Sehrana KASIMI (Azerbaycan, Kafkas Üniversitesi)
Doç. Dr. S. M AKRAMİ (Iran, Tahran Tıp Üniversitesi)
Damezhan SADYKOVA (Kazakistan Kızlar Devlet Üniversitesi)
Tamara BERIZDE (Gürcistan)
Abdulrahman S. IBRAHİM (IRAK IrakSalahaddin Üniversitesi)
Dr. İkbāl KÖÇEROĞLU- Almanya Nürnberg Erlangen Üniversitesi
Öğr. Gör. Firuz FEVZİ
Öğr. Gör. Maryam HASHİMİ (Afganistan, Kabul Üniversitesi)
Dr. HazimAllawi MOHAMMED
(Musul Üniversitesi Tıp Fakültesi)

DÜZENLEME KURULU ÜYELERİ

Prof. Dr. Esra SİVEREKLİ
Prof. Dr. Murat SEVGİLİ
Prof. Dr. Mehtap GÜL ALTAŞ
Prof. Dr. Mahmut IŞIK
Prof. Dr. Oral OLTULU
Prof. Dr. M. Akif ALTAY
Prof. Dr. Abdullah ÖKTEM
Prof. Dr. Şevket ÖKTEN
Prof. Dr. M. Ali ÇULLU
Prof. Dr. Mehmet BAYRAKTAR
Doç. Dr. İsmail HİLALİ
Doç. Dr. Nebiye YENTÜR DONİ
Doç. Dr. Baran ARSLAN
Dr. Öğr. Üyesi Emine TEKER
Dr. Öğr. Üyesi Serap SATIŞ
Dr. Öğr. Üyesi Alparslan YETİŞGİN
Dr. Öğr. Üyesi Müslüm TOPTAN
Dr. Öğr. Üyesi Adnan KİRMİT
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Reşat CEYLAN
Dr. Öğr. Üyesi Hasan ÇİFTÇİ
Dr. Öğr. Üyesi Erdal Ali Erdal GÜNEŞ
Dr. Öğr. Üyesi Nazmiye GÜREL CENNETKUŞU
Dr. Öğr. Üyesi Gülcan GÜRSES
Dr. Öğr. Üyesi Hacer ÇORUH
Dr. Öğr. Üyesi Gülgün ÖKTEM
Öğr. Gör. Feray KABALCIOĞLU BUCAK
Öğr. Gör. M. Murat YAŞAR
Öğr. Gör. Emine KARABACAK
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN
Dr. Öğr. Üyesi Hasan BÜYÜKASLAN
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ARIKAN

KONGRE DİLLERİ

Türkçe ve tüm lehçeleri, İngilizce, Rusça

SUNUM ŞEKLİ

Sözlü Sunum

| | |
|----------------------------------|---|
| Dr. Abdullah ÖKTEM | Harran Üniversitesi |
| Dr. Adnan KİRMİT | Harran Üniversitesi |
| Dr. Alia R. MASALİMOVA | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. Amanbay MOLDİBAEV | Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Ahmet KULAŞ | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. Akmaral S. SYRGAKBAYEVA | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. Armağan KONAK | Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi |
| Dr. Ayslu B. SARSEKENOVA | Orleu Milli Kalkınma Enstitüsü |
| Dr. Bahit KULBAEVA | S.Baybeşev Aktobe Üniversitesi |
| Dr. Bakıt OSPANOVA | H.Ahmet Yesevi Uluslararası Kazak-Türk Üniversitesi |
| Dr. Bayram BOLAT | Ömer Halisdemir Üniversitesi |
| Dr. Bazarhan İMANGALİYEVA | K.Zhubanov Aktobe Devlet Bölge Üniversitesi |
| Dr. B.K.ZAYADAN | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. Botagul TURGUNBAEVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Cholpon TOKTOSUNOVA | Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi |
| Dr. D.K.TÖLEGENOVA | Makhambet U. Batı Kazakistan Devlet Üniversitesi |
| Dr. Dinarakhan TURSUNALİEVA | Rasulbekov Kırgız Ekonomi Üniversitesi |
| Dr. Dursun KÖSE | Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi |
| Dr. Dzhakipbek Altaevich ALTAYEV | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. Elvan YALÇINKAYA | Ömer Halisdemir Üniversitesi |
| Dr. Esra SİVEREKLİ | Harran Üniversitesi |
| Dr. Gulmira ABDİRASULOVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Gulşat ŞUGAYEVA | Dosmukhamedov Atyrau Devlet Üniversitesi |
| Dr. Gülsün ERİGÜÇ | Hacettepe Üniversitesi |
| Dr. Gülgün ÖKTEM | Harran Üniversitesi |
| Dr. Hacer ÇORUH | Harran Üniversitesi |
| Dr. Hasan BÜYÜKASLAN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Hüseyin ERİŞ | Harran Üniversitesi |
| Dr. İsaevna URKİMBAEVA | Abılay Han Uluslararası İlişkiler Üniversitesi |
| Dr. İsmail HİLALİ | Harran Üniversitesi |
| Dr. İsmail Şah HAREM | Harran Üniversitesi |
| Dr. Kadir TUTKAVUL | Dumlupınar Üniversitesi |
| Dr. Kalemkas KALİBAEVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Karligash BAYTANASOVA | Al – Farabi Kazak Milli Üniversitesi |
| Dr. K.A.TLEUBERGENOVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Kenan İLARSLAN | Afyon Kocatepe Üniversitesi |
| Dr. Keles Nurmaşılı JAYLIBAY | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Kulaş MAMİROVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Mahabbat OSPANBAEVA | Taraz Devlet Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Maha Hamdan ALANAZİ | Riyad Kral Abdülaziz Teknoloji Enstitüsü |
| Dr. Mahmut IŞIK | Harran Üniversitesi |

