






Panel Güneş Kolektörlerinde Farklı Emici Yüzey Geometrilerinin Kullanımının Isıl Karakteristiklere olan Etkisinin Sayısal Olarak İncelenmesi

Numerical Analysis Of The Effect Of The Use Of Different Absorbent Surface Geometries On Thermal Characteristics in Panel Solar Collectors

Raşit Çelik , Ömer Resuloğulları , Ali Erişen 

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 71450, Kırıkkale, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 22/12/2020

Kabul / Accepted: 21/01/2021

Çevrimiçi Basım / Published Online: 29/01/2021

Son Versiyon/Final Version: 18/06/2021

Özet

Günümüzde enerjiye olan ihtiyaç sürekli olarak artmaktadır. Enerjinin sürekliliği büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır. Özellikle güneş enerjisinin önemi son dönemde ciddi bir artış göstermektedir. Bu çalışmada güneş enerjisinden maksimum seviyede faydalanmak için kolektör verimini arttıracak emici yüzey geometrileri tasarlanmıştır. Belirlenen geometrilerin yüzey alanına düşen güneş enerjisi miktarları tespit edilerek HAD (ANSYS) programında analizi yapılmıştır. 1kg/s, 0,1 kg/s, 0,01 kg/s giriş debileri için; her bir debide 290 K, 300 K, 310 K, 320 K giriş sıcaklığı kullanılarak analizler tamamlanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde; akışkanın giriş sıcaklığı değiştirildiğinde çıkış sıcaklığının lineer olarak artış gösterdiği görülmüştür. Ayrıca geometrilere baktığımızda açılı yüzeydeki akışkan çıkış sıcaklığının, dik yüzeyli geometriye göre daha fazla olduğu görülmüştür. Kolektör geometrilerinde açılı yüzey kullanımının güneş enerjisi absorbe miktarını arttıracığı sonucu çıkarılmıştır.

Anahtar Kelimeler

“Kolektörler, Optik Analiz, HAD Analizi, Çıkış Sıcaklığı”

Abstract

Today, the need for energy is constantly increasing. The continuity of energy is of great importance. Therefore, the importance of renewable energy sources is increasing day by day. Especially the importance of solar energy has increased significantly recently. In this study, absorbent surface geometries are designed to increase collector efficiency in order to benefit from solar energy at maximum level. The amount of solar energy falling on the surface area of the determined geometries was determined and analyzed in the HAD (ANSYS) program. For 1kg / s, 0.1 kg / s, 0.01 kg / s inlet flow rates; Analyzes have been completed using 290 K, 300 K, 310 K, 320 K inlet temperature at each flow rate. When the results obtained are examined; It has been observed that when the inlet temperature of the fluid is changed, the outlet temperature increases linearly. In addition, when we look at the geometries, it is seen that the fluid outlet temperature on the angled surface is higher than the geometry with a vertical surface. It was concluded that the use of angled surfaces in collector geometries will increase the amount of solar energy absorption.

Key Words

“Collectors, Optical Analysis, CFD Analysis, Outlet Temperature ”

1.Giriş

Gelişmekte olan ülkelere baktığımızda en önemli ihtiyacın enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Bu nedenle alternatif enerji kaynaklı sistemlere ihtiyaç duyulmakla birlikte, bu sistemlerin daha verimli hale getirilebilmesi için de ciddi çalışmalar yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi sistemleri oldukça büyük bir paya sahiptir. Güneş enerjisi, ısıtma ve elektrik eldesi için kullanılmakta ve bugünkü çalışmalar bu iki temel konu üstüne yoğunlaşmıştır. Bu çalışmanın konusu, güneş enerjisinden ısıtma amaçlı olarak yararlanılan, düz güneş kolektörlerin, yüzey geometrisinin değişik tasarımlarıyla, verimlerinin incelenmesidir. Bu kısımda, yapılan çalışmalar ile ilgili bazı araştırmalara aşağıda yer verilmiştir.

Atıcı M., (2006), yaptığı tez çalışmasında, Havalı kolektörler için yaptığı çalışmada değişik yüzey profilleri kullanarak ısı verimi arttırmayı planlamıştır. Belirlemiş olduğu düz, oluklu, trapez emici yüzey tasarlanarak yüzey alanı artırılması, akışkanın akış yolunu uzatması ile akışkanın taşınım katsayısı artırılarak, kolektörün ısı performansı artırılmıştır. 2006 yılı Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında Elazığ da yaptığı deneylerde düz bir kolektöre göre %30-%40 arasında artış olduğunu tespit etmiştir.

M. Galip ÖZKAYA, H. İbrahim VARİYENLİ, M. KORKMAZ, (2007), bu çalışmada, düzlemsel güneş kolektörlerinde farklı geometride emici yüzeyler kullanılarak deneysel çalışma yaparak, çıkan sonuçların karşılaştırması yapılmıştır. Düz yüzeyli kolektör verimi %32,9, zikzak kanallı kolektörlerden, boru birleşimi üstteki emici yüzeyin verimi %32,1, boru birleşimi ortadaki emici yüzeyin verimi %36,3, parabolik kanallı kolektörün verimi %26,7, olarak bulunmuştur. Sonuç olarak boru birleşimi ortada olan sistemin verimi diğerlerinden yüksek bulunmuştur.

Şahin T., (2010) bu tez çalışmasında, güneşin gün boyunca değişik açılarla gelen ışınımından faydalanılarak düz ve bükülmüş güneş kolektörlü sistemler hazırlanarak sıcaklık değişimi olup olmayacağı incelenmiştir. Isparta ilinde temmuz ayının 9, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 20, 21, 23'üncü günlerinde sistemler üzerinden veriler alınmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Alınan sonuçlara göre düzlemsel güneş kolektörüne verilen eğim sonucunda sıcaklık artışı olmadığı görülmüştür.

