

## DÜZ VE KANATÇIKLI LEVHADA KULLANILAN FAZ DEĞİŞTİREN MALZEMENİN ERİME PERFORMANSI ÜZERİNE SAYISAL OLARAK İNCELEMESİ

Fethi Ahmet ÇAKMAK<sup>1</sup>

Accepted: 2021-10-19  
DOI: 10.47118/somatbd.959460

### ÖZET

Bu çalışmada, Faz Değiştiren Malzeme (FDM) içeren dikey bir levha yüzeyinde farklı sayı ve ölçülerde kanatçıklar eklenerek kanatçıkların FDM'nin erime ve katılaşmasına olan etkisi sayısal olarak incelenmiştir. Bu amaçla 2 boyutlu olarak 3 farklı model tasarlanmıştır. FDM olarak Parafin Rt-27 kullanılmıştır. Kullanılan FDM gizli ısı depolama sistemlerinde sıklıkla kullanılan bir malzemedir. Elde edilen sonuçlar kanatçıklı levhanın düz levhaya göre FDM'deki erime durumunda daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kanatçık sayısı yüzeydeki etki alanını artırdığı için 18 kanatçıklı modelin 9 kanatçıklı modele göre daha iyi performans göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre kanatçık sayısı ve ölçülerinin FDM'nin erime sürecini hızlandırdığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Isı Transferi, Faz Değiştiren Malzemeler (FDM), Erime

### NUMERICAL INVESTIGATION ON THE MELTING PERFORMANCE OF THE PHASE-CHANGING MATERIAL USED IN FLAT AND FLANGED SHEETS

### ABSTRACT

In this study, the effect of fins on the melting and solidification of FDM was numerically investigated by adding different numbers and sizes of fins on a vertical plate surface containing Phase Change Material (FDM). For this purpose, 3 different models in 2 dimensions were designed. Paraffin Rt-27 was used as FDM. Used FDM is a material frequently used in latent heat storage systems. The results obtained show that the finned plate is better in the melting state in FDM than the flat plate. Since the number of fins increases the area of influence on the surface, the model with 18 fins outperformed the model with 9 fins. According to the results obtained, it was seen that the number and dimensions of the fins accelerated the melting process of PCM.

**Keywords:** Heat Transfer, Phase Change Materials (PCM), Melting

### 1. GİRİŞ

Dünyada enerji kaynaklarının hızlı bir şekilde tükenmesiyle ülkeler enerjiyi daha verimli kullanmak amacıyla alternatifler aramaya başlamıştır. Bu alternatiflerden biri de gizli ısı depolama sistemleri kullanarak hem enerji tasarrufu sağlamak hem de ısıl düzensizlikleri ortadan kaldırarak enerjiyi daha verimli bir şekilde kullanmaktır. Isı depolama maddelerinin iç enerjisinin önemli oranda değişmesi sebebiyle bu maddede faz değişimine neden olur[1]. Faz

<sup>1</sup> Öğr. Gör., Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu, Soma, Manisa, Türkiye.

değişimiyle meydana gelen bu ısıya da gizli ısı denmektedir. Gizli ısı depolama sistemlerinde kullanılan maddeler faz değiştiren maddeler olarak adlandırılır[2].

Faz değiştiren malzemeler termal enerjiyi gizli ısı şeklinde depolayabilen maddelerdir. FDM'ler ortamın sıcaklığına bağlı olarak erime ve katılaşma özelliği gösterir. Ortamın sıcaklığı FDM'nin erime sıcaklığına kadar yükseldiği zaman FDM erimeye başlar ve ortamın ısını absorbe eder. Ortamın sıcaklığı düştüğü zaman ise FDM katılaşmaya başlar ve daha önce içerisinde depoladığı ısıyı ortama geri verir. FDM'ler elektronik, yalıtım, otomotiv ve fotovoltaik sistemler gibi birçok alanda kullanılabilir[3].