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Dr. Malik YILMAZ | Atatürk Üniversitesi |
| Dr. Mehtap GÜL ALTAŞ | Harran Üniversitesi |
| Dr. Murat SEVGİLİ | Harran Üniversitesi |
| Dr. Maira ESİMBOLOVA | Kazakistan Narkhoz Üniversitesi |
| Dr. Mustafa TALAS | Ömer Halisdemir Üniversitesi |
| Dr. Mehmet İrfan YEŞİLNACAR | Harran Üniversitesi |

| | |
|------------------------------|--|
| Dr. Metin ATEŞ | İstanbul Gelişim Üniversitesi |
| Dr. M. Akif ALTAY | Harran Üniversitesi |
| Dr. M. Ali ÇULLU | Harran Üniversitesi |
| Dr. Mustafa ÜNAL | Erciyes Üniversitesi |
| Dr. Mustafa DURGUN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Müslüm TOPTAN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Nazmiye GÜREL CENNETKUŞU | Harran Üniversitesi |
| Dr. Nebiye YENTÜR DONİ | Harran Üniversitesi |
| Dr. Nilgün PAKSOY | Harran Üniversitesi |
| Dr. Osman Kubilay GÜL | Cumhuriyet Üniversitesi |
| Dr. Oral OLTULU | Harran Üniversitesi |
| Dr. P.S. PANKOV | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Rustem KOZBAGAROV | M. Tınışbayev Kazak Araç ve İletişim Akademisi |
| Dr. Sarash KONYRBAEVA | Kazak Devlet Kızlar Pedagoji Üniversitesi |
| Dr. Salih MERCAN | Bitlis Eren Üniversitesi |
| Dr. Serap SATIŞ | Harran Üniversitesi |
| Dr. Serap Kılıç ALTUN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Şevket ÖKTEN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Şara MAJITAYEVA | E.A. Buketov Karaganda Devlet Üniversitesi |
| Dr. Tuba Rastgeldi DOĞAN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Vecihi SÖNMEZ | Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi |
| Dr. Vera ABRAMENKOVA | Rusya Aile ve Eğitim Çalışmaları Enstitüsü |
| Dr. Yang ZİTONG | Wuhan Üniversitesi |
| Dr. Zekeriya NAS | Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi |
| Dr. Zekai ÖZTÜRK | Hacı Bayram Veli Üniversitesi |
| Dr. Zeynullina AYMAN | S. Toraygırov Pavlodar Devlet Üniversitesi |
| Dr. Öğr. Üyesi Mehmet MİMAN | Harran Üniversitesi |
| Dr. Öğr. Üyesi Gökhan ARIKAN | Harran Üniversitesi |

FARKLI ORANLARDA Al_2O_3 NANOPARTİKÜL KATKILI PARAFİNİN ISIL DEPOLAMADA KULLANILMASI

PROF. DR. HÜSAMETTİN BULUT
ARŞ. GÖR. YUNUS DEMİRTAŞ

ÖZET

Enerji kaynağının sürekli olmadığı, fazla ve atık enerjinin olduğu veya enerji kullanım zamanının ötelendiği durumlarda, enerji depolama sistemleri ve teknolojileri kullanılmaktadır. Isıl enerji depolamada, temelde duyuşur ve gizli ısı depolama yöntemleri bulunmaktadır. Faz değiştiren malzemeler (FDM), katı maddelere göre daha fazla enerji depolamaları ve dolayısıyla daha küçük depolama hacmine ihtiyaç duyduklarından, gizli ısı depolama sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Organik FDM' ler arasında parafin kolay ulaşılabilir olması sebebiyle ısı depolama uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Parafin kullanımının olumsuz tarafı ise; erime-donma (şarj-deşarj) işlemleri esnasında ısı iletkenliğinin düşük olması nedeniyle ısı transfer hızının da düşük olmasıdır. Parafinin ısı iletkenliğini arttırmak için uygulanan birçok yöntem bulunmaktadır. Bu çalışmada farklı oranlarda Al_2O_3 nanopartikül katkılı parafinin ısı depolamada kullanılması araştırılmıştır. %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikülün ultrasonik karıştırıcı kullanılarak eklendiği parafinin ısı özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda Al_2O_3 nanopartikül kullanımının parafinin ısı transfer hızını arttırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: ısı depolama, faz değiştiren malzeme, parafin, Al_2O_3 nanopartikül

ABSTRACT

Energy storage systems and technologies are used in cases where the energy source is not continuous, there is excess and waste energy or energy usage time is delayed. In thermal energy storage, there are fundamentally sensible and latent heat storage methods. Phase-changing materials (PCM) are widely used in latent heat storage systems because they store more energy and therefore smaller storage volumes than solids. Paraffin is frequently used in thermal storage applications since it is easily accessible among organic PCMs. The disadvantage of paraffin use is; low heat transfer rate due to low thermal conductivity during melting and freezing (charge-discharge) process. There are many methods used to increase the thermal conductivity of paraffin. In this study, the use of different ratios of Al_2O_3 nanoparticle added paraffin in thermal storage was investigated. The thermal properties of paraffin, in which 1%, 2.5% and 5% Al_2O_3 nanoparticles were added with using the ultrasonic mixer, were analyzed. As a result of the analysis, it was determined that the use of Al_2O_3 nanoparticle increased the heat transfer rate of paraffin.