M. ABUŞKA ve M. Bahattin AKGÜL, (2014), yaptıkları çalışmada, yutucu geometrisi trapez tip olan güneş kolektörlerinin selektif solar boyalı ve siyah boyalı olan yüzeylerinin ısı verimini deneysel olarak incelemişlerdir. Deneylerde dış hava sıcaklığı, ışınım, yutucu yüzey üzerinde iki noktadan yapılan sıcaklık ölçümü ve akışkan çıkış sıcaklığı ölçülerek ısı verim hesaplaması yapılmış, selektif solar boyalı kolektörün, siyah boyalı kolektöre oranla ısı veriminin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

M. ABUŞKA, M. Bahattin, V. ALTINTAŞ, (2015), yaptıkları çalışmada, ısı veriminin artırılması amacıyla emici yüzey üzerine konik engeller yerleştirilerek deneysel olarak incelemesini yapmışlardır. Deneyler de havanın kolektöre giriş ve çıkış sıcaklığı, havanın çıkış hızı, radyasyon miktarı, emici yüzey sıcaklığı, kasa sıcaklığı, saydam örtü sıcaklığı ölçülerek hesaplamalar yapılarak ısı verim belirlenmiştir. Konik yüzey geometrili kolektör verimi %62, düz yüzeyli kolektör verimi %30 olarak tespit edilmiştir.

D.M. Medina Carril, J.G. Carrillo, R.D. Maldonado, ve F. Avilés, (2016), yaptıkları çalışmada, farklı emici yüzeye sahip güneş kolektörlerindeki termal davranışı sonlu elemanlar yöntemiyle belirlemişlerdir. Kullanılan yüzey geometrileri dikdörtgen ve kavisli geometrilerdir. Yapılan analiz sonucu kavisli geometrinin dikdörtgen geometriye oranla %25 daha fazla verime sahip olduğu görülmüştür.

H. Kavooosi Balotaki, M.H. Saidi, (2017), yaptıkları çalışmada, dikdörtgen kanatlı çift amaçlı kolektör tasarımı yaparak aynı anda iki farklı sıvıya ısı transferi yapmayı hedeflemişlerdir. Yapılan deneyler sonucunda akışkanların çıkış sıcaklıkları artmış, çift amaçlı kolektörde dikdörtgen hava kanallarında oluklu, düz, V tipi kanallara oranla %11' lik verim artışı tespit edilmiştir.

M. B. ÖZDEMİR, M. M. YATARKALKMAZ, G. DAĞLI, (2017), yaptıkları çalışmada, bakır ve alüminyum emici yüzeye sahip diğer özellikleri benzer olan düz plaka kolektörlerin TS EN 12975-2 standardında güneş takip sistemi olan deney düzeneğinde test edilmiş, 40°C'ye kadar alüminyum emici yüzeyli kolektörün daha verimli olduğu, 40°C' den yüksek sıcaklıklarda ise bakır emici yüzeyli kolektörün daha verimli olduğunu tespit etmişlerdir. Bununla birlikte ekserji verimlerini de hesaplayarak karşılaştırmışlardır.

Muhammed Amine Amraoui, Khaled Aliane (2018) yaptıkları çalışmada, zaman ve maliyeti azaltan Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği kullanılarak içerisinde bölmeler oluşturulan düz güneş kolektörün sıvı akışı ve ısı transferinin analizini yapmışlardır. . Kolektörün hava girişini içeren 3 boyutlu modeli ANSYS Workbench ile modellenmiş ve grid ANSYS ICEM' de oluşturmuşlardır. Sonuçları ANSYS FLUENT ve ANSYS CFX kullanılarak elde etmişlerdir. Yapılan bu çalışma ile güneş kolektöründen çıkan akışkanın deneysel çıkış sıcaklığı ile hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile belirlenen çıkış sıcaklığı arasında ciddi bir benzerlik olduğunu belirlemişlerdir.

Kumar ve ark. (2017) bu çalışmada, Had analizi yardımıyla oluklu tip emici plakaya sahip havalı güneş kolektörünün türbülans modellerine göre ısı incelemesi yapılmıştır. Ansys Fluent v14.5 programı kullanılarak hava akışı simüle edilmiş, emici plakadan akışkana geçen ısı transferi miktarı belirlenmiştir. Modelleme iki boyutlu yapılmış ve ısı akışı olarak 910 W/m2 sabit değer uygulanmıştır. Mevcut çalışma gösteriyor ki iki boyutlu sabit akışlı havalı güneş kolektörleri için en doğru sonuçları RNG k-epsilon türbülans modeli vermiştir.

Abdulalah ve ark. (2019) bu çalışmada, farklı parametrelerin düz plakalı güneş kolektörlerinin ısı verimine etkisini araştırmak için sayısal analiz kullanılmıştır. Geometrik özelliklerin ve çalışma koşullarının güneş kolektörlerinin ısı verimine etkisini

değerlendirmek için çeşitli geometriler incelenmiştir. Soğurucu kalınlığı, yükseltici konumu, boru kesitinin şekli, soğurucu malzeme, soğurucu, cam geçirgenliği ve kütle akış hızı gibi önemli parametreler incelenmiştir. Sonuçlar, soğurucu plakanın üstünde yükselticili kollektör veriminin, altta yükselticili kollektörden % 4.2 daha fazla olduğunu göstermiştir. Aynı zamanda, boru kesit geometrisinin verimlilik üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş, dairesel borulara sahip kollektörlerin verimliliği % 38 iken üçgen kesitli kollektörün verimi % 34 olarak tespit edilmiştir. Güneş kollektörlerinin ısı veriminin; sıvı akış hızının, plaka emiciliğinin, soğurucu kalınlığının ve cam geçirgenliğinin artmasıyla arttığı tespit edilmiştir.

