

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TERMOSİFON ISI BORULARINDA NANO AKIŞKAN KULLANIMININ
PERFORMANSA ETKİSİNİN TERMODİNAMİK OLARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP ÇAKIN

HAZİRAN 2019

UŞAK

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜŐÜ

MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TERMOSİFON ISI BORULARINDA NANO AKIŞKAN KULLANIMININ
PERFORMANSA ETKİSİNİN TERMODİNAMİK OLARAK İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZEYNEP ÇAKIN

UŞAK 2019

Zeynep ÇAKIN tarafından hazırlanan Termosifon Isı Borularında Nano Akışkan Kullanımının Performansa Etkisinin Termodinamik Olarak İncelenmesi adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Abdullah YILDIZ

Tez Danışmanı Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Abdullah YILDIZ

Makine Mühendisliği, Uşak Üniversitesi

Doç. Dr. Canan KANDİLLİ

Makine Mühendisliği, Uşak Üniversitesi

Dr. Öğretim Üyesi Gökhan GÜRLEK

Makine Mühendisliği, Ege Üniversitesi

Tarih: 23/08/2019

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zeynep ÇAKIN



**TERMOSİFON ISI BORULARINDA NANO AKIŞKAN KULLANIMININ
PERFORMANSA ETKİSİNİN TERMODİNAMİK OLARAK İNCELENMESİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Zeynep ÇAKIN

UŞAK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Bu çalışmada, kloroform (CHCl_3) çalışma akışkanlı su ısıtma amaçlı termosifon tip ısı borusunda ağırlıkça %0,001 ilave edilen CuO nano partikül kullanımının enerji ve ekserji performansına etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. 10 lt/h, 20 lt/h ve 30 lt/h soğutma suyu debisi olmak üzere 3 farklı debi ve 200 W, 300 W, 400 W, 500 W, 800 W ve 1000 W ısıtıcı gücü olmak üzere 6 farklı ısıtıcı gücü için deneyler yapılmıştır. CuO nano partikülü, 10 lt/h soğutma suyu debisinde 800 W ısıtıcı gücü için enerji ve ekserji verimini arttırırken, 20 lt/h soğutma suyu debisinde 500 W ısıtıcı gücü için enerji verimini, 500 W, 800 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde ekserji verimi arttırmıştır. CuO nano partikülü, 30 lt/h soğutma suyu debisinde 400 W, 500 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde enerji verimini arttırırken, tüm ısıtıcı güçlerinde ekserji verimi azaltmıştır.

Bilim Kodu: 625.04.00.

Anahtar Kelimeler: Termosifon ısı borusu, çalışma akışkanı, CHCl_3 , CuO, nano partikül, enerji, ekserji, performans

Sayfa Adeti: 166

Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Abdullah YILDIZ

THE EFFECT OF NANO FLUID USE ON THE PERFORMANCE OF THERMOSIPHON HEAT PIPES EXAMINATION OF THERMODYNAMICS

(M.Sc. Thesis)

Zeynep ÇAKIN

UNIVERSITY OF UŞAK

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

HAZİRAN 2019

ABSTRACT

In this study, the effect of CuO nanoparticle added 0.001% by weight in the thermosyphon type heat pipe for chloroform (CHCl₃) working fluid water heating was investigated experimentally. Experiments for 3 different flow rates as 10 lt / h, 20 lt / h and 30 lt / h cooling water flow rate and 6 different heater power, 200 W, 300 W, 400 W, 500 W, 800 W and 1000 W heater power it is made. CuO nano particles increased energy and exergy efficiency for 800 W heater power at 10 l/h cooling water flow rate, while increasing energy efficiency for 500 W heater power at 500 W, 800 W and 1000 W heater power at 20 l/h cooling water flow rate. CuO nanoparticles increased energy efficiency at 400 W, 500 W and 1000 W heater power at 30 l/h cooling water flow, while reducing exergy efficiency at all heater powers.

Science Code: 625.04.00.

Keywords: Thermosyphon heat pipe, working fluid, CHCl₃, CuO, nanoparticle, energy, exergy, performance

Number of Page: 166

Supervisor: Doç. Dr. Abdullah YILDIZ

TEŞEKKÜR

Bu tezin seçiminde ve hazırlanmasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, bilgilerini ve deneyimlerini bizimle paylaşan, maddi manevi desteklerini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendirmemde yol gösteren danışmanım Doç. Dr. Abdullah YILDIZ hocama sonsuz teşekkür ederim.

Ve yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen, bilgilerini ve deneyimlerini bizimle paylaşan hocam Doç. Dr. Mustafa Ali ERSÖZ'e verdikleri desteklerden ötürü teşekkür ederim.

Çalışmalarımnda maddi manevi desteklerini asla eksik etmeyen sevgili aileme verdikleri desteklerden ötürü teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	x
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xix
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	2
3. ISI BORULARI.....	19
3.1. Isı Borusu Tanımı	19
3.2. Isı Borusunun Çalışma Prensibi ve Bölümleri.....	20
3.2.1. Isı Borusunun Çalışma Prensibi	20
3.2.2. Isı Borusunun Bölümleri	21
3.3. Isı Borusunun Kullanım Alanları.....	22
3.4. Isı Borularının Avantaj ve Dezavantajları	23
3.5. Isı Borusunun Çeşitleri	23
3.5. Termosifon Tipi Isı Boruları (Yerçekimi Destekli Isı Borusu)	24
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	25
4.1. Isı Borusu Tasarımı ve Deney Düzenegi	25
5. TERMODİNAMİK ANALİZ	30
5.1. Enerji Analizi	30
5.2. Ekserji Analizi	31
6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME.....	33
7 TARTIŞMA VE ÖNERİLER	121
KAYNAKLAR.....	123
EKLER	129
EK-1. 10 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	130

EK-2. 10 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	131
EK-3. 10 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	132
EK-4. 10 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	133
EK-5. 10 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	134
EK-6. 10 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	135
EK-7. 10 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	136
EK-8. 10 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	137
EK-9. 10 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	138
EK-10. 10 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	139
EK-11. 10 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	140
EK-12. 10 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	141
EK-13. 20 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	142
EK-14. 20 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	143
EK-15. 20 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	144
EK-16. 20 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	145
EK-17. 20 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	146
EK-18. 20 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	147
Zaman	147

EK-19. 20 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	148
EK-20. 20 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl_3+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	149
EK-21. 20 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	150
EK-22. 20 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl_3+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	151
EK-23. 20 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	152
EK-24. 20 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl_3+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	153
EK-25. 30 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	154
EK-26. 30 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	155
EK-27. 30 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	156
EK-28. 30 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	157
EK-29. 30 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	158
EK-30. 30 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	159
EK-31. 30 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	160
EK-32. 30 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	161
EK-33. 30 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	162
EK-34. 30 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	163
EK-35. 30 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl_3 çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler	164
EK-36. 30 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl_3+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler.....	165