Keywords: heat storage, phase-changing materials, paraffin, Al_2O_3 nanoparticle

GİRİŞ

Yüksek enerji maliyetleri ve artan enerji tüketimi enerji depolamanın önemini her geçen gün arttırmaktadır. Enerji depolama; daha sonra kullanılmak üzere bir depolama sistemine enerji verilmesi şeklinde özetlenebilir. Termal enerji depolama (TED), bir malzemenin soğutulması, ısıtılması, eritilmesi, katılaştırılması veya buharlaştırılması ile enerjinin depolanması; işlem tersine çevrildiğinde de depolanan bu enerjinin kullanılması şeklinde tanımlanabilir. TED; bina ısıtma, sıcak su, soğutma-iklimlendirme, sera ısıtma, kurutma gibi alanlarda farklı uygulamalarda kullanılmaktadır. Depolamada kullanılacak malzemenin yüksek enerji yoğunluğuna yani yüksek depolama kapasitesine sahip olması, ısı transferi için kullanılacak akışkan ile depolama malzemesi arasında uygun ısı transferi, depolama malzemesinin mekanik ve kimyasal kararlılığı ve depolama süresince ısı kayıplarının önlenmesi TED sistem tasarımında dikkat edilmesi gereken temel parametrelerdendir [1-3]. *Dincer (2002)*, termal enerji depolama sistemlerinin tanımlanması, değerlendirilmesi ve kullanılmasının ele alındığı çalışmada; bu sistemlerin ekonomik yönlerini, çevresel faktörlerini ve enerji tasarrufu potansiyellerini incelemiştir. Farklı uygulamalar ve örneklerin araştırıldığı çalışmada özellikle duyulur ısı depolamanın önemi vurgulanmış, uluslararası olarak en ekonomik ve pratik enerji depolama tekniği olarak kabul edildiği ifade edilmiştir. Çalışmada ele alınan uygulamaların enerji ve ekserji analizi yapılmış olup, duyulur bir ısı depolama sisteminin etkinliğinin ekserji analizi ile daha gerçekçi ve anlamlı ölçülebileceği belirtilmiştir [4]. *Alva vd. (2018)*, tarafından yapılan çalışmada farklı ısı enerji kaynakları bağlamında TED' in rolü ve fosil yakıt ihtiyacını nasıl azalttığı açıklanmıştır. Güneş enerjisi üretimi, bina termal konforu ve diğer uygulamalarda TED kullanımının incelendiği çalışmada termal enerji depolama alanının önemi üzerinde durulmuştur. Ayrıca aktif ve pasif TED sistemlerinin tasarım parametreleri, işletme sorunları ve maliyet modeli analiz edilmiştir [5]. TED kullanımının en önemli amaçlarından biride bina enerji tüketimini azaltmaktır. *Yilmazoğlu (2010)*, yaptığı çalışmada TED yöntemlerinden; sıvılarda, katılarda, mevsimsel, kimyasal ve faz değiştiren maddelerde depolama hakkında bilgi vermiş ve bina uygulamalarında bu yöntemlerin seçiminde dikkat edilmesi gereken noktaları belirtmiştir [6]. Binalarda TED ile sürdürülebilir ısıtma ve soğutma, HVAC sistemlerinde enerji verimliliğini artırma ve benzer uygulamaların araştırıldığı bir başka çalışmada duyulur ve gizli ısı depolama ve termokimyasal enerji depolama sistemlerinin kullanıldığı binalardaki TED incelenmiştir [7].

TED yöntemleri duyulur ısı ve gizli ısı depolama olarak 2 başlık altında toplanabilir.

Duyulur ısı depolamada; su, hava, yağ, kaya yatakları, tuğlalar, kum veya toprak gibi bir depolama ortamının veya maddesinin sıcaklığı değiştirilerek enerji depolanır. Bu yöntemde depolama işlemi esnasındaki sıcaklık değişiminde faz değişikliği meydana gelmez. Duyulur ısı depolamada depolanan ısı miktarı Denklem 1.'de gösterildiği şekilde ifade edilebilir:

$$Q = mC_p\Delta T \quad [1]$$

Q , malzemede depolanan ısı miktarı (kJ), m , depolama malzemesinin kütlesi (kg), c_p , depolama malzemesinin özgül ısısı (kJ / kg · K) ve ΔT , sıcaklık değişimidir (K).

Duyulur ısı depolamanın yaygın kullanım alanlarından biri havalı güneş kolektörleridir. **Abuşka vd. (2018)** özellikle bulutlu havalarda veya gün batımından sonra mahal ısıtma ve tarımsal kurutma işlemi için havalı güneş kolektörlerinin kullanılabilirliğini arttırmayı amaçladıkları çalışmada; doğal taşınım koşullarında, duyulur ısı depolama malzemesi olarak kiraz çekirdeklerinin deneysel olarak termal performansını incelemiştir. Üç kolektörün performanslarının karşılaştırıldığı çalışmada; birinci kolektörde ısı depolama malzemesi olarak toz halindeki kiraz çekirdeği, ikincisinde kiraz çekirdeği, üçüncüsünde ise düz bir emici plakalı kolektör kullanılmıştır. 3 kolektörün maksimum ve ortalama ısı verimlerinin karşılaştırıldığı çalışma sonucunda kiraz çekirdeği ve tozunun duyulur ısı depolama malzemesi olarak kullanılmasının ısı performansını arttırdığı ifade edilmiştir [8]. Dökme çelikten ve betondan yapılmış laboratuvar ölçekli duyulur ısı depolama prototiplerinin incelendiği diğer bir çalışmada prototiplerin şarj-deşarj süreleri ve enerji depolama-deşarj oranları bakımından ısı depolama performansları, çeşitli çalışma sıcaklıklarında ve farklı ısı transfer akışkanları hızlarında analiz edilmiştir. Deneysel olarak yapılan çalışmada sistemin depolama performansının; dökme çelik ve beton malzemelerinin ve ısı transfer akışkanının termofiziksel özelliklerinin sıcaklığa bağlı olmasından dolayı çalışma sıcaklığı aralığına bağlı olduğu belirtilmiştir [9]. **Li (2016)**, depolama tankının geometrik yapısı, akışkan özellikleri, akışkan giriş sıcaklığı vb. faktörlerin duyulur ısı depolamada enerji ve ekserji performansına etkisini incelemiş, sonuçları gizli ısı depolama sistemi ile karşılaştırmıştır. Duyulur ısı depolamanın yüksek sıcaklıklı termal enerji depolama sistemlerinde kullanımının araştırıldığı diğer bir çalışmada; doğal kayanın duyulur ısı depolama malzemesi olarak yoğunlaştırılmış güneş enerjisi tesislerinde kullanımı incelenmiştir. Elli iki farklı kayanın karşılaştırıldığı çalışmada en yüksek ısı depolama özelliklerine sahip olan kaya belirlenmiştir [10]. TED yöntemleri duyulur ısı ve gizli ısı depolama olarak 2 başlık altında toplanabilir.