Faz değiştiren malzemeler erime ve katılaşma özelliği olan malzemelerdir. Bu özelliği sayesinde ısı düzenlemeler ve tasarruf konusunda olumlu etkilere sahiptir [4]. Yapılan çalışmada, Faz değiştiren malzemelerin erime ve katılaşma süreçlerini hızlandırmak amacıyla levha üzerinde farklı sayı ve ölçülerde kanatçıklar yerleştirilmiştir. Bu şekilde FDM'lerin daha verimli bir şekilde kullanılacağı saptanmıştır.

Faz değiştiren malzemelerin ısı transfer katsayıları düşüktür. Bu özellikleri sayesinde ısıtma soğutma uygulamalarında kullanımı giderek artmaktadır. Faz değiştiren malzemeler erime katılaşma özellikleri sayesinde ısı depolayabilmektedir. Erime ve katılaşma süreçlerini iyileştirmek amacıyla uygulamalarda kanatçık kullanmak faydalı olabilmektedir. Bu çalışmada da FDM içeren bir levhada farklı sayıda ve geometride kanatçık kullanılarak erime sürecindeki iyileşme gösterilmiştir.

Faz değiştiren malzemeler ile ilgili (Mushtaq I. Hasan[5], Daloğlu, A [6], Tokuç, A.[7], Shumeli, H.[8],) günümüzde birçok araştırma yapılmaktadır. Ayrıca ısı transferi sürecini iyileştirmek amacıyla uygulamalarda kanatçık kullanıldığı ile ilgili(Dogan A. [9], İnce E.[10], Buyruk E.[11], Mutlu M. [12]) birçok araştırma yapılmıştır.

Yapılan çalışma sayesinde FDM ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda yüzey alanının FDM'nin erime performansına olan etkisi görülebilmektedir. Kanatçıklar sayesinde FDM'ye olan etki alanının artırıldığı ve erime performansına olan etkisinin olumlu yönde olduğu görülmektedir.

## 2. MATERYAL VE METOD

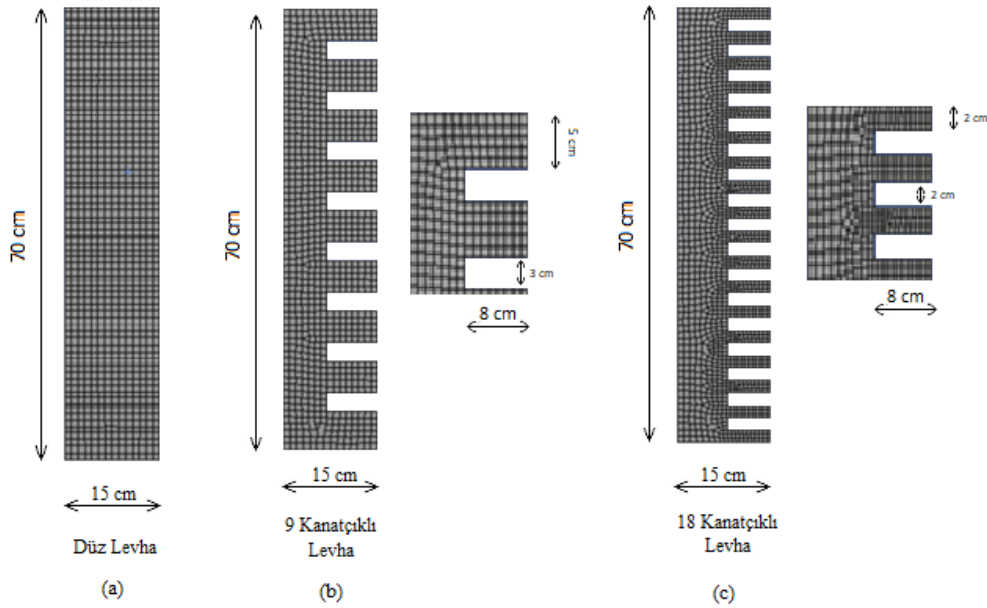
Yapılan çalışmada, içerisinde FDM bulunan düz bir levha ile farklı sayı ve geometride kanatçıklı levhalar tasarlanıp malzemenin erime sürecine olan etkileri sayısal olarak incelenmiştir. Çalışmada kanatçık kullanılmasındaki amaç gizli ısı depolama için kullanılan FDM'lerin düşük ısı iletkenlik dezavantajını azaltmaktır. Çalışma ANSYS Fluent programı ile iki boyutta gerçekleştirilmiştir. Çalışmada FDM olarak 28-30 °C aralığında erime özelliğine sahip olan parafin RT-27 kullanılmıştır. Parafin Rt-27'ye ait termofiziksel özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan FDM' nin termofiziksel özellikleri [3]