ÖZGEÇMİŞ..... 166



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2. 1. Isı borularında nanopartikül kullanımı ile ilgili çalışmalar	12
Çizelge 3. 1. Isı borularında sıvının evaporatöre dönüşünde uygulanan kuvvete göre ısı borularının sınıflandırılması [21, 60]	23
Çizelge 4. 1. Kullanılan ısı borusunun özellikleri	25
Çizelge 4. 2. Deney cihazlarının teknik özellikleri	27
Çizelge 4. 3. Kloroform (CHCl ₃) teknik özellikleri	28
Çizelge 4. 4. CuO nano partikül teknik özellikleri [62]	28

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3. 1. Isı borusu [56]	19
Resim 4. 1. Isı borusu	25
Resim 4. 2. Termosifon ısı borusu deney düzeneği.....	26
Resim 4. 3. CHCl_3 ve $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ manyetik karıştırma işlemleri	29

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3. 1. Isı borusunun çalışma prensibi [31]	21
Şekil 3. 2. Isı borusunun bölümleri [21].....	21
Şekil 4. 1. Şematik deney düzeneği.....	27
Şekil 6. 1. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	34
Şekil 6. 2. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	34
Şekil 6. 3. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	35
Şekil 6. 4. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	36
Şekil 6. 5. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	37
Şekil 6. 6. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	37
Şekil 6. 7. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	38
Şekil 6. 8. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	39
Şekil 6. 9. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	40
Şekil 6. 10. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	40
Şekil 6. 11. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	41
Şekil 6. 12. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	42
Şekil 6. 13. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi.....	43

Şekil 6. 14. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	43
Şekil 6. 15. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	44
Şekil 6. 16. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	45
Şekil 6. 17. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	46
Şekil 6. 18. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	46
Şekil 6. 19. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	47
Şekil 6. 20. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	48
Şekil 6. 21. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	49
Şekil 6. 22. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	49
Şekil 6. 23. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	50
Şekil 6. 24. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	51
Şekil 6. 25. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	52
Şekil 6. 26. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	52
Şekil 6. 27. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	53
Şekil 6. 28. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	54
Şekil 6. 29. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	55
Şekil 6. 30. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	55
Şekil 6. 31. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	56

Şekil 6. 32. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	57
Şekil 6. 33. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	58
Şekil 6. 34. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	58
Şekil 6. 35. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi	59
Şekil 6. 36. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi	60
Şekil 6. 37. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	61
Şekil 6. 38. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	61
Şekil 6. 39. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	62
Şekil 6. 40. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	62
Şekil 6. 41. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	63
Şekil 6. 42. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	63
Şekil 6. 43. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	64
Şekil 6. 44. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	64
Şekil 6. 45. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	65
Şekil 6. 46. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	65
Şekil 6. 47. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	66
Şekil 6. 48. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	66
Şekil 6. 49. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	67

Şekil 6. 50. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	67
Şekil 6. 51. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	68
Şekil 6. 52. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	68
Şekil 6. 53. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	69
Şekil 6. 54. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	69
Şekil 6. 55. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	70
Şekil 6. 56. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	70
Şekil 6. 57. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	71
Şekil 6. 58. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	71
Şekil 6. 59. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	72
Şekil 6. 60. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	72
Şekil 6. 61. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	73
Şekil 6. 62. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi	73
Şekil 6. 63. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	74
Şekil 6. 64. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	74
Şekil 6. 65. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	75
Şekil 6. 66. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	75
Şekil 6. 67. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	76

Şekil 6. 68. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	76
Şekil 6. 69. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	77
Şekil 6. 70. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	77
Şekil 6. 71. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	78
Şekil 6. 72. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi.....	78
Şekil 6. 73. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	79
Şekil 6. 74. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	80
Şekil 6. 75. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	81
Şekil 6. 76. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	81
Şekil 6. 77. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	82
Şekil 6. 78. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	83
Şekil 6. 79. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	84
Şekil 6. 80. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	84
Şekil 6. 81. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	85
Şekil 6. 82. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	86
Şekil 6. 83. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	87
Şekil 6. 84. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	88
Şekil 6. 85. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi.....	89

Şekil 6. 86. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	90
Şekil 6. 87. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	91
Şekil 6. 88. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	92
Şekil 6. 89. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	93
Şekil 6. 90. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	94
Şekil 6. 91. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	95
Şekil 6. 92. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	96
Şekil 6. 93. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	97
Şekil 6. 94. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	98
Şekil 6. 95. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	99
Şekil 6. 96. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	100
Şekil 6. 97. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	101
Şekil 6. 98. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	102
Şekil 6. 99. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	103
Şekil 6. 100. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	104
Şekil 6. 101. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	105
Şekil 6. 102. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	106
Şekil 6. 103. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	107

Şekil 6. 104. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	108
Şekil 6. 105. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	109
Şekil 6. 106. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	110
Şekil 6. 107. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi	111
Şekil 6. 108. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi	112
Şekil 6. 109. 10 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri	113
Şekil 6. 110. 10 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri.....	114
Şekil 6. 111. 20 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri	115
Şekil 6. 112. 20 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri.....	116
Şekil 6. 113. 30 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri	117
Şekil 6. 114. 30 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri.....	118

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler ve Açıklamaları

A	Alan(m ²)	m	Kütle akış hızı(kg/s)
c	Öz ısı (kJ/kgK)	out	Çıkış
\dot{E}	Enerji oranı (kW)	s	Spesifik entropi (kJ/kg)
\dot{E}_x	Ekserji oranı (kW)	T	Sıcaklık (K veya °C)
elec	Elektrik	\dot{Q}	Isı transfer oranı (kW)
evap	Evaporatör	\dot{W}	Çalışma oranı veya güç (kW)
in	Giriş	w	su
h	Spesifik entalpi (kJ/kg)	η	Verim
K	Isıl iletkenlik [W/mK]	ψ	Spesifik ekserji (kJ/kg)
kond	Kondenser	0	Ölü hal noktası
lt	litre		

Kısaltmalar ve Açıklamaları

AVM	Alışveriş merkezi
COP	Performans katsayısı
THP	Termosifon tip ısı borusu
CNT	Karbon nano tüp

1. GİRİŞ

Makina elemanlarının soğutulması, uzay araçlarının sıcaklık kontrolü, jeotermal enerjinin kullanılması, atık ısının geri kazanılması gibi birçok durumda ısının taşınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak ısının bir yerden başka bir yere taşınmasında asıl amaç en az güçle en yüksek verimlilikle ısıyı taşımaktır. Isıyı taşımak için kullanılan birçok sistem mevcuttur. Isı boruları da ısıyı taşımak için kullanılan enerji sistemlerinden birisidir.