Gizli ısı depolamada genel olarak faz değiştiren maddelerin (FDM) özelliklerinden faydalanılır. Faz geçişi esnasında ısı; gizli ısı olarak depolanır. Faz değiştirme işlemi katı-sıvı, katı-katı ve sıvı-gaz şeklinde depolanabilir. Depolanan ısı miktarı Denklem 2.'de gösterildiği şekilde hesaplanabilir:

$$Q = m \Delta h \quad [2]$$

Q , malzemede depolanan ısı miktarı (kJ), m , depolama malzemesinin kütlesi (kg) ve Δh , erime entalpisi veya füzyon ısısı olarak da adlandırılan faz değişim entalpisidir (kJ/kg) [2]. Isıl enerji depolamada en çok incelenen FDM'lerin başında parafin gelir. Parafin FDM'lerin yüksek ısı depolama kapasitelerine rağmen düşük ısı iletkenlikleri sistemlerin ısı şarj-deşarj

hızını belirgin olarak sınırlamaktadır. Tablo 1.' de gizli ısı depolamada kullanılan bazı malzemelerin termal özellikleri verilmektedir.

Tablo 1. Gizli ısı depolamada kullanılan bazı malzemelerin termal özellikleri [1].

| Materyal | Erime Sıcaklığı (°C) | Erime Entalpisi (Mj/m ³) |
|-------------|----------------------|--------------------------------------|
| Florid-Asid | 700-900 | >1000 |
| Karbonat | 400-800 | 600-1000 |
| Nitrat | 120-300 | 200-700 |
| Tuz Hidrat | 20-80 | 200-600 |
| Su | 0 | 330 |
| Parafin | 20-100 | 150-250 |

Azarifar vd. (2017); parafinin ısı iletkenliğini iyileştirme amaçlı kanatçık ve parafin-grafit yapılar kullanmışlardır. Bu karşılaştırmada yapıların zamana bağlı sıcaklık dağılımları, şarj-deşarj ettikleri toplam ısı miktarı ve faz değiştirme hızları belirleyici faktörler olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, parafin-kanatçık yapıların ısı performanslarının, ısıdeşarj hızı ve ısı depolama kapasiteleri birlikte düşünüldüğünde, parafin-grafit ve saf parafin yapılar göre daha gelişmiş olduğunu göstermektedir [11]. *Sharma vd. (2009)*; FDM kullanılan farklı uygulamaları araştırdıkları çalışmalarında ısı pompaları, güneş enerjisi sistemleri ve uzay aracı ısı kontrol sistemleri için gizli ısı depolamanın yaygın olarak tercih edildiğini belirtmişlerdir. Özellikle binaların ısıtma ve soğutma uygulamaları için FDM'lerin kullanımının son yıllarda arttığını ifade edildiği çalışmada FDM'lerin yüksek enerji depolama yoğunluğu ve depolama işleminin izotermal yapısının bu sistemlerin en önemli avantajları olduğu belirtilmiştir [12].

Faz değiştiren malzemeler (FDM), katı maddelere göre daha fazla enerji depolamaları ve dolayısıyla daha küçük depolama hacmine ihtiyaç duyduklarından, gizli ısı depolama sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. FDM'lerin ısı iletkenliğini arttırmak amacıyla başvurulan yöntemlerden biri nanoparçacık eklenmesidir. Belli oranlarda nanopartikül eklenerek oluşturulan yeni nanokompozit FDM'ler üzerine son yıllarda yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. *Temel ve Çiftçi (2018)* tarafından yapılan çalışmada organik bir FDM içerisine nanoparçacıklar katılarak ısı iletkenliğinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Kullanılan nanoparçacıkların tip, boyut ve şeklinin, termal özellikler (ısı iletkenlik, gizli ısılar, erime/katılma sıcaklıkları) üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmiştir. Karbon tabanlı nanoparçacık katılan organik FDM'lerin ısı iletkenliklerinde görülen iyileşmenin metal tabanlı nanoparçacık katılan organik FDM'lere göre önemli derecede daha yüksek olduğu belirlenmiştir [13].

Organik FDM'ler arasında parafin kolay ulaşılabilir olması sebebiyle ısı depolama uygulamalarında sıklıkla kullanılmaktadır. Parafin kullanımının olumsuz tarafı ise; erime-donma (şarj-deşarj) işlemleri esnasında ısı iletkenliğinin düşük olması nedeniyle ısı transfer

hızının da düşük olmasıdır. Parafinin ısı iletkenliğini arttırmak için farklı nanopartiküllerin farklı oranlarda eklenmesiyle yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır.

Grafit nanolif eklenen parafinin TED özelliklerinin deneysel olarak incelendiği çalışmada; en boy oranının ve güç yoğunluğunun, FDM'nin ısı depolaması ve katılaşma süresi üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmektedir. Çalışmanın sonucunda FDM'lere grafit nanolif eklemenin TED kapasitesini arttırdığı ve parafin bazlı FDM'lerin katılaşması için etkili bir yöntem olduğu görülmüştür [14]. Ho ve Gao, (2013) FDM olarak *n-oktadekan(parafin)* ve kütlece %0, %5 ve %10 nanopartikül (Al_2O_3) kullandıkları çalışmalarında deneyleri 25 x 25 mm boyutlarında 60 mm uzunluğunda yalıtımlı bir depo kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Yoğunluk, dinamik viskozite ve termal iletkenlik gibi termofiziksel özellikleri deneysel olarak inceledikleri benzer bir çalışmada nanoparçacık eklenen parafin emülsiyonları için ölçülen ısı iletkenlik ve dinamik viskozite değerlerinin, sıcaklığa bağlı olarak, saf parafin ile karşılaştırıldığında nanopartiküllerin kütle fraksiyonu ile doğrusal olmayan bir artış gösterdiği belirlenmiştir [15,16].

Bu çalışmanın amacı gizli ısı depolamada kullanılan FDM'lerin ısı özelliklerinin geliştirilmesi için nano partikül kullanımının araştırılmasıdır. FDM olarak parafinin kullanıldığı çalışmada nanopartikül olarak Al_2O_3 kullanılmıştır.