Erime Aralığı	28-30 °C
Gizli Isı	179 kJ/kg
Katı Halde Isı Depolama Kapasitesi	1800 J/kgK
Sıvı Halde Isı Depolama Kapasitesi	2400 J/kgK
Katı Halde Termal İletkenlik	0.24 W/mK
Sıvı Halde Termal İletkenlik	0.15 W/mK
Katı Halde Sabit Yoğunluk	870 kg/m <sup>3</sup>
Sıvı Halde Sabit Yoğunluk	760 kg/m <sup>3</sup>
Sıvı Halde Dinamik Viskozite	3,42x10 <sup>-3</sup> kg/ms

## 2.1. Çalışmada Kullanılan Modeller ve Sınır Şartları

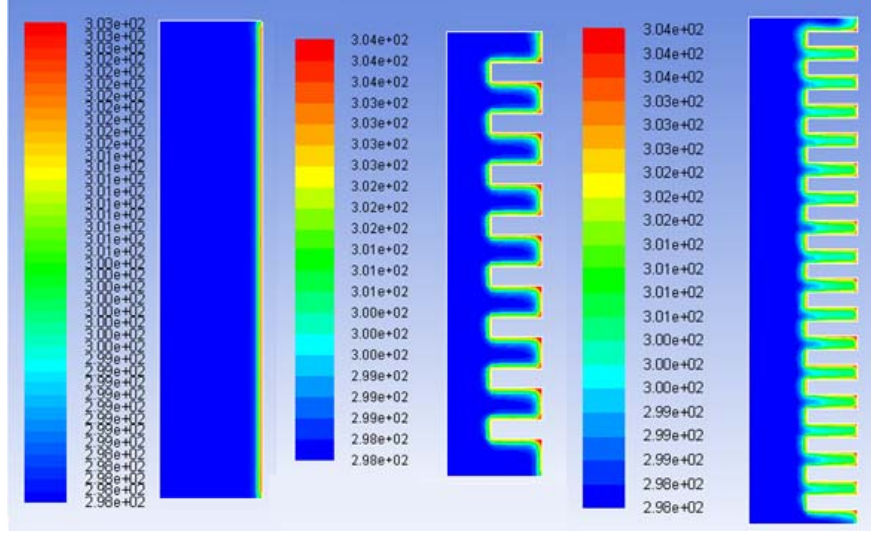
Çalışmada, FDM içeren kanatçıklı ve kanatçıksız modeller tasarlanmıştır. Düz levha 15 cm genişlik ve 70 cm yüksekliğindedir. Kanatçıklı modeller 15 cm genişlik 70 cm yüksekliğindedir. 9 kanatçıklı modelde kanat yüksekliği 5 cm, kanat genişliği 8 cm ve kanatlar arası mesafe 3 cm dir. 18 kanatçıklı modelde ise kanat yüksekliği 2 cm, kanat genişliği 8 cm ve kanatlar arası mesafe 2 cm dir. Modellerin sol tarafı  $h=23\text{Wm}^2/\text{K}$  ısı taşınımı,  $T= 25^\circ\text{C}$  sıcaklık ve sağda  $h=23\text{Wm}^2/\text{K}$  ısı taşınımı,  $T= 32^\circ\text{C}$  sıcaklığa alt ve üst taraflar ise adyabatik olarak sınır şartlarına maruz bırakılmıştır. Düz ve kantaçıklı levhalar için ağ yapısı analiz programında otomatik olarak geometriler uygun şekilde verilmiştir. Program içerisinde ağ yapısının uygunluğu test edilmiştir. Şekil 1'de modellerin ölçüleri ve ağ yapısı gösterilmiştir.