Isı borusu, ısıyı; düşük basınçta bir akışkan içeren metal bir boruyla, bir noktadan diğer bir noktaya sıcaklık farkıyla taşıyan ısı transfer aracıdır. Isı borularının çok yüksek sıcaklıktaki bir ısıyı çok küçük bir kesit alanından başka bir yere taşınması ve bu işlemi yaparken ekstra bir güce ihtiyaç duymaması ısı borularının en önemli avantajlarından birisidir. Ayrıca sessiz çalışmaları konfor açısından, konstrüksiyonel olarak kolay olması maliyet açısından, hareketli parçalarının olmaması arıza riskini azaltması her sıcaklık ve ortam için ısı borusu tasarlanabilmesi, ısı akışı için çok az bir sıcaklık farkının yeterli olması gibi birçok üstün özellikleri daha vardır.

Termosifon tip ısı borusunun verimini artırmanın en iyi yöntemlerden birisi de nano partikül kullanımınıdır. Bu çalışmanın amacı; termosifon tip ısı borularında nano partikül kullanımının enerji ve ekserji performansına etkisini deneysel olarak incelemektir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

İlk ısı borusu, 1944 yılında Gaugler tarafından yapılmıştır. Ne yazık ki bu tarihlerde ısı değişimi için çok farklı cihazlar olduğu için buluşa yeterli ilgi gösterilmemiştir ve uzun zaman unutulmuştur [1, 2]. Trefethen 1962 'de uzay araçlarında kullanılabilecek bir ısı değiştiricisi fikrini ortaya koymuştur. Bu cihaz iç tarafında gözenekli fitil bulunan boş bir borudan oluşmaktadır. Fakat bu yıllarda bu fikri gerçekleştirmek için hiçbir deney yapılmamıştır [1, 3]. 1964 yılında Grover vd. bundan önce yapılan çalışmalardan habersiz olarak, Gaugler'in cihazına benzer ısı değiştiriciyi keşfetmişler ve adını ısı borusu (heat pipe) koymuşlardır. Grover vd. amacı, uzay araçlarında enerji üretimi ve geçişi alanında çalışmaktı, fakat ısı borusunun, diğer alanlarda daha büyük bir kullanma potansiyeli olduğunu fark etmişlerdir [1, 4]. 1964 yılından sonra ısı borusu performansı üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Isı borularında performansı etkileyen bir etken olan ısı borusundaki ısı direnci; ısı borusu içerisinde faz değişimi esnasında katı-sıvı ara yüzündeki buhar kabarcıklarının yapısıdır. Büyük boyuttaki kabarcık çekirdeği, katı yüzeyden sıvıya olan ısı transferini engelleyerek ısı direnci sebep olmaktadır [1, 5]. Su, motor yağı ve etilen glikol (antifriz) gibi akışkanlar ısı değiştiricilerde en yaygın kullanılan ısı transferi akışkanlarıdır. Bu geleneksel akışkanların ısı transferi performanslarının düşük olması iyileşme veriminin az olmasına neden olmakta ve ayrıca ısı değiştiricinin küçük boyutlarda ve az yer kaplayan geometride olmasını sınırlamaktadır. 1990'lardan beri, araştırmacılar ısı transferi alanına nano-malzeme teknolojisini uygulamaya başlamışlar ve ısı transferi iyileştirme üzerinde çok anlamlı sonuçlar elde etmişlerdir. Temel akışkan içerisindeki nano partiküller kabarcık oluşumu esnasında buhar kabarcıkları üzerine etki ederek çok daha küçük çekirdekleşmenin oluşmasını sağlamaktadır. Bu durum ısı borusu içerisinde katı yüzeylerden sıvıya ısı geçişini kolaylaştırarak, ısı borularının ısı direncilerinin düşmesine sebep olmaktadır. Ancak temel akışkanın içerisinde karıştırılacak metalik malzemelerin boyutları bu işlem üzerinde son derece önemli bir etkiye sahiptir. Isıl direncin azaltılabilmesi için karışımlarda kullanılacak

metalik malzemelerin 100nm'den daha küçük parçacık boyutunda olması gerekmektedir [6, 7]. Literatürde, ısı borularının içerisinde kullanılan farklı çalışma akışkanlarına farklı metal ve metal oksitleri içeren nano partiküller ilave edilmesi ile enerji performansını incelemeye yönelik birçok çalışma mevcuttur. Chien vd. disk şeklindeki düz plakalı minyatür oluklu ısı borusunda nano akışkan uygulaması üzerine deneysel bir çalışma yapmışlardır. Boru içerisinde kullanılan saf sulu sistem ile saf su içerisine atılan altın ve karbon nano partiküllerinin ısı borusu ısı dirençleri üzerine etkisini karşılaştırmışlardır. Saf su ile saf su nano partikül karışımını akışkanların dinamik viskozitelerinin birbirine yakın olduğunu ve nano sıvılar kullanılarak ısı borusu ısı direnci, farklı dolum oranlarda saf su kullanımına göre daha az olduğunu gözlemlemişlerdir. Nano akışkanların kullanımı ile ısı direncinde ortalama %40 azalma sağladığını ortaya koymuşlardır [8]. Wei vd. silindirik mikro oluklu ısı borusunda akışkan olarak saf su ve saf su içerisine ilave edilen 10 nm boyutundaki gümüş nano partikül-saf su karışımının ısı direnç değerlerini karşılaştırmışlardır. Nanoakışkan kullanan ısı borusunun ısı direnci, saf su kullanılan ısı borusuyla karşılaştırıldığında %28-44 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir [9]. Kang vd. saf su ve saf su içerisine ilave edilen gümüş nano partikül ile elde edilen saf su-gümüş nanoakışkanlı sistemin ısı dirençlerini deneysel olarak karşılaştırmışlardır. Gümüş nano parçacık boyutları sırasıyla 10nm ve 35nm dir. Deneysel sonuçlar göstermiştir ki toplam ısı direnci nano parçacık konsantrasyonu ve nano parçacık boyutunun artması ile azalmıştır. Saf su kullanılan ısı borusuyla nano sıvılar kullanarak ısı borusu karşılaştırıldığında ısı direnci; 10nm nano partiküller için %50 ve 35nm için %80 oranında azalma olduğunu tespit etmişlerdir [10]. Xue vd. kapalı iki fazlı termosifonda karbon nano tüp (CNT) kullanımının ısı performansını üzerine etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Sonuçlarda, temel sıvıya CNT ekleyerek ısı borusunun termal performansının negatif yönde etkilendiğini tespit etmişlerdir [11]. Shang vd. farklı dolum oranları altında akışkan olarak Cu-su nano sıvısı ile bir kapalı devre titreşimli ısı borusunun ısı performansını incelemişlerdir. Akışkan olarak damıtılmış su ile nano akışkanın karşılaştırılması sonucunda; ısı borusunun Cu-su nano akışkanların kullanımının ısı transfer kapasitesini %83 arttırdığını tespit etmişlerdir [12]. Liu vd. minyatür kapalı iki fazlı termosifonda CuO nano sıvılar kullanılmasının termal performansa etkisini incelemişlerdir. Test tüpü çapı, buharlaştırma bölgesi, adyabatik bölge ve yoğunlaşma bölgesi uzunluğu sırasıyla 8mm, 100mm, 100mm ve 150 mm'dir. Deneylerde, 7.45 kPa, 12.38 kPa ve 19.97 kPa üç çalışma basıncında gerçekleştirilmiş ve karşılık gelen