DENEYSEL ÇALIŞMA

138

FDM'lerin ısı iletkenliğini arttırmak amacıyla kullanılan yöntemlerden biri nanopartikül katkısıdır. Bu amaç için kullanılan birçok nanopartikül vardır. Nanopartikülleri Ultrasonik karıştırma yöntemi ile FDM'lere eklemek homojen bir karışım oluşturmak için kullanılan yöntemlerden biridir [17,18]. Bu çalışmada farklı oranlarda Al_2O_3 nanopartikül katkılı parafinin ısı depolamada kullanılması araştırılmıştır. %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikülün ultrasonik karıştırıcı kullanılarak eklendiği parafinin ısı özellikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan parafinin ve Al_2O_3 nanopartikülün termal özellikleri Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 2. Parafinin ve Al_2O_3 nanopartikülün özellikleri

| Adı | Erime Sıcaklığı (°C) | Gizli Isı (kJ/kg) | Isıl İletkenlik (W/mK) | Yoğunluk (kg/m ³) |
|-----------------|----------------------|-------------------|------------------------|-------------------------------|
| Parafin | 55-60 | 225 | 0.35 | 850 |
| Nano- Al_2O_3 | 2072 | - | - | 3.95 gr/cm ³ |

Nanopartikül olarak kullanılan Alüminyum Oksit (Al_2O_3), 78 nm boyutunda olup %99.5 saflık değerine sahiptir. Nanopartikülü karışım işleminde kullanmadan önce oda sıcaklığında katı halde olan parafin, erime sıcaklığının üzerinde olan bir ısı ile ısıtılmış ve sıvı hale gelmesi sağlanmıştır. Sıvı hale gelen parafine sırası ile ağırlıkça %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikül eklenmiş ve 750 watt ve 20 kHz çalışma aralığına sahip ultrasonik karıştırıcıda %40 genlik değerinde 20 dakika boyunca karıştırılmıştır. Karıştırma süresi boyunca parafinin katı hale geçmemesi için sıcaklığının erime noktasının altına düşmemesi gerekmektedir.

SÖZLÜ SUNULMUŞ BİLDİRİ TAM METİNLERİ

Bunun için ultrasonik karıştırıcıda herhangi bir aç-kapa ayarı yapılmamış ve probun kendi yaydığı ısı ile sıcaklık 80-90 °C aralığında sabit tutulmuştur. Ultrasonik karıştırma işleminden sonra homojen olarak hazırlanan karışım uygun kaplara alınarak oda sıcaklığında bekletilmiş ve karışımın katı hale gelmesi sağlanmıştır.



Şekil 1. Ultrasonik karıştırıcı

Ultrasonik karıştırıcı kullanılarak hazırlanan %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al₂O₃ nanopartikül katkılı parafin numuneleri Şekil 2.'te gösterilmektedir.

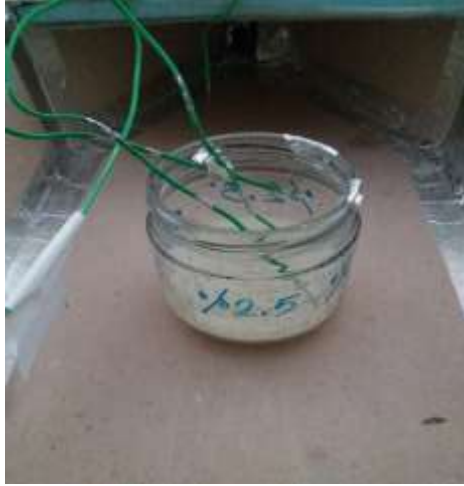
139



%0



%1



%2.5



%5

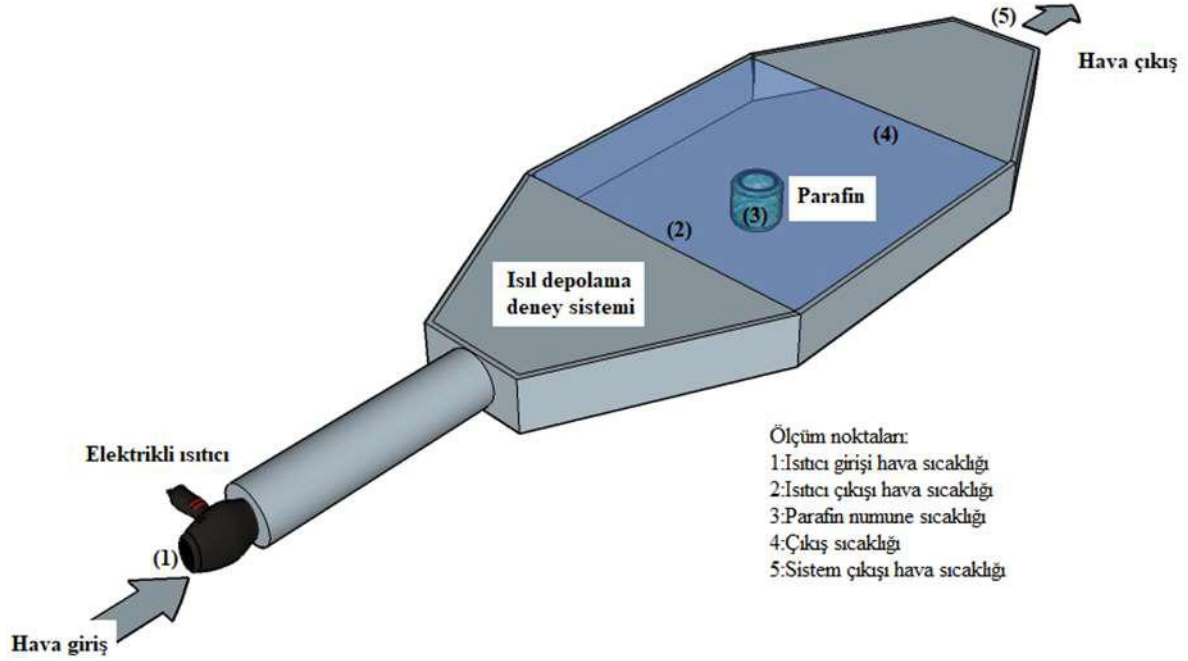
Şekil 2. %0, %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al₂O₃ nanopartikül katkılı parafin

Çalışmada kullanılan adyabatik hacim Şekil 3.' de gösterilmektedir. Deneysel çalışmada elektrikli ısıtıcı kullanılarak Al₂O₃ nanopartikül katkılı parafin örnekleri; şarj ve deşarj durumlarında incelenmiştir.