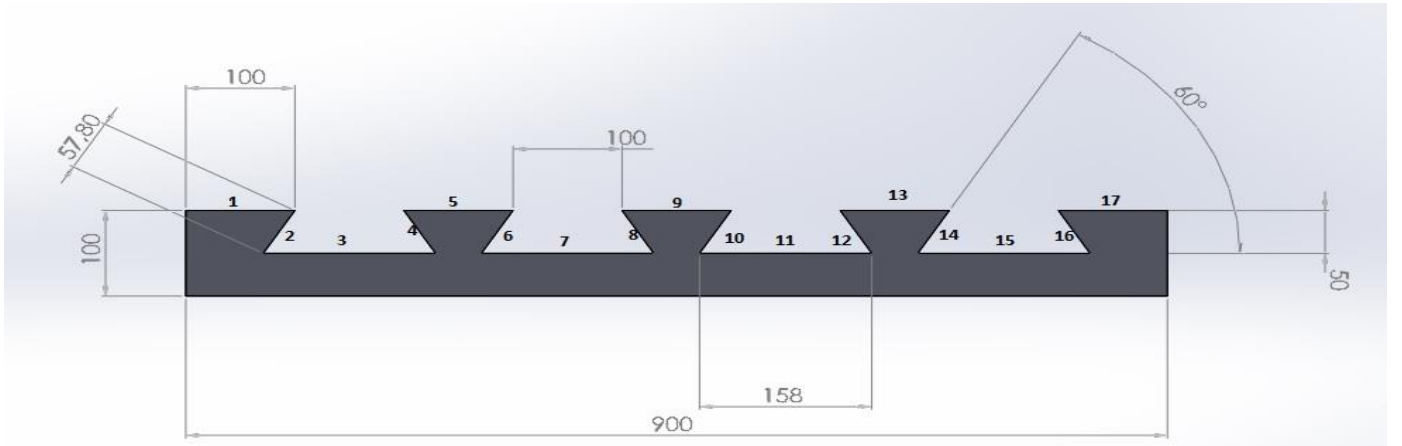
Serela ve ark. (2016) bu çalışmada, sıcak hava akışını kullanarak kurutmada kullanılan bir havalı güneş kollektörünün iki boyutlu sayısal simülasyonu yapılmıştır. Dolaylı güneş kurutucusu, Güneş Enerjisi Ekipmanları Geliştirme Biriminde (UDES) inşa edilmiştir. Bu çalışma ile amaçlanan türbülanslar oluşturmak için izole edilmiş duvarlara sabitlenmiş engelleri kullanarak havalı güneş kollektörünün içindeki ısı transferini iyileştirmektir. Engeller farklı açılarda (15° , 30° , 45° ve 60°) ve farklı sayıda (2, 4 ve 8) yerleştirilmiştir. Sistemin dinamik ve ısı davranışı incelenmiş ve analiz edilmiştir. Akışı tanımlayan diferansiyel denklemler, SIMPLEC algoritması ve k-epsilon türbülans modeli kullanılarak sonlu hacim yöntemi ile entegre edilmiştir. Yapılan analizler sonucunda engellerin sayısının ve eğim açısının, ısı transferini kollektör çıkışındaki hava sıcaklığını önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir.

1. Materyal ve Yöntem

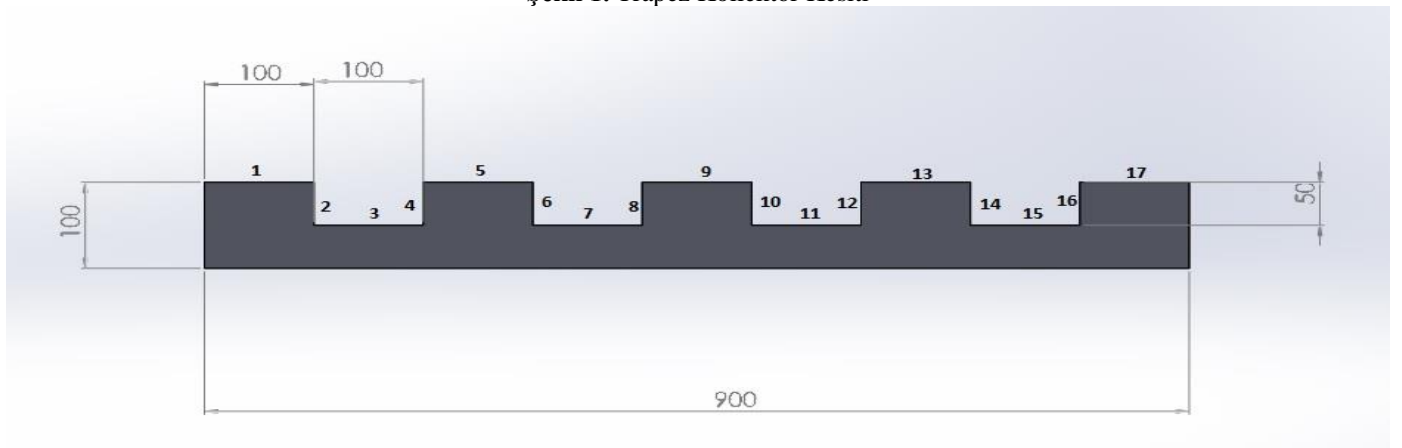
Bu çalışma kapsamında, Şekil 1 ve Şekil 2' de belirlenen iki farklı düz kollektör geometrisi için Optik Analiz Programı kullanılarak her bir yüzeye gelen anlık enerji miktarları bulunmuş, elde edilen veriler Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (ANSYS) Programında kullanılarak, kollektörden geçen suyun kollektör çıkışı sıcaklığı bulunmuştur. Burada gerçekleştirilen modelleme çalışmasında, Kırıkkale ili meteorolojik koşullarında, kollektörlerin yatay olarak yerleştirildikleri kabul edilmiştir. Ayrıca performans hesaplamalarında kullanılan meteorolojik değerler Temmuz ayı tipik günü için alınmıştır.

Optik Analiz Programında güneş modellemesi, dikdörtgensel bir ışık kaynağı olarak tasarlanabilmekte, programa girdi olarak, kaynağın içinde bulunduğu ortam özelliklerinin, kaynağın x, y, z koordinatlarındaki konumunun ve eksenlerle yaptığı açılarının, kaynaktan yapılan birim yüzey başına ışınımın gücünün, kaynağın saçılımının homojenliğinin tanımlanmasının, analizde ve görselde kullanılacak ışın sayısının tanımlanmasının yapılması gerekmektedir.