doygunluk çalışma sıcaklığı, sırasıyla, 40°C, 50°C ve 60°'dir. Deneysel sonuçlar, ısı borusunun nano parçacık ilavesiyle ısı transferi ve kritik ısı akısının da arttırılabileceğini göstermiştir. Çalışma sıcaklığının ısı aktarımını önemli ölçülerde etkilediğini tespit etmişlerdir. Isı aktarımı nano akışkanların kullanılmasıyla, sıcaklığının azalmasına rağmen, artmıştır. Isı borusunda CuO nano sıvılar kullanıldığında, ısı transfer katsayısında %160 artış ve %1 optimal nano parçacık derişimi uygulandığında kritik ısı akısı %120 artmıştır. Isıl direnci çalışma sıvı olarak su yerine nano akışkan kullanıldığında yaklaşık %30-90 azaltılabildiğini tespit etmişlerdir. [1, 13, 14]. Liu ve Lu, çalışma akışkanı olarak su bazlı karbon nano tüp kullanan aksenel mikrotip ısı borusunun ısı transfer performansını deneysel olarak araştırmıştır. Deneysel, 7.45 kPa, 12.38 kPa ve 19.97 kPa üç çalışma basıncında gerçekleştirilmiş ve karbon nano tüp kütle derişimi ve basıncının buharlaştırıcı ve yoğunlaştırıcı ısı transfer katsayısı, maksimum ısı akısı ve ısı borusu toplam direncine etkilerini araştırmıştır. Karbon nano tüpün ısı borusu ısı performansını iyileştirdiğini ve optimum kütle derişimin %2 olarak belirlemişlerdir. İşletme basıncının ısı performansını önemli derecede etkilediğini, ısı akısının çok az etkilediğini saptamışlardır. 7.45 kPa basınç altında, buharlaştırıcı ısı transfer katsayısı ve maksimum ısı akısının su ile karşılaştırıldığında sırasıyla %80 ve %25 iyileştirdiğini ortaya koymuşlardır [15]. Yang vd. çalışma sıvısı olarak CuO nano-akışkanı kullanarak yatay bir mikro oluklu ısı borusunun ısı transfer performansını deneysel olarak araştırmıştır. CuO nano-akışkanı, CuO nano parçacıkları ve iyonsuzlaştırılmış sudan oluşan üniform bir karışımdır. CuO nanoparçacıklarının ortalama çapı 50 nm, kütle derişimi, ağırlık olarak %0,5 ile % 2.0 arasında değişmektedir. Deneysel 7.45 kPa, 12.38 kPa ve 19.97 kPa olan üç sabit çalışma basıncında gerçekleştirilmiştir. CuO nanoparçacıklarının kütle konsantrasyonunun ve çalışma basıncının hem evaporatörün hem de kondenser bölümlerinin ısı transfer katsayısı, kritik ısı akısı ve ısı borusunun toplam ısı direnci üzerindeki etkileri incelenmiştir. Deneysel sonuçlar, CuO nano-akışkanının, ısı borusunun ısıl performansını iyileştirebileceğini ve maksimum ısı transferi geliştirmesini sağlamak için optimal kütle konsantrasyonunun ağırlıkça % 1 olduğunu göstermiştir. Çalışma basıncının hem ısı transfer katsayıları hem de nano-akışkanların kritik ısı akısı üzerinde belirgin etkilerinin olduğunu, 7.45 kPa işletme basıncı altında, evaporatörün ısı transfer katsayısının ortalama olarak % 46 ve kritik ısı akısının, su için CuO nano-akışkanları kullanıldığı zaman maksimum % 30 arttığını saptamışlardır [16]. Liu ve Shu, CuO-su nano akışkan karışımı kullanarak silindirik örgü

fitil bir ısı borusunun ısı transfer özelliklerini incelemişlerdir. %1 optimal derişimi ve çeşitli çalışma sıcaklığı altında, buharlaşma ve yoğunlaşma ısı transferi incelenmiş olup maksimum ısı akısının daha düşük çalışma sıcaklıklarında elde edildiğini tespit etmişlerdir. Isı borusunun ısı direnci, nano akışkan kullanımında saf su kullanımına göre çok daha az olduğunu belirlemişlerdir [17]. Chen vd., farklı güçlerde (20, 40 W) 35nm boyutlarında gümüş nano parçacıklar ile su bazlı gümüş nano akışkanlar kullanarak düz örgü fitil ısı borusunun performansını incelemişlerdir. Nano sıvılar kullanarak ısı borusunun ısı direnci saf su kullanılan ısı borusu ile karşılaştırıldığında azalma gözlemlenmiştir [18]. Khandekar vd. su ve su bazlı Al_2O_3 ve CuO içeren nano sıvılar kullanarak kapalı iki fazlı termosifonun ısı performansını incelemişlerdir. Deney sonuçlarına göre, nano akışkanın kullanımının su kullanımına göre termal performansına etkisi negatif olduğunu gözlemlenmiştir [19]. Naphon vd. titanyum-etanol nanoakışkanlar ve titanyum-su nanoakışkanlar kullanarak kapalı iki fazlı termosifonlar arasında ısı transferi performansını incelemişlerdir. Isı borusu, dış çapı ve uzunluğu 15, 600 mm olan düz bakır borudan imal etmişlerdir. Alkol ve nano partikül karışımlarının bir ultrasonik homojenleştirici kullanılarak hazırlandığı 21nm çapındaki titanyum nano partiküller kullanmışlardır. Çalışma sıvısı şarj miktarının, ısı borusu eğim açısının ve nano partiküllerin hacim konsantrasyonlarının, ısı borusunun ısı verimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Buharlaşma ısı aktarım katsayısının nanoakışkan kullanımında etanol kullanımına göre karşılaştırıldığında %10,6 arttığını tespit etmişlerdir [20]. Şimşak yaptığı çalışmada iki fazlı yerçekimi destekli ısı borusunun ısı performansı deneysel olarak incelemiştir. Isı borusu olarak bakır boru ve çalışma akışkanı olarak da saf su, ispiro (etanol) ve antifriz kullanmıştır. Isı borusunun evaporatör bölgesine elektrikli ısıtıcı ile verilen ısı enerjisi, kondenser bölgesinden soğutma suyu ile çekilmiştir. Farklı ısı güçlerinde, farklı eğim açıları ve farklı soğutma suyu debilerinde, ısı borusu yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ve soğutma suyu sıcaklık farkı deneysel olarak gözlemlenmiştir. Deneyleri, 10, 20, 30 ve 40 lt/h su debilerinde, 30°, 60° ve 90° eğim açıları ve 200, 400, 600 ve 800 W ısı yüklerinde yapmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, ısı borusu ısı performansı açısından 90° eğim açısının ve çalışma akışkanı olarak da yüksek sıcaklıklarda ispiro ve antifrizin, düşük sıcaklıklarda ise suyun daha uygun çalışma akışkanı olduğunu tespit etmiştir [21]. Noie vd. Al_2O_3 -su nano akışkanının ısı borusunda ısı performansına etkisini incelemişlerdir. Deneysel sonuçlarda, farklı girdi güçleri için, saf su yerine Al_2O_3 -su nano akışkanı kullanıldığında ısı borusunun veriminin %14,7 arttığını