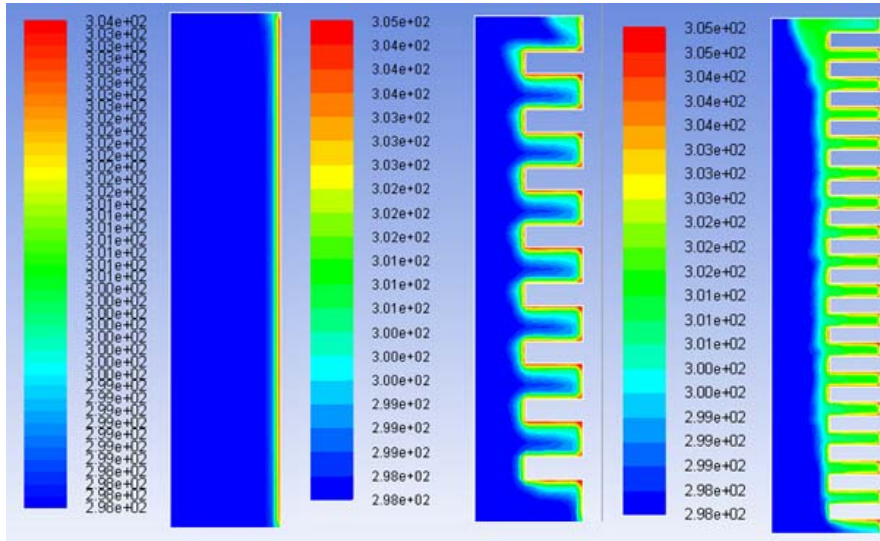
Şekil 1. Düz Levha (a), 9 kanatçıklı Levha (b) ve 18 kanatçıklı levha (c) modelleri ve ağ yapısı

### 3. ANALİZ SONUÇLARI

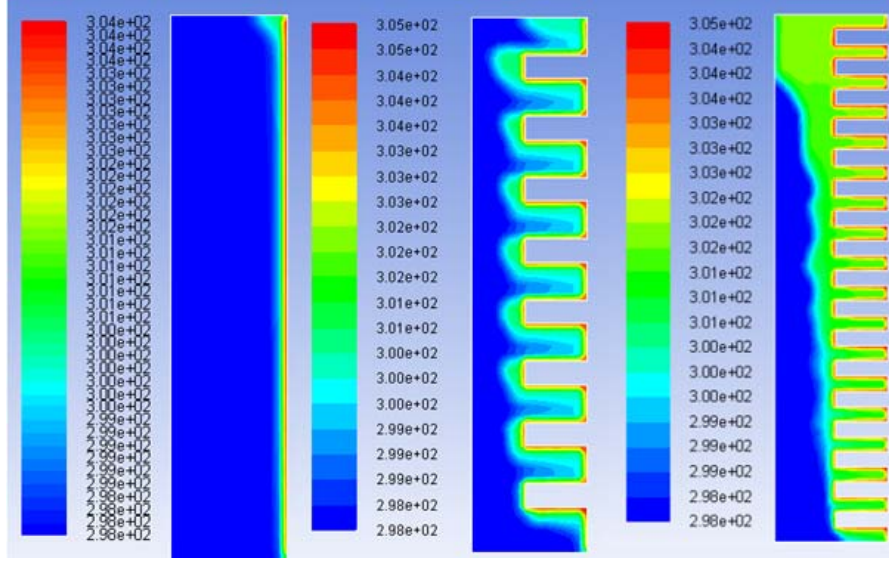
Çalışmada, farklı kanatçık yapılarının düz levhaya göre FDM'nin erime sürecine etkisi analizi edilmiştir. Her model 3 saatlik süreçte sınır şartlarına maruz bırakılmıştır. Her bir saatin sıcaklık ve fdm erime değerleri kayıt altına alınmıştır. 1., 2. ve 3. saatteki sıcaklık değişimleri Şekil 2 , Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Ayrıca modellerdeki FDM erime durumu 1., 2. ve 3. saatteki sıcaklık değişimleri Şekil 5 , Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 1. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