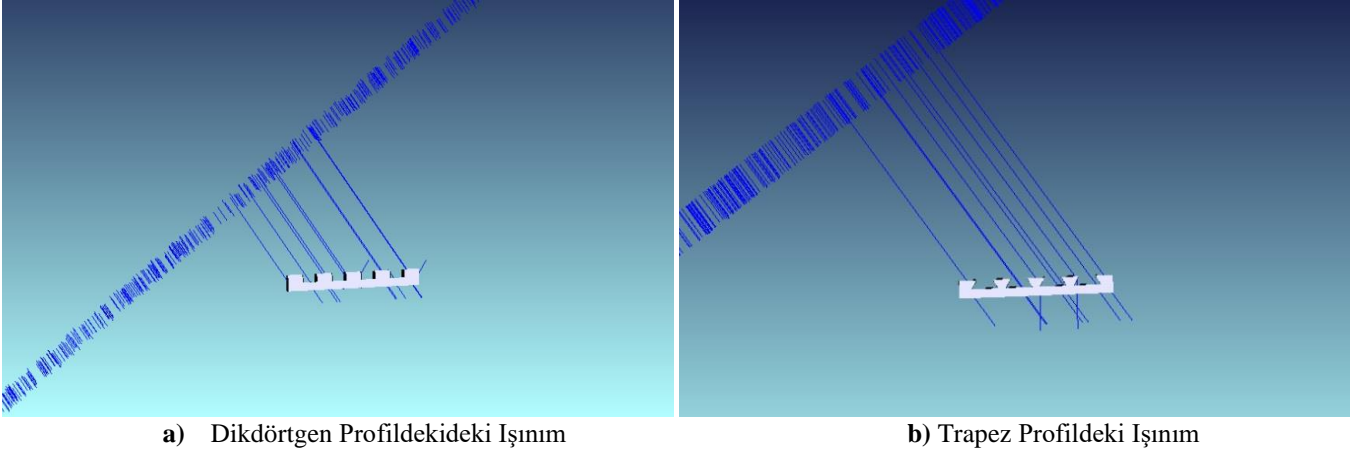
Güneş, 10x10 m boyutlarında bir kare ışın kaynağı olarak modellenmiş, güneşten gelen enerji 900 W/m^2 alınmış, güneş ışığının kollektör yüzeyiyle yaptığı zenit açısı 35° kabul edilmiştir. Kollektör uzunluğu 2000 mm olup, kesit ölçüleri Şekil 1 ve Şekil 2 de verilmiştir. Kollektör malzemesi 3 mm kalınlığında alüminyum, yüzey kaplaması nikel, yutma oranı 0,94 alınmıştır. Şekil 3' de güneş ışınımının geliş şekilleri verilmiştir.



Şekil 1. Trapez Kollektör Kesiti



Şekil 2. Dikdörtgen Kollektör Kesiti



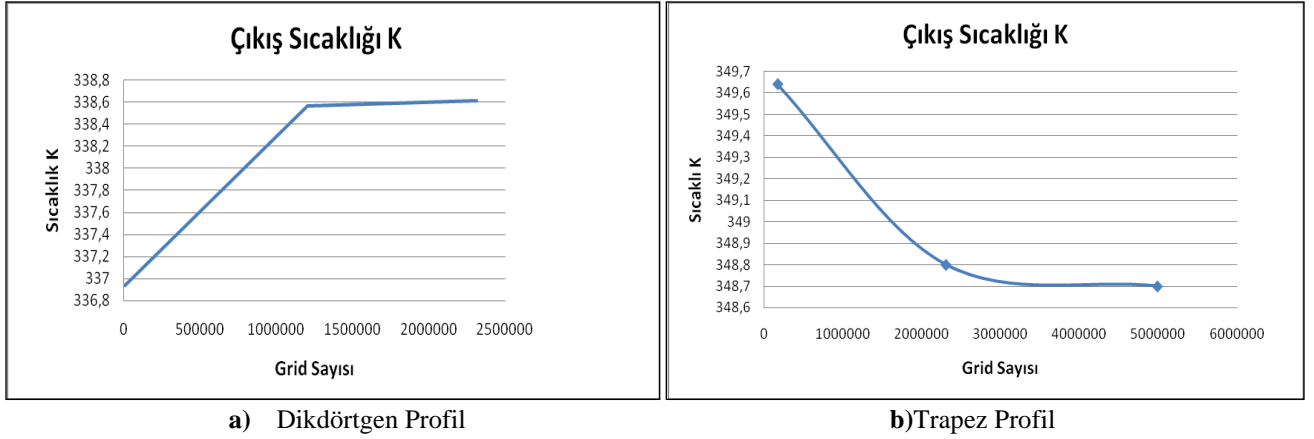
a) Dikdörtgen Profildeki Işınım

b) Trapez Profildeki Işınım

Şekil 3. Güneş Işınımının Kollektör Yüzeyi ile Yaptığı Açık ve Yansımaları a) Dikdörtgen Profildeki Işınım, b) Trapez Profildeki Işınım

Şekil 1 ve Şekil 2' de belirtilen numaralı yüzeylere gelen güneş enerji miktarları, nikel kaplı alüminyumun yutma katsayısı ile çarpılarak, ilgili yüzeylerde yutulan enerji miktarları elde edilmiştir. Ayrıca, birim m² için elde edilen bu değerler, ilgili yüzeylerin alan değerleriyle de çarpılarak, gelen ve yutulan toplam enerji miktarları bulunmuştur. Elde edilen değerler Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir. Bu çalışmada özellikle Dikdörtgen profil için sırasıyla 2,3,4,6,7,8,10,11,12,14,15,16 numaralı yüzeyler için bulunan enerji miktarları, yüzeyler arasındaki yansımaları dikkate alacak şekilde, optik analiz sırasında hesap edilmiştir. Yine aynı şekilde trapez profil için de benzer işlemler optik analiz aracılığıyla gerçekleştirilmiştir.