gözlemlemişlerdir. %3 Al_2O_3 -Su karışımli nano akışkanın ısı borusunda saf su ve diğeri karışım oranlarına göre daha iyi performans verdiğini tespit etmişlerdir [22]. Yıldırım, yaptığı çalışmada fitilli ve fitilsiz yerçekimi destekli ısı borularının farklı iş akışkanları ve çalışma şartlarındaki performanslarını deneysel olarak incelemiştir. Çalışmada iki farklı ısı borusu kullanmıştır. Fitilli ve fitilsiz olarak hazırlanan bu iki ısı borusunda iş akışkanı olarak metanol, etanol ve su kullanmıştır. Deneylerde ısı borusu iç sıcaklığı 50 °C, 70 °C ve 90 °C olacak şekilde ve ısı borularının 30°, 60° ve 90° eğim açılarında çalışmıştır. Yerçekimi destekli ısı borularında bu çalışmada kullanılan fitil yapısı ile fitilin ısı transferini azaltıcı bir etkisi olduğunu gözlemlemiştir [23]. Huminic vd kapalı iki fazlı bir termosifonun ısı performansını incelemiştir. Çalışma sıvısına nano partikül olarak demir oksit ekleyerek deiyonik su (iyonsuzlaştırılmış su) ile karşılaştırmışlardır. Farklı eğim açıları ve farklı çalışma sıcaklıklarında iki konsantrasyonda (%2 ve 5.3 hacim%) inceleme yapmışlardır. 30° eğim açısında %2 ve %5,3 hacim nano partikül kullanımında ısı transfer oranı sırasıyla %25,5 ve %29 arttığını tespit etmişlerdir. 45° eğim açısında aynı hacim nano partiküller kullanılmış ve ısı transfer oranlarının sırasıyla %19 ve %22,2 olarak arttığını belirlemişlerdir. Sonuç olarak ısı transferinde iyileşmenin nano partikül konsantrasyonuna ve eğim açısına bağlı olduğunu gözlemlemiştir [24]. Huminic ve Huminic bu çalışmada termosifon ısı borusunun su ve nano akışkanların çalışma sıvısı olarak ısı transferini araştırmak için üç boyutlu bir analiz kullanılmışlardır. Çalışma, nano-akışkanlar kullanılarak termosifon ısı borusunun ısı transfer performansı üzerindeki çalışma hacminin ve nano partiküllerin hacim konsantrasyonlarının etkilerini değerlendirmişlerdir. Analizi, su ve Fe_2O_3 nano partikülleri, üç hacimdeki nano partikül konsantrasyonları (% hacim, %2 hacim ve %5,3 hacim) ve dört çalışma sıcaklığı (60, 70, 80 ve 90°C) için yapmışlardır. Sayısal sonuçlar, nano partiküllerin hacim konsantrasyonunun, evaporatör ve kondenser arasındaki sıcaklık farkını azaltmada önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Deneysel ve nümerik sonuçlar nano akışkanın kullanılan termosifon ısı borusunun su kullanılan termosifon ısı borusundan daha iyi ısı transfer özelliklerine sahip olduğunu tespit etmişlerdir [25]. Balcıoğlu 2014 yaptığı çalışmada, termosifon tipi ısı borusunda çalışma akışkanı olarak kullanılan su yerine içerisine alümina (Al_2O_3) metal oksit nano partiküller ilave edilerek elde edilen nano akışkanı kullanarak ısı borusunun performansının artırılmasını amaçlamıştır. Bu amaç için boyutları 14 nm olan alüminalar ağırlıkça %2 oranında saf suya ilave edilmiş ve % 0,2 oranında TRITON X-110 yüzey aktifleştirici ile birlikte ultrasonik banyoda

yaklaşık 3 saat kadar karıştırılmıştır. Elde edilen nano akışkanı, ısı borusunda hacimce 1/3 oranında çalışma akışkanı olarak kullanmış ve ısı performans deneyleri yapmıştır. Isı borusu uzunluğu 1m, dış çapı 15mm olup 40cm²lik evaporatör bölgesi elektrikli rezistans ile sarmıştır. 20cm adyabatik bölge izolasyonlu ve 40cm kondenser bölgesi ise dış boruyla çevrelenerek soğutucu akışkan su tarafından ısınıp bırakılmaktadır. Deneyleri farklı elektrik güçlerinde ve farklı kondenser soğutma suyu debilerinde ve farklı ısı borusu açılarında yapmıştır. Isı borusu etrafına yerleştirilen 10 adet ve kondenser soğutma suyu giriş-çıkışına 2 adet olmak üzere toplam 12 adet K tipi ısı çifti ile ölçülen sıcaklıklar bilgisayara aktarılmak suretiyle yapılmıştır. Sonuç olarak, nano akışkanla yapılan deneyler suyla yapılan deneylere göre ısı performansında yaklaşık %5'lik bir iyileşmenin olduğu tespit etmiştir [1]. Sarafraz ve Hormozi bu çalışmada, Al₂O₃-su / etilen glikol, (su-EG) ve Al₂O₃-su / di etilen glikol, (su-DEG) nanoakışkanlar ile yüklü bir termosifon ısı borusunun termal performansı ve termal verimliliğini araştırmak için deneysel bir çalışma yapmışlardır. Isı borusu yüksek kaliteli düz bakır borudan (12 mm dış çap ve 220 mm uzunluğunda) üretilmiştir. Ortalama boyutu 42-48 nm olan alümina küresel nano partiküller, sabit bir sıcaklıkta pH kontrolü yanında bir ultrasonik homojenizatör, manyetik karıştırıcı ve farklı parçacık konsantrasyonlarında su-EG ve su-DEG baz sıvılarında iyi dağıtılmış ve stabilize etmişlerdir. Buharlaştırıcı bölümüne uygulanan ısı akışı, çalışma akışkanının şarj oranı, ısı borusunun eğim açısı, nano parçacıkların hacimsel konsantrasyonu gibi farklı çalışma parametrelerinin ısı borusunun ısı performansına etkisini deneysel olarak araştırmışlar ve kısaca tartışmışlardır. Sonuç olarak, nano partikül hacimsel konsantrasyonunun artırılmasıyla kondenser ve evaporatör arasındaki sıcaklık farkında azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. En iyi sonucu %5 hacim Al₂O₃-su / etilen glikolde %22,63 olarak tespit etmişlerdir. Nano akışkanların olası çalışma sıvısı olarak kullanıldığında ve ısı borusunun ısı verimliliğinin artırılmasında büyük etki sağladığını ortaya koymuşlardır [26]. Heris vd elektriksiz alanın iki fazlı kapalı termosifonun termal performans üzerindeki etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışma akışkanları olarak iki farklı su bazlı nano akışkan, Al₂O₃ ve CuO nano partiküllerini saf suya ekleyerek hazırlamışlardır. Termosifonun termal performansı ve Nusselt sayısının, artan elektrik alan şiddeti ve nano akışkan konsantrasyon ile arttığını belirlemişlerdir. Al₂O₃-su nano akışkanlı termosifonun termal performansının CuO-su nano akışkanlı sistemin performansından daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir. Isıl performansında nano partikül etkisinin elektrik alanına göre daha etkili olduğunu ortaya koymuşlardır [27]. Sarafraz ve Hormozi biyolojik olarak üretilen