Şekil 3. Deney sistemi

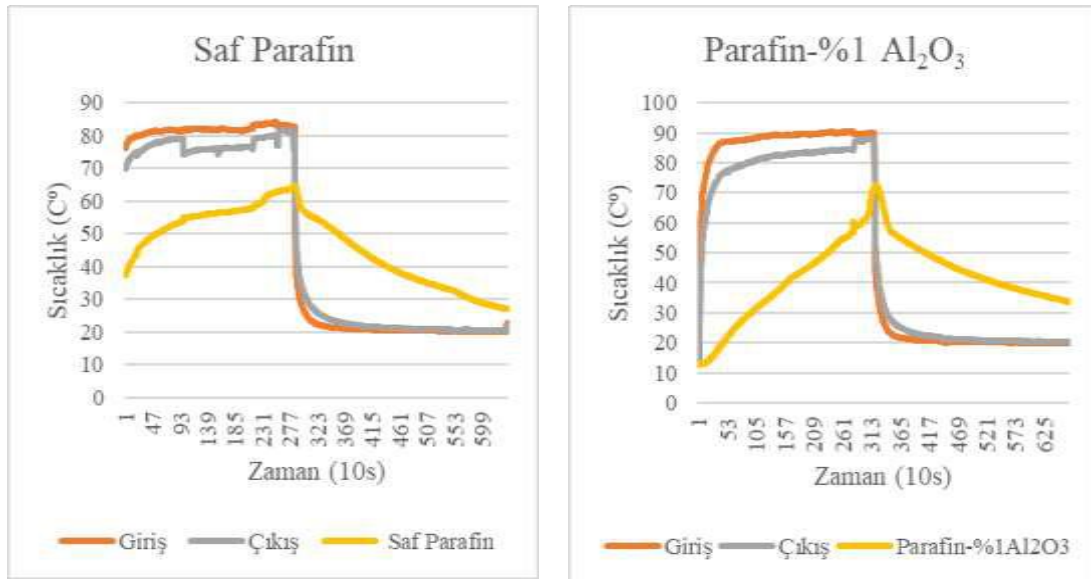
Şekil 4.'te deneysel çalışmada sıcaklıkların ölçüldüğü noktalar gösterilmiştir. %0, %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al₂O₃ nanopartikül katkılı parafin numuneleri için deney tekrarlanmıştır.

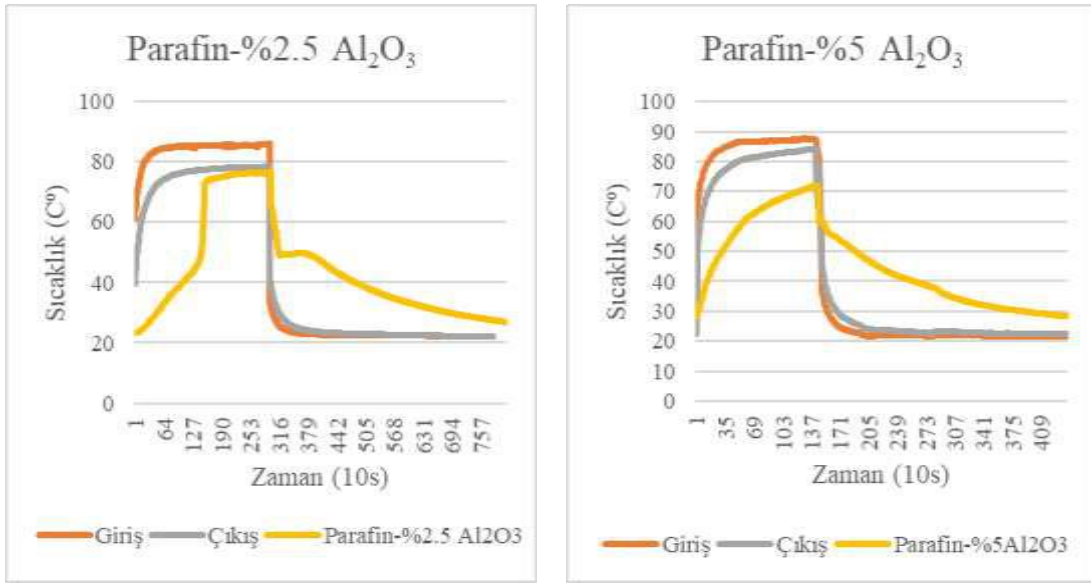


Şekil 4. Deneysel çalışmada kullanılan sistemin şematik resmi

ARAŞTIRMA BULGULARI

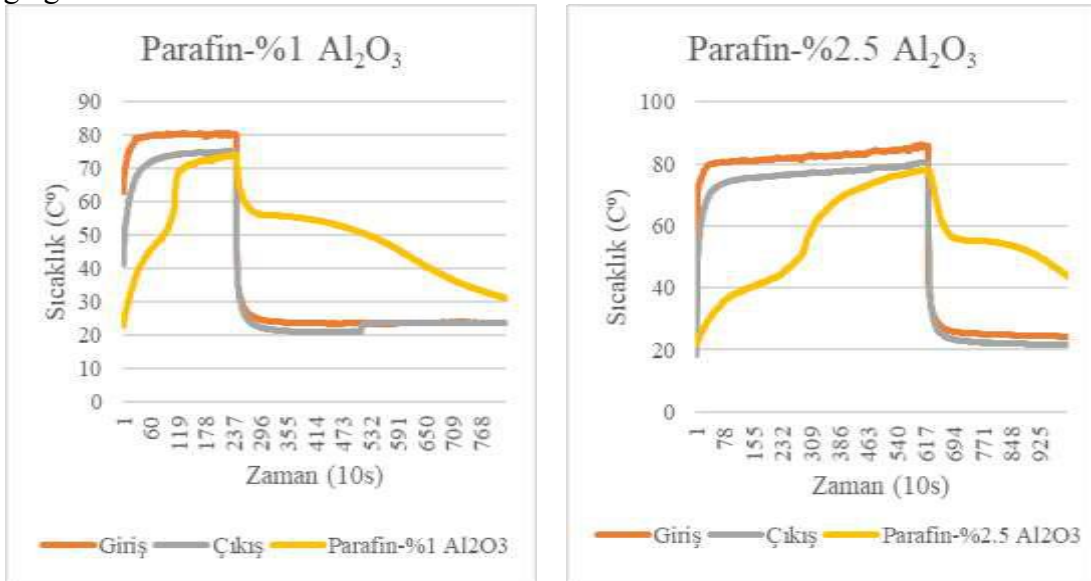
Deneysel ölçümde üç numunenin beraber ve teker teker şarj ve deşarj durumları incelenmiştir. Şekil 5. ve Şekil 6.'da hazırlanan adyabatik hacimde yapılan deney sonuçları gösterilmektedir. Erime sıcaklıkları birbirine yakın olmakla beraber Şekil 5.'den en yüksek erime sıcaklığı değerine %5 oranında Al_2O_3 katkılı parafinin ulaştığı ve bu numunenin diğerlerine göre şarj ve deşarj süresinin daha kısa olduğu anlaşılmaktadır.