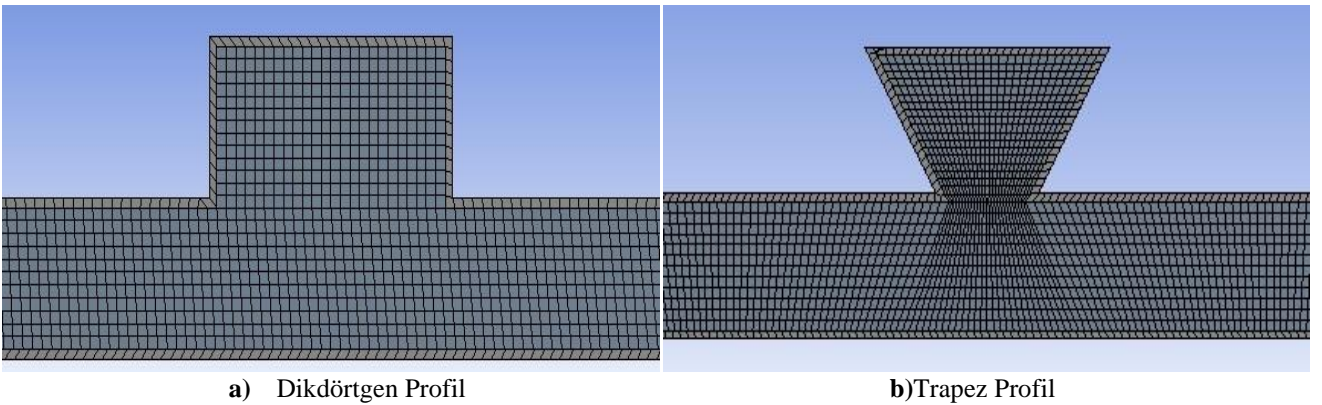
HAD analizinde elde edilen değerlerin gerçekliği için oluşturulan ağ yapısı büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle farklı Grid sayıları ile analizler tekrarlanarak en uygun ağ yapısı belirlenmeye çalışılmıştır. Şekil 4' de belirlenen Grid sayısına göre çıkış sıcaklıkları verilmiştir. Grid sayısı arttıkça sıcaklıkta ciddi bir değişim olmadığı görülmüştür. Dikdörtgen kollektör için 2312394, Trapez kollektör için 4994184 Grid sayısı oluşturulmuştur. Şekil 5' te her iki kollektör tipi için oluşturulan ağ yapısı verilmiştir.



a) Dikdörtgen Profil

b) Trapez Profil

Şekil 4. Kollektörlerde Oluşturulan Grid Sayısı a) Dikdörtgen Profil b) Trapez Profil



a) Dikdörtgen Profil

b) Trapez Profil

Şekil 5. Kollektörlerde Oluşturulan Ağ Sayısı a) Dikdörtgen Profil b) Trapez Profil

Optik analiz sonrası, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği analizi için sınır şartları belirlenmiştir. Dış ortam sıcaklığı 300 K, akışkanın kollektörlere giriş sıcaklıkları 290K, 300 K, 310K, 320K, akışkanın giriş debileri 1 kg/s, 0,1kg/s, 0,01 kg/s alınmıştır. Reynold sayısı hesaplanmış (1 kg/s, 0,1kg/s, 0,01 kg/s debiler için sırasıyla; Dikdörtgen profilli kolektör için 1844, 184,4, 18,44, Trapez profil için 1808, 180,8, 18,08) ve akış laminar olarak belirlenmiştir. Kolektörlerin yan yüzeylerinden ve alt yüzeyinden ısı girişi olmadığı varsayılmıştır. Kollektörün üst kısmındaki her bir yüzeye Optik Analiz Programında elde edilen değerler Çizelge 1 ve Çizelge 2' de ısı akısı sınır şartı olarak girilerek çözümlene yapılmıştır.

2. Matematiksel Formülasyon

2.1. Reynold Sayısı Hesabı

HAD hesaplamalarında kullanılan Reynold sayısı hesabı eşitlik 1' de verilmiştir.

$$Re = \frac{\rho_{su} V_{su} D_h}{\mu_{su}} \quad (1)$$

Yukarıdaki eşitlikte görülen D_h akışın hidrolik çapıdır ve eşitlik (2) aracılığı ile elde edilmektedir. Burada, P akışkanın geçtiği ıslak çevreyi A_c ise akışkanın geçtiği kesit alanını temsil etmektedir. Eşitlik 3 ile hesaplanan ortalama hız (V_{su}) ile Reynold sayısı hesabı yapılır (Çengel ve Cimbala, 2006).

$$D_h = \frac{4A_c}{P} \quad (2)$$

$$\dot{m}_s = \rho V_{su} A_{kanal} \quad (3)$$

2.2. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Temel Denklemleri

Sistem olarak ele alınan hacimde tanımlanan problemlerin akış ve ısı transferi davranışlarının sayısal olarak incelenebilmesi için, HAD 'nin temel denklemlerinin uygun şekilde kabul edilen sınır şartlarına göre çözülmesi gerekmektedir. Bu temel denklemler kütle korunumu (süreklilik), momentum korunumu ve enerji korunumu kanunlarından türetilerek genelde Navier-Stokes denklemleri olarak adlandırılmaktadır. Momentum korunumu Newton'un ikinci yasası ve enerji korunumu termodinamiğin birinci yasası olarak da bilinmektedir (Üçler K. 2019).

2.2.1. Kütle korunumu denklemi

Süreklilik denklemi olarak da ifade edilen denklem, kontrol hacmi içindeki kütle zamanla bağlı olarak değişim hızı ile kontrol yüzeyinden olan net kütle geçişinin toplamının sıfıra eşit olduğunu ifade etmektedir. Bu ifade Denklem (4)'de görülmektedir;

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0 \quad (4)$$

Denklemden; (ρ) akışkanın yoğunluğunu, (t) zamanı, (\vec{v}) hız vektörünü temsil etmektedir. Hız vektörünün diverjansını açık bir şekilde yazdığımızda Denklem (5) elde edilir;

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho u}{\partial x} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} + \frac{\partial \rho w}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

Denklemden; (ρ) akışkanın yoğunluğunu, (t) zamanı, (\vec{v}) hız vektörünü, (u) , (v) ve (w) sırasıyla x , y ve z yönlerindeki hız bileşenlerini ifade etmek için kullanılan sembollerdir (Üçler K. 2019).