çevre dostu bir çalışma sıvısı ile yüklenen fitilsiz bir termosifon ısı borusunun termal performansını deneysel olarak incelemiştir. Biyolojik olarak yüksek kaliteli nano parçacık üretmek ucuz maliyetli bir yöntemdir. Bu nedenle, bu çalışmada yeşil sentez kullanılarak, gümüş nano partikülleri sulu gümüş nitrattan ve taze çay yaprağı ekstraktından üretmişlerdir. Ag nano parçacıklarının oluşumu, yaprak özüne gümüş nitrat eklenmesiyle rengin renksizden koyu kahverengiye değiştiğini görmüşlerdir. Isı borusunun, iç ve dış çapları sırasıyla 10,7 ve 12 mm ve toplam uzunluğu 280 mm olan düz bakır borudan oluşmaktadır. Sonuçlar, nano partiküllerin kullanılmasının sıcaklık dağılımında azalmaya yol açtığını ve ısı borusunun termal performansını arttırdığını göstermiştir [28]. Menlik vd. bu çalışmada, MgO-su nano akışkanının, iki fazlı kapalı termosifon ısı borusunun çeşitli çalışma durumlarındaki ısıl performansını deneysel olarak nasıl etkilediği araştırmışlardır. Deneysel düzeneğinde 13 mm iç çapa, 2 mm duvar kalınlığına ve 1 m uzunluğa sahip düz bakır boru kullanılmıştır. Üç farklı ısıtma gücü seviyesi (200 W, 300 W ve 400 W), soğutucunun soğutulması için kondenserde kullanılan üç farklı akış soğutma suyu (5, 7.5 ve 10 g / s) ile deneylerde kullanılmıştır. Su yerine sisteme nano akışkan yüklendiğinde, çalışmada kullanılan ısı borusunun performansında, 200 W ısıtma gücünde %26'lık bir iyileştirme seviyesi gözlenmiştir. İyileştirme oranı değişen ısıya göre değişmektedir [29]. Ersöz ve Yıldız termosifon ısı borularında termo ekonomik analizi araştırmışlardır. Hava ısıtma amaçlı kullanılan termosifon ısı borularında metanol, petrol eteri ve damıtılmış su gibi akışkanların hangisinin daha verimli olduğunu araştırmışlardır. Farklı hava hızları altında, termosifon ısı borularının enerji ve ekserji verimleri, deneysel olarak termo-ekonomik açıdan belirlemişler ve karşılaştırmışlardır. En yüksek enerji ve ekserji performansını metanol için hesaplarken, en düşük enerji ve ekserji performansı petrol eteri için hesaplamışlardır. Ancak, termo-ekonomik sonuçlarda, bu çalışmada damıtılmış suyun metanol ve petrol eterden daha uygun maliyetli olduğunu tespit etmişlerdir [30]. Mert, yaptığı çalışmada, yer çekimi destekli bir ısı borusu (termosifon) tasarlayarak imal etmiş ve performansı deneysel olarak incelemiştir. Isı borusunda çalışma akışkanı olarak saf su ve ağırlıkça %1 ve %2 kütleli konsantrasyonlarında CuO nano parçacıklarının saf suya karıştırılması ile oluşturulan CuO-su nanoakışkanı kullanmıştır. Deneyler saf su ve CuO-su nanoakışkanı için 200, 400, 600 ve 800 W ısı yüklerinde, 18, 27, 36, 45 ve 54 l/h soğutma suyu debilerinde ve ısı borusunun 90° eğim açısında gerçekleştirmiştir. Deneylerde ısı borusu yüzey sıcaklıkları, soğutma suyu giriş çıkış sıcaklıkları, soğutma suyu debisi ölçerek

kaydetmiştir. Deneysel ölçümler sonucu elde edilen veriler kullanılarak ısı borusu performansını belirlemiştir. Hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlara göre ısı borusunda saf su yerine nanoakışkan kullanımı ısı borusu performansını arttırdığını tespit etmiştir. Bu artış miktarının yaklaşık olarak %1 CuO/su ve %2 CuO/su nano akışkanları için sırasıyla %10,4 ve %18,5 olarak hesaplamıştır [31]. Kamyar vd. kapalı iki fazlı bir termosifonda nano akışkan kullanımının termal performansa etkisini incelemiştir. Nano partikül olarak Al_2O_3 ve $TiSiO_4$ sırasıyla hacimce (% 0,01, % 0,02, % 0,05 ve %0,075 hacim) kullanmışlardır. Sonuç olarak %0,05 hacim Al_2O_3 kullanımında termal dirençlerin %65 azaldığını, $TiSiO_4$ %0,075 hacim kullanıldığı zaman termal dirençlerin %57 oranında azaldığını tespit etmişlerdir [32]. Buschmann ve Franzke bu çalışmada nano akışkanları termosifonlar için kullanılabilir hale getirmeyi amaçlamışlardır. Dikey bir termosifon kullanmışlardır. Deneyleri deiyonize su, su bazlı TiO_2 ve çalışma akışkanı olarak farklı hacimlerde altın nano partikülleri kullanarak yapmışlardır. % 0,2 ve % 0,3 hacim nano partikül kullanımında termal direncin %24 azaldığını gözlemlemişlerdir [33]. Grab vd. TiO_2 ve Ag nano partikülleri kullanarak bir termosifonun termal performansını incelemiştir. Sonuç olarak sadece su ile yapılan çalışma nano partikül eklenerek yapılan çalışmaya kıyasla %20 daha düşük bir termal direnç oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Belirli koşullar altında nano akışkanlar kullanılarak yapılan deneylerde düşük direnç oluşumu evaporatör yüzeyinde nano partikül birikimi ile sağlandığını tespit etmişlerdir [34]. Amiri vd. GNP-COOH (grafen nano partikül-karboksil)-su nano akışkanlarını kullanarak bir termosifonun termal performansını incelemiştir. Grafenin nano trombositlerini, baz sıvısı olarak suya ekleyerek termosifonda kullanmışlardır. Yapılan gözlemler sonucunda termosifonun termal performansının önemli ölçüde arttığını belirlemişlerdir [35]. Heris vd. bu çalışmada kapalı iki fazlı bir termosifonda oksitlenmiş karbon nanotüpler (CNT) /su nano akışkanlarının termal performansa etkisini incelemiştir. Sonuçlarda, nano akışkanlarda COOH (karboksilik asit) gruplarının sayısı arttıkça, termosifonun ısıl veriminde de artış olduğunu tespit etmişlerdir [36]. Hoseinzadeh vd. bu çalışmada nano akışkan kullanımının termosifon verimine etkisini incelemek için deneysel bir düzenek kurmuşlardır. Nano akışkan olarak % 0,5, % 1, % 1,5, % 2 hacim silisyum karbür (SiC-su) ve % 1, % 2, % 3 hacim alüminyum oksit Al_2O_3 -su kullanmışlardır. Sonuçlarda SiC-su ve Al_2O_3 -su nano akışkanlarının ikisinde de termosifon termal performansında artış gözlemlemişlerdir. Hacimce %2 SiC kullanıldığında termosifon saf suya göre 1.11 daha yüksek termal