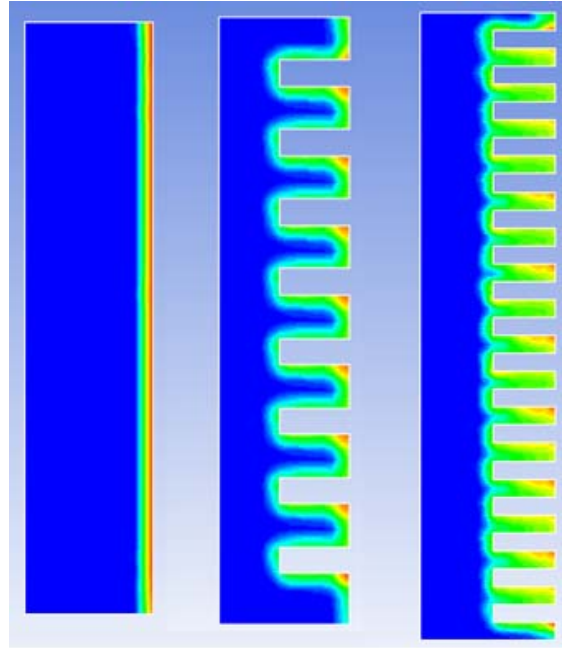


Şekil 3. 2. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

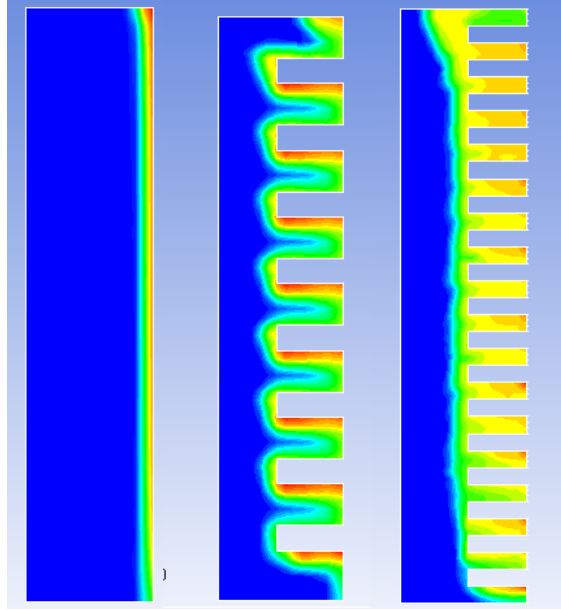


Şekil 4. 3. Saat sonunda 3 modeldeki sıcaklık konturları

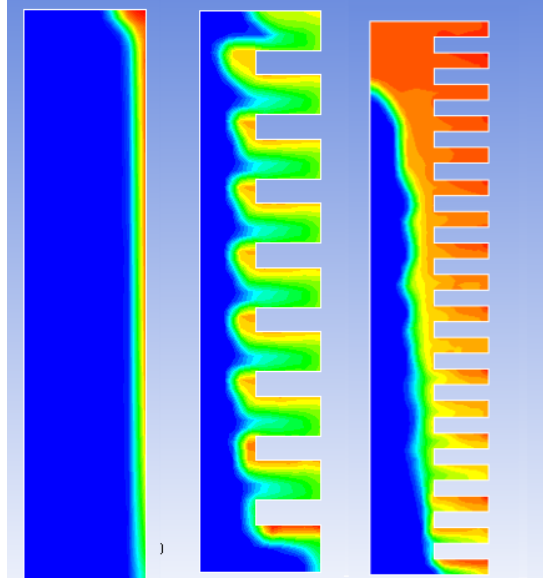
Yukarıdaki görsellerde (Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4) 3 saat boyunca sınır şartlarına maruz bırakılmış düz, 9 kanatçıklı ve 18 kanatçıklı modellerdeki sıcaklık dağılımları yer almaktadır. Her bir saat için ayrı ayrı görseller alınmış ve kanatçıklı modellerin düz levhaya göre sıcaklık değerlerinin daha iyi bir şekilde arttığı görülmüştür. FDM'nin erime sıcaklığı olan 28-30 °C olan aralığa kanatçıklı modellerde daha erken ve ilerlemiş bir dağılım olduğu görülmüştür.