2.2.2. Momentumun korunumu denklemi

Newton'un İkinci Kanunu'ndan elde edilen momentumun korunumu denklemi, bir sisteme etkiyen dış kuvvetler toplamının sistemin momentumunun birim zamanda değişimine eşitliğini ifade etmektedir. Bu eşitlik Denklem (6)'da görüldüğü gibidir (Üçler K. 2019);

$$\rho \frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = f_i - \frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \frac{\partial u_k}{\partial x_k} \delta_{ij} \right) \quad (6)$$

2.2.3. Enerjinin korunumu denklemi

Termodinamiğin birinci kanunundan türetilen enerji denklemi ele alınan sistemde toplam enerjinin sisteme giren ve sistemden çıkan net ısı ile sistemde tüketilen ve sistemde üretilen net işin toplamına eşit olmasını ifade eder. Bu ifade Denklem (7)'de verilmiştir (Üçler K. 2019);

$$\frac{\partial \rho E}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x_j} [u_j (\rho E + P)] = - \frac{\partial q_i}{\partial x_i} + \partial \left(\frac{u_j \sigma_{ij}}{dx_j} \right) \quad (7)$$

3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, HAD analizinde belirlenen bütün parametreler için çözümlene yapılmış ve elde edilen veriler aracılığı ile kollektördeki sıcaklık dağılımı elde edilerek, kollektör çıkışında sıcaklık dağılımı bulunmuştur. Elde edilen sonuçların bir kısmı aşağıda verilmiştir.

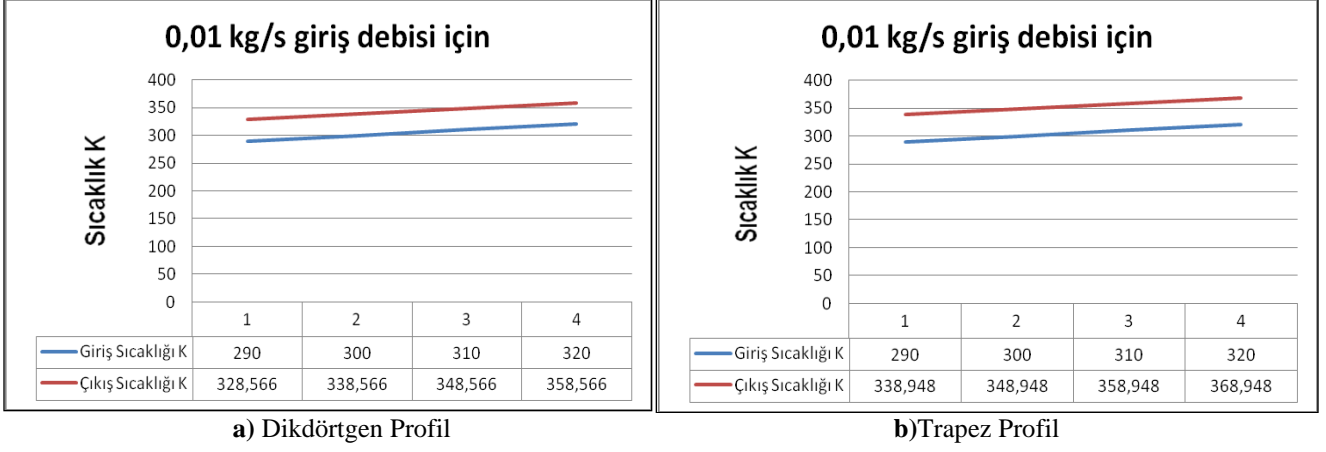
Çizelge 1: Dikdörtgen Profil için Optik Analiz Programından Alınan Güneş Enerjisi Miktarları

Dikdörtgen profildeki yüzey numaraları	Yüzey alanı (m ²)	Yüzeğe gelen enerji akısı (W/m ²)	Yüzeyde yutulan enerji akısı (W/m ²)	Yüzeyde yutulan toplam enerji (W)
1	0,2	736	691,8	138,68
2	0,1	257	241,6	24,16
3	0,2	530,2	498,4	99,68
4	0,1	515,6	484,66	48,47
5	0,2	736	691,8	138,37
6	0,1	589,2	553,85	55,38
7	0,2	604,2	567,76	113,59
8	0,1	515,6	484,66	48,47
9	0,2	736	691,8	138,37
10	0,1	589,1	553,75	55,38
11	0,2	604,25	567,76	113,6
12	0,1	515,8	484,85	48,49
13	0,2	735,6	691,5	138,27
14	0,1	588,7	553,4	55,34
15	0,2	603,85	567,6	113,52
16	0,1	515	484,1	48,4
17	0,2	736	691,8	138,37
Toplam	2,6			1516,54

Çizelge 2. Trapez Profilde Optik Analiz Programından Alınan Güneş Enerjisi Miktarları