performans gösterdiğini belirlemişlerdir. SiC-su için %2 hacim ve Al₂O₃-su için % 3 hacim verimlilikte %10 artış olduğunu tespit etmişlerdir. En yüksek verimliliği ise 300 W gücünde %3 Al₂O₃ / su nano akışkanı kullanıldığında gözlemlemişlerdir [37]. Alagappan vd. iki fazlı kapalı bir termosifonda nano akışkan kullanımının ısı transferine etkisini incelemişlerdir. Baz sıvısı olarak suya yüzey aktif madde etilen glikol kullanan akışkana% 0,1 hacimsel olarak Seryum Oksit (CeO₂) ilavesi ile oluşturulan nano akışkanı kullanmışlardır. Sonuç olarak ısı transfer oranını %17 oranında arttırdığını gözlemlemişlerdir [38]. Asirvatham vd. bu çalışmada bir termosifonda 3 farklı hacimde grafen-aseton nano akışkanı kullanmışlardır. Ve termosifonun termal performansını incelemişlerdir. % 0,05, % 0,07, % 0,09 grafen-aseton 3 hacimde ve ısı yükünü 10 ile 50 arasında değiştirmişlerdir. En iyi sonucu grafen-aseton nano akışkanının %0,09 hacimde %70,3 lük bir termal dirençte azalma olduğunu gözlemlemişlerdir [39]. Heris vd. bu çalışmada iki fazlı kapalı tip bir termosifonda elektrik alan uygulamasının termal performansa olan etkisini deneysel olarak incelemişlerdir. Çalışma sıvısı olarak CuO-su nano akışkanını kullanmışlardır. Sisteme 5 ile 20 KV arasında elektrik alan uygulamışlar ve güç olarak 60 ile 120 W arasında değiştirmişlerdir. Sonuç olarak elektrik alan uygulanan ve nano akışkan kullanılan termosifonun verimi diğerine göre %30 a kadar arttığını gözlemlemişlerdir [40]. Shanbedi vd. bu çalışmada karbon nano tüplere (MWCNT) ve suya dayanan nano akışkanların termal ve termodinamik özelliklerini karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. MWCNT-su ve MWCNT-Ag/su nano akışkanlarının ısı performansını iki fazlı kapalı bir termosifonda incelemişlerdir. En iyi sonucu %1 hacim MWCNT-Ag / su kullanılması ile ısı veriminde %20 artış sağladığını gözlemlemişlerdir. Nano akışkanların hacmi arttıkça termal performansında arttığını tespit etmişlerdir [41]. Paramatthanuwat vd. bu çalışmada Ag nano partiküllerini kullanarak termosifonda termal performansı incelemişlerdir. Termosifonun çalışma sıcaklıkları sırasıyla 40,50,60 °C olarak belirlemişlerdir. En iyi termal performansı 750,81 W da saf su ile Ag/su karşılaştırıldığında Ag/su'nun saf suya göre %70 daha iyi termal performans gösterdiği gözlemlemişlerdir. Ancak Ag/su için en iyi performans %5 hacimde 1,43 daha yüksek ısı transfer hızını elde etmişlerdir [42]. Shanbedi vd. bu çalışmada etilendiamin (EDA)-su nano akışkanını kullanarak fonksiyonel hale getirilmiş bir termosifonun termal performansını incelemişlerdir. Sonuçlar 30W güç olduğunda nano akışkan hacmi %1 kullanıldığı zaman termal performansın maksimum olduğunu gözlemlemişlerdir. Sonuç olarak, giriş gücü arttırıldığında termal direncin azaldığını gözlemlemişlerdir [43]. Li vd. bu çalışmadaiki fazlı

termosifonun termal performansını iyileştirmeyi amaçlamak için yeni üç fazlı kapalı bir termosifon (THPCT) oluşturmak için iki fazlı termosifona (TPCT) eklenen bir tür inert gaz bulundurarak bir deney düzeneği tasarlamışlardır. Nano akışkan olarak SiC kullanılmıştır. Nano akışkan kullanılan TPCT'nin termal performansında önemli ölçüde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Saf su ile nano akışkanlı termosifon karşılaştırıldığında buharlaşma taşınımı ısı transfer katsayısında %6 artış meydana geldiğini tespit etmişlerdir [44]. Qu ve Wu, yaptıkları bu çalışmada SiO₂-su ve Al₂O₃-su nano akışkanlı ısı borularının termal performansı deneysel olarak karşılaştırmasını yapmışlardır. Hem ortalama evaporatör duvar sıcaklığı hem de farklı nano parçacık kütle konsantrasyonlarındaki (silika nano fluidler için ağırlıkça %0,5 ve alümina nano fluidler için ağırlıkça %0,2) genel ısı direnci ve hacimsel %5 doluluk oranında test etmiş ve karşılaştırmışlardır. Deneysel sonuçlarda, farklı nano akışkanların farklı ısı performans göstergelerine neden olduğunu gözlemlemişlerdir. Deneysel aralıkta, saf su yerine alümina nano akışkanın kullanılması ısı transferini arttırdığını, saf su yerine silika nano fluid kullanıldığında ise ısı performansın bozulduğunu gözlemlemişlerdir [45].