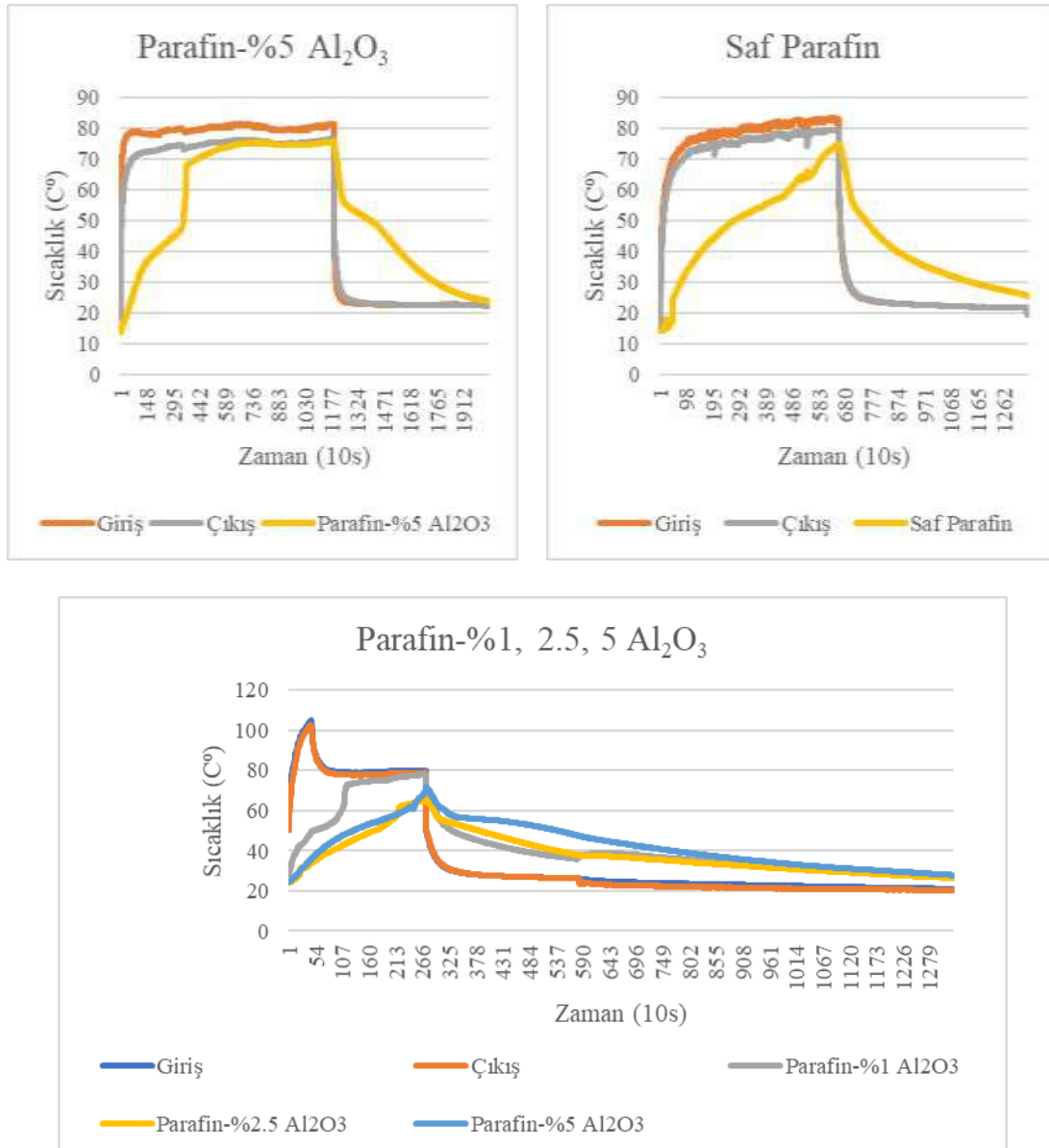




Şekil 5. Saf parafin (%0) ve %1, %2.5, %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikül katkılı parafin deneyleri (10 Ocak 2019)

Şekil 6.'da numunelerin tek tek ve beraber yapılan ölçümlerinin sonuçları gösterilmektedir. %5 oranında Al_2O_3 katkılı parafinin şarj-deşarj süresinin diğer numunelerden daha kısa olduğu görülmektedir.





Şekil 6. Saf parafin (%0) ve %1, %2.5, %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikül katkılı parafin deneyleri (6 Şubat 2019)

Saf parafin ve nano- Al_2O_3 katkılı parafinin erime sıcaklıkları ($^{\circ}\text{C}$) ve erime süreleri(dk); Tablo 3.'te gösterilmektedir. Erime sıcaklıklarının birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. Erime süreleri karşılaştırıldığında ise % 5 Al_2O_3 katkılı parafinin diğer numunelerden daha kısa sürede eridiği görülmektedir.