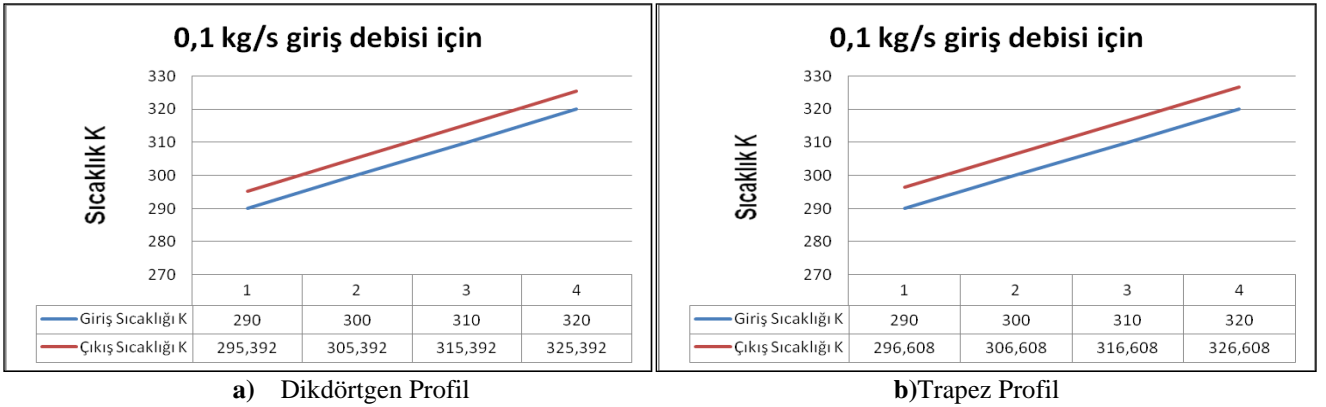
Trapez profildeki yüzey numaraları	Yüzey alanı (m ²)	Yüzeğe gelen enerji akısı (W/m ²)	Yüzeyde yutulan enerji akısı (W/m ²)	Yüzeyde yutulan Toplam enerji(W)
1	0,2	735,5	691,4	138,27
2	0,1156	598,6	562,7	65,05
3	0,316	690,8	649,35	205,2
4	0,1156	80,6	75,78	8,76
5	0,2	883	830	166
6	0,1156	657,4	618	71,44
7	0,316	716,45	673,46	212,8
8	0,1156	116,35	109,37	12,64
9	0,2	882	829	165,8
10	0,1156	724	680,6	78,68
11	0,316	716	673,2	212,7
12	0,1156	116,6	109,6	12,67
13	0,2	873	820,6	164,12
14	0,1156	724,9	681,4	78,77
15	0,316	716,77	673,77	212,9
16	0,1156	114,88	108	12,48
17	0,2	736	691,84	138,3
Toplam	3,1888			1956,64

Şekil 6a ve 6b’de, nikel kaplamalı alüminyum malzemeden yapılmış kollektöre giren akışkan debisi 0,01 kg/s için, kollektör su çıkış sıcaklığının su giriş sıcaklığı ile değişimi verilmiştir. Dört farklı giriş sıcaklığı için Şekil 6a ve 6b incelendiğinde, çizilen eğrilerin birbirine oldukça benzer davranış sergilediği görülmektedir. Genel olarak, artan su giriş sıcaklığı ile çıkan suyun sıcaklığı için çizilen çizgiler benzer oranda artış göstermektedir. Çıkış sıcaklıkları incelendiğinde trapez tipin sıcaklık değişimi dikdörtgen tipe göre %3 daha fazladır.



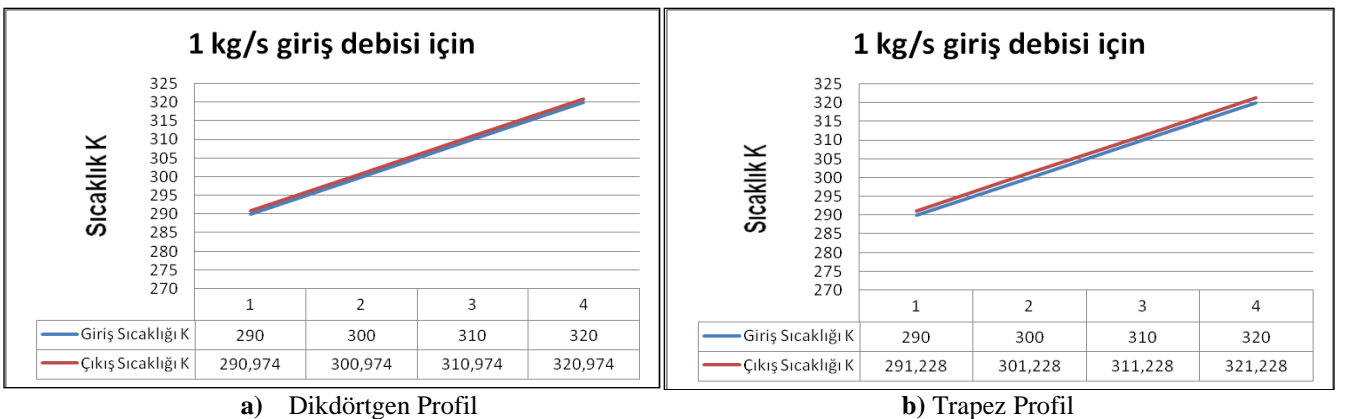
Şekil 6. Kollektörlerden Çıkan Suyun Sıcaklığı a) Dikdörtgen Profil b) Trapez Profil

Şekil 7a ve 7b' de, kollektöre giren akışkan debisi 0,1 kg/s için, kollektör su çıkış sıcaklığının su giriş sıcaklığı ile değişimi verilmiştir. Dört farklı giriş sıcaklığı için Şekil 7a ve 7b incelendiğinde, çizilen eğrilerin aynı şekilde birbirine oldukça benzer davranış sergilediği görülmektedir. Genel olarak, artan su giriş sıcaklığı ile çıkan suyun sıcaklığı için çizilen çizgiler benzer oranda artış göstermektedir. Ancak giriş debisi arttıkça, akışkana geçen ısı miktarı artış göstermesine rağmen çıkış sıcaklıkları azalmaktadır. Çıkış sıcaklıkları incelendiğinde ise trapez tipin sıcaklık değişimi dikdörtgen tipe göre % 0,4daha fazla olmuştur.