Çizelge 2. 1. Isı borularında nanopartikül kullanımı ile ilgili çalışmalar

Yazar, Yıl	Isı Borusu Tipi	Çalışma Akışkanı	Enerji Analizi	Ekserji Analizi	Sonuçlar
Chien vd. (2003) [8]	Disk şeklinde minyatür mikro oluklu ısı borusu	Au/su (17nm, %0,01) Karbon/su (68nm)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı borusunun ısıl direncinde %40 azalma sağlanmıştır.
Tsai vd. (2004) [46]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	Au/su (21nm)	✓	-	Nanoakışkan kullanımı ısıl direnci azaltmıştır.
Peng vd. (2004) [1]	Kapalı, silindirik, iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Al/su (30 nm, %7,8)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısıl performansı arttırmıştır.
Wei vd. (2005) [9]	Silindirik minyatür mikro oluklu ısı borusu	Ag/su (17nm, %0,01)	✓	-	Nano akışkan kullanılan ısı borusunun ısıl direncinde kullanılmayana göre %28-44 oranında azalma sağlanmıştır.
Kang vd. (2006) [10]	Silindirik minyatür mikro oluklu ısı borusu	Ag/su (10nm ve 35nm, %0,01)	✓	-	10nm Ag için ısıl direnç %50 azalmıştır. 35nm Ag için ısıl direnç %80 azalmıştır.
Xue vd. (2006) [11]	Kapalı silindirik iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Karbonnanotüp (CNT) (15nm, %2,2)	✓	-	Karbon nano tüp eklenen ısı borunun ısıl performansı negatif etkilenmiştir. Karbon nanotüp ile katı-sıvı-buhar-ara yüz özelliklerinin değişmesi, kaynama mekanizmasını değiştirmiş ve böylece kaynama ısı transferini bozmuştur.
Ma vd. (2006) [47]	Kapalı titreşimli ısı borusu	Elmas/su (20 ve 40 nm, %2,2)	✓	-	Isı borusu nano-sıvı ile şarj edildiğinde, ısı taşıma kapasitesinin önemli ölçüde arttığını görülmüştür. Örneğin, 80.0W giriş gücünde, elmas nanoakışkan buharlaştırıcı ve kondansatör arasındaki sıcaklık farkını 40,9 ila 24,3 ° C arasında azaltmıştır.
Riehl (2006) [1]	Sinterlenmiş metal fitilli ısı borusu	Ni/su (40 nm, %3,5)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısıl performansı negatif yönde etkilemiştir.
Shang vd. (2007) [12]	Kapalı devre titreşimli ısı borusu	Cu/O (25nm, %0,45)	✓	-	Cu-su nano akışkanının kullanımı %83 daha fazla ısı transfer kapasitesini arttırdığı ortaya koyulmuştur.

Liu vd. (2007) [13]	Silindirik kapalı iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Cu/O (30nm, %1)	✓	-	Isı transfer performansının su-CuO nano akışkanları kullanılarak arttığı gözlemlenmiştir. Isı transfer katsayısı %160 artmıştır.
Park ve Ma (2007) [1]	Kapalı titreşimli ısı borusu	CuNi/su (40-150 nm, %8,8)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır.
Liu vd. (2007) [1]	Düz plakalı termosifon tip ısı borusu	CuO/su (15-50 nm, %1)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır.
Yang vd. (2008) [16]	Minyatür mikro oluklu silindirik ısı borusu	CuO/Su (50nm, %1)	✓	-	%1 CuO nano akışkan kullanımı sonucunda ısı transferi %60 artmıştır.
Liu ve Shu (2008) [17]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	CuO/Su (50nm %0,5/%0,2)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı transfer performansında artış sağlamıştır. En iyi sonuç %0,5 CuO ile sağlanmıştır
Chen vd. (2008) [18]	Düz plaka örgü fitilli ısı borusu	Ag/Su (35nm, %0,01)	✓	-	Nano kullanılan ısı borusunun ısı direncinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.
Khandekar vd. (2008) [19]	Kapalı silindirik iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Al ₂ O ₃ /Su ve (40-47nm, %1) CuO/Su (8,6-13nm, %1)	✓	-	Fazla hacimde kullanılan nano partiküllerin evaporatör duvar yüzeyinde birikmesiyle ısı transfer katsayısını arttırmıştır. Ve nano partikül kullanımı termal performansı negatif yönde etkilemiştir.
Naphon vd. (2008) [20]	Kapalı silindirik iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Titanyum /Su (21nm) Titanyum /Etanol (21nm)	✓	-	%10 hacim nano partikül kullanılan ısı borusunun, nano partikül kullanılmayan ısı borusuna göre termal verimi %10,60 daha fazla olduğu tespit edilmiştir.
Lui vd. (2008) [1]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	CuO/su (50 nm, %1)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı direncini azaltmıştır.
Lin vd. (2008) [48]	Kapalı titreşimli ısı borusu	Ag/su (20 nm, %0,1)	✓	-	Isı borusunda nanoakışkan kullanımı ile ısıtma gücü 85 W olduğunda, ortalama sıcaklık farkı ve evaporatör ve kondenserin termal direnci sırasıyla 7,79 C ve 0,092 C / W azalır, ısı veriminde %60 artmıştır.

Naphon vd. (2008) [49]	Silindirik kapalı iki fazlı termosifon tipi ısı borusu	Ti/Soğutucu Akışkan R11(21 nm, %0,31)	✓	-	%0,10 nano partikül kullanımı ısı verimi %10,60 arttırmıştır.
Liu ve Lu (2009) [15]	Silindirik minyatür mikro oluklu ısı borusu	Karbon nano tüp CNT-su (Ø15nm, boy: 5-15µm, %2)	✓	-	Isı borusunun termal performansında artış sağlanmıştır.
Şimşak (2009) [21]	İki fazlı termosifon tip ısı borusu	Antifriz, (ispirto)etanol, su	✓	-	ısı borusu ısı performansı açısından 90° eğim açısının ve çalışma akışkanı olarak da yüksek sıcaklıklarda ispirto ve antifrizin, düşük sıcaklıklarda ise suyun daha uygun çalışma akışkanı olduğu görülmüştür.
Noive vd. (2009) [22]	Kapalı silindirik iki fazlı termosifon tip ısı borusu	Al ₂ O ₃ /Su (20nm, %0,3)	✓	-	Deneyel sonuçlarda, farklı girdi güçleri için, saf su yerine Al ₂ O ₃ / su nano-akışkanı kullanıldığında ısı borusunun veriminin%14,7'ye çıktığını gözlemlemişlerdir.
Liu vd. (2010) [14]	Silindirik kapalı iki fazlı termosifon ısı borusu	Karbon Nano tüp (CNT) (15nm, %2)	✓	-	Mevcut deney ısı borusunun termal performansının CNT süspansiyonları kullanılarak açıkça güçlendirilebileceğini doğrulamaktadır.
Paramatth anuwat vd. (2010) [42]	Termosifon ısı borusu	Ag/su (100nm, %0,5)	✓	-	Sonuç olarak Ag/su'nun saf suya göre %70 daha iyi termal performans gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Ag/su için ne iyi performans %5 hacimde 1,43 daha yüksek ısı transfer hızıdır.
Do KH ve Jang SP (2010) [50]	Düz plaka minyatür oluklu ısı borusu	Al ₂ O ₃ /su (38,4 nm %0,8)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansı %100 e kadar arttırabileceğini ve nano parçacık büyüklüğü arttıkça