Şekil 5. 1. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları



Şekil 6. 2. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları



Şekil 7. 3. Saat sonunda 3 modeldeki FDM erime dağılımları

Yukarıdaki görsellerde (Şekil 5, Şekil 6, Şekil 7) 3 saat boyunca sınır şartlarına maruz bırakılmış düz, 9 kanatçıklı ve 18 kanatçıklı modellerdeki FDM erime dağılımları yer almıştır. Her bir saat için ayrı ayrı görseller alınmış ve kanatçıklı modellerin düz levhaya göre erime durumunun daha iyi olduğu görülmüştür. Kanatçıklar sayesinde levha boyunca erime daha hızlı gerçekleşmiş ve FDM'nin erimesi ile ilgili olan özelliğinin daha etkin bir şekilde kullanılacağı gözlemlenmiştir.

#### 4. GENEL SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada düz bir levha ile farklı sayı ve ölçüdeki kanatçıklı levha modellerinde FDM'nin erime durumu sayısal olarak incelenmiştir. Bu çalışmalar sonucunda şu sonuçlar elde edilmiştir.

- Kanatçıklı modellerde kanatçıksız modele göre FDM'de daha iyi erime performansı gözlemlenmiştir.
- Kanatçıklı modeller arasında 18 kanatçıklı modelin 9 kanatçıklı modele göre daha iyi erime performansı göstermiştir.
- Kanatçıklar sayesinde FDM'lerin düşük ısı iletkenlik dezavantajlarının aza indirildiği görülmüştür.

Elde edilen bilgiler ışığında levhalarda kanatçık kullanılması ile FDM'nin erime sürecinde iyileştirme olduğu görülmüştür.

FDM'nin katılma süreci de kanatçıklı modeller ile incelenebilir. Ayrıca farklı kanatçık yapıları ve farklı FDM'ler kullanılarak erime ve katılma süreçlerindeki iyileştirmeler artırılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] Ozturk, H.H., 2008. Isı Depolama Tekniđi, Söz Kesen Matbaacılık, Ankara.
- [2] Basal, B., 2007. Eş eksenli üç borulu ısı eşanjörlerinde faz değiştiren madde kullanarak ısı enerji depolanmasının incelenmesi, Yüksek lisans Tezi, K.A.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- [3] Okcu, M., 2011. Faz değiştiren maddelerde erime ve katılaşma sürecinin sayısal olarak incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [4] Çakmak, F.A., 2019. Faz değiştiren malzemelerin bina dış duvarlarında kullanımının ısı kazanç ve kaybına etkisinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- [5] Mushtaq, I.Hasan, Hadi, O.Basher, Ahmed, Shdhan, 2018. Experimental investigation of phase change materials for insulation of residential buildings, Sustainable Cities and Society 36 (2018) 42-58.
- [6] Daloğlu, A., 2011. Isı Yalıtımında Faz Değiştiren Malzeme Kullanımı, X. Ulusal Tesisat Mühendisliđi Kongresi, İzmir.
- [7] Tokuç, A., 2013. Faz değişim malzemelerinin ısı enerji depolama amacıyla yapı elemanı üretiminde kullanılması, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- [8] Shumeli, H., Ziskind, G. and Letan, R., 2010. Melting in a vertical cylindrical tube: Numerical investigation and comparison with experiments, International Journal of Heat and Mass Transfer, 53,4082-4091.
- [9] Dogan A. vd 2012. " Numerical Analysis of Natural Convection Heat Transfer From Annular Fins on a Horizontal Cylinder", Isı Bilimi ve Tekniđi Dergisi, 32, 2, 31- 41.
- [10] İnce E., Ayılı E., 2018. " Review Of Enhancement Of Heat Transfer From Rectangular Fin Arrays ", Mugla Journal of Science and Technology .
- [11] Buyruk E., Karabulut K., 2017. "Plakalı Kanatçıklı Isı Deđiřtiricilerde Kanat Açısının Isı Transferine Olan Etkisinin Üç Boyutlu Sayısal Olarak İncelenmesi ", Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(1), ss. 49-62.
- [12] Mutlu M., Kılıç M., 2016. " Farklı kanat ısı iletim katsayıları ve geometrik parametreler için kanatlı borulu ısı değiştiricilerin üç boyutlu bütünleşik sayısal analizi" , Isı Bilimi ve Tekniđi Dergisi, 36, 1, 85-98.