Tablo 3. Saf parafin ve nano- Al_2O_3 katkılı parafinin erime sıcaklıkları ($^{\circ}\text{C}$) ve erime süreleri(dk)

| Numuneler | Erime Sıcaklıkları ($^{\circ}\text{C}$) | Erime Süreleri(dk) |
|--|---|--------------------|
| Saf Parafin | 71.3 | 66,3 |
| %1 Al_2O_3 katkılı parafin | 71.8 | 62 |
| %2.5 Al_2O_3 katkılı parafin | 71.8 | 58,8 |
| %5 Al_2O_3 katkılı parafin | 72,1 | 53,5 |

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Faz değiştiren malzemeler (FDM), katı maddelere göre daha fazla enerji depolamaları ve dolayısıyla daha küçük depolama hacmine ihtiyaç duyduklarından, gizli ısı depolama sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar. FDM' ler arasında kullanımı en yaygın olan maddelerden olan parafinin ısı iletkenliğinin düşük olması nedeniyle erime-donma (şarj-deşarj) işlemleri esnasında ısı transfer hızı da düşük olmaktadır. Parafinin bu olumsuz özelliğini gidermek için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada bu yöntemlerden biri olan parafine nanopartikül ekleme araştırılmıştır. Bu amaçla farklı oranlarda Al_2O_3 nanopartikül katkılı parafinin ısı depolamada kullanılması incelenmiştir. %1, %2.5 ve %5 oranlarında Al_2O_3 nanopartikülün ultrasonik karıştırıcı kullanılarak eklendiği parafinin ısı özellikleri belirlenmiştir. Çalışma sonucunda Al_2O_3 nanopartikül kullanımının parafinin ısı transfer hızını arttırdığı tespit edilmiştir. Bununla beraber numunelerin erime sıcaklıkları arasında belirgin bir değişiklik görülmemiştir. Erime süreleri karşılaştırıldığında ise % 5 Al_2O_3 katkılı parafinin diğer numunelerden daha kısa sürede eridiği görülmektedir. % 5 Al_2O_3 katkılı parafinin şarj vedeşarj durumunda diğer numunelerden daha yüksek bir performans gösterdiği belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarının yanında öneri olarak ısı depolama sisteminde kullanılan hacmin adyabatik olması ve kullanılan kapsülleme elemanının geometrisinin ısı depolama sisteminin performansını etkilediğinden dolayı küre kullanılmasının performansı arttırabileceği sayılabilir.

144

KAYNAKLAR

- Dincer, I., & Rosen, M. (2002). *Thermal energy storage: systems and applications*. John Wiley & Sons.
- Cabeza, L. F., & Oró, E. (2016). *Thermal energy storage for renewable heating and cooling systems*. In *Renewable Heating and Cooling* (pp. 139-179). Woodhead Publishing.
- Cabeza, L. F., Martorell, I., Miró, L., Fernández, A. I., & Barreneche, C. (2015). *Introduction to thermal energy storage (TES) systems*. In *Advances in Thermal Energy Storage Systems* (pp. 1-28). Woodhead Publishing.
- Dincer, I. (2002). *Thermal energy storage systems as a key technology in energy conservation*. *International journal of energy research*, 26(7), 567-588.)
- Alva, G., Lin, Y., & Fang, G. (2018). *An overview of thermal energy storage systems*. *Energy*, 144, 341-378.
- Yılmazoğlu, M. Z. (2010). *Isı Enerjisi Depolama Yöntemleri ve Binalarda Uygulanması*. *Politeknik Dergisi*, 13(1), 33-42.)

- de Gracia, A., & Cabeza, L. F. (2015). **Phase change materials and thermal energy storage for buildings**. *Energy and Buildings*, 103, 414-419.
- Abuşka, M., Şevik, S., & Kayapınar, A. (2018). **Experimental performance analysis of sensible heat storage in solar air collector with cherry pits/powder under the natural convection**. *in press, Solar Energy*
- Rao, C. R. C., Niyas, H., & Muthukumar, P. (2018). **Performance tests on lab-scale sensible heat storage prototypes**. *Applied Thermal Engineering*, 129, 953-967.
- Tiskatine, R., Oaddi, R., El Cadi, R. A., Bazgaou, A., Bouirden, L., Aharoune, A., & Ihlal, A. (2017). **Suitability and characteristics of rocks for sensible heat storage in CSP plants**. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 169, 245-257.
- Azarifar, M., Sömek, S. K., & Dönmezer, N. (2017) **Faz Değişirme ile Isı Depolamada Kullanılan Parafin-Grafit, Parafin-Kanatçık ve Saf Parafinli Yapıların Performans Analizi**. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 155-164.
- Sharma, A., Tyagi, V. V., Chen, C. R., & Buddhi, D. (2009). **Review on thermal energy storage with phase change materials and applications**. *Renewable and Sustainable energy reviews*, 13(2), 318-345.
- Ümit Nazlı TEMEL and Betül Yeşim ÇİFTÇİ **Determination Of Thermal Properties Of A82 Organic Phase Change Material Embedded With Different Type Nanoparticles** *J. of Thermal Science and Technology*, 38, 2, 75-85, 2018
- Sanusi, O., Warzoha, R., & Fleischer, A. S. (2011). **Energy storage and solidification of paraffin phase change material embedded with graphite nanofibers**. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 54(19-20), 4429-4436.
- Ho, C. J., & Gao, J. Y. (2013). **An experimental study on melting heat transfer of paraffin dispersed with Al₂O₃ nanoparticles in a vertical enclosure**. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 62, 2-8
- Ho, C. J., & Gao, J. Y. (2009). **Preparation and thermophysical properties of nanoparticle-in-paraffin emulsion as phase change material**. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 36(5), 467-470.
- Nourani, M., Hamdami, N., Keramat, J., Moheb, A., & Shahedi, M. (2016). **Thermal behavior of paraffin-nano-Al₂O₃ stabilized by sodium stearoyl lactylate as a stable phase change material with high thermal conductivity**. *Renewable energy*, 88, 474-482.
- Jiang, X., Luo, R., Peng, F., Fang, Y., Akiyama, T., & Wang, S. (2015). **Synthesis, characterization and thermal properties of paraffin microcapsules modified with nano-Al₂O₃**. *Applied energy*, 137, 731-737.