Şekil 7. Kollektörlerden Çıkan Suyun Sıcaklığı a) Dikdörtgen Profil, b) Trapez Profil

Şekil 8a ve 8b' de, kollektöre giren akışkan debisi 1 kg/s için, kollektör su çıkış sıcaklığının su giriş sıcaklığı ile değişimi verilmiştir. Dört farklı giriş sıcaklığı için Şekil 8a ve 8b incelendiğinde, çizilen eğrilerin aynı şekilde birbirine oldukça benzer davranış sergilediği yine görülmektedir. Genel olarak, su giriş sıcaklığı artışı ile çıkan suyun sıcaklığı için çizilen çizgiler benzer oranda artış göstermektedir. Ancak giriş debisindeki miktarı arttırdıkça akışkana geçen ısı miktarları diğer debilere göre daha fazla olmasına rağmen çıkış sıcaklığındaki değişim çok düşüktür. Bu nedenle çıkış sıcaklıkları incelendiğinde trapez tipin giriş ve çıkış sıcaklıkları arasındaki fark ile dikdörtgen tipin sıcaklık farkı çok düşük seviyelere gelmektedir. Genel olarak geometrilere bakacak olursak, trapez tipteki çıkış sıcaklığı dikdörtgen tipin çıkış sıcaklığına göre % 0,08fazla olmaktadır. Dikdörtgen kollektörde z koordinat eksenini boyunca Nusselt Sayısı 0 ile 40 arasında değişim göstermiş, Trapez kollektörde ise z koordinat eksenini boyunca Nusselt Sayısı 0 ile 45 arasında değişim göstermiştir.



Şekil 8. Kollektörlerden Çıkan Suyun Sıcaklığı a) Dikdörtgen Profil, b) Trapez Profil

2. Sonuç

Bu çalışma kapsamında, belirlenen iki farklı tip emici yüzey geometrisine sahip kolektörlerin sayısal hesaplar için modellemeleri yapılmış, optik analiz programı ile kolektörlerin her bir yüzeyine gelen güneş enerjisi miktarları bulunmuş ve HAD analizi yapılarak, kolektörlerin değişik kesitleri için, farklı giriş debileri ve sıcaklıkları için çıkış sıcaklıkları elde edilmiştir. Debi miktarının artırılması ile çıkış sıcaklıklarının düştüğü tespit edilmiştir. Yapılan çözümlerinde açılı yüzeye sahip trapez tip kolektörde daha fazla enerjinin yutulduğu görülmüştür. Sayısal olarak, dikdörtgen profile sahip kolektörde, 1516,54 W'lık bir yutulma ortaya çıkarken, trapez profil için bu değer 1956,64 W olmuştur. Profilin olmadığı aynı dış boyutlara sahip düz bir kolektör için söz konusu değer 1245,31 W olacağı dikkate alındığında, kolektör yüzeyinde geliştirilen profillerin, profil içersine giren güneş ışınımının yansımalarından da yutulmaların gerçekleştiği profil içi yüzeyler nedeniyle, kolektör verimini artırıcı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Referanslar

- Abdulalah, Amira & Misha, Suhaimi & Tamaldin, Noreffendy & Mohd Rosli, Mohd Afzanizam & Mohd Rosli, Zulkifli & Sachit, Fadhil. (2019). A Review: Parameters Affecting the PVT Collector Performance on the Thermal, Electrical, and Overall Efficiency of PVT System. 10.13140/RG.2.2.36034.53444.
- Abuşka M., ve Akgül M., B. (2014). “Güneş Enerjili Hava Kolektöründe Selektif Boya Kullanımının Isıl Verime Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi” M. ABUSKA et al./ ISITES2014 Karabük – TURKEY sf. 1595 – 1602
- Abuşka M. vd.(2015). “Konik Yüzey Geometrilili Güneş Enerjili Hava kolektörünün Dikey Uygulamasında Isıl Verim Analizi” ULUBTK’15 20. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 02-05 Eylül, Balıkesir.
- Amraoui, M. A., Aliane, K. “Three-dimensional Analysis of Air Flow in a Flat Plate Solar Collector”, Periodica Polytechnica Mechanical Engineering, 62(2), pp. 126-135, 2018. <https://doi.org/10.3311/PPme.11255>
- Atıcı M. (2006). “Değişik Yüzey Geometrilere Sahip Güneş Kolektörlerinde Isı Transferi ve Basınç Kayıplarının Deneysel Olarak Hesaplanması” Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı.
- Balotak H. K., Said M.H. (2017).“Dikdörtgen kanallarla Çift Amaçlı Güneş Kolektörünün Deneysel Olarak incelemesi” Journal of Thermal Engineering, Vol. 3, No. 1, pp. 1052-1059, January, ManuscriptReceived 21 January 2016, Accepted 01 July 2016, Yıldız Technical University Press, Istanbul, Turkey.
- Çengel, Y. A., &Cimbala J. M. (2006). Fluid Mechanics Fundamentals and Applications (1st. ed.). New York, McGraw-Hill.
- Kumar, Dr & Mahato, Abhijit & Behura, Arun. (2017). CFD Analysis of Solar Air Heater Having Corrugated Absorber Plate. International Journal of emerging technology and advanced engineering. 9001. 575-587.
- Medina, D. M., e tal. (2016). Finite element analysis of a solar collector plate using two plate geometries. Ingeniería e Investigación, 36(3), 95-101. DOI: 10.15446/ing.investig.v36n3.56071
- Özdemir M. B. vd.(2017). “Farklı Soğurucu Yüzey Tiplerine Sahip Düzlemsel Kolektörlerin Deneysel Analizi” Politeknik Dergisi, 20 (2) : 441-449
- Özkaya M. G. vd.(2007). “Düzlemsel Güneş Kolektörlerinde Farklı Profillerdeki Emici Plakaların Deneysel İncelenmesi” POLİTEKNİK DERGİSİ, CİLT 10, SAYI 2
- Serale, Gianluca & Goia, Francesco & Perino, Marco. (2016). Numerical model and simulation of a solar thermal collector with slurry Phase Change Material (PCM) as the heat transfer fluid. Solar Energy. 134. 429-444. 10.1016/j.solener.2016.04.030.
- Şahin T. (2010) “Düzlemsel ve Bükülmüş Kolektörlerinin Deneysel İncelemesi” Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitim Anabilim Dalı.
- ÜÇLER K., “Güneş Enerjisinin Mekan Isıtması Amacıyla Duyulur Isı Depolama Malzemelerinde ve Faz Değiştiren Maddelerde Depolanmasının İncelenmesi” Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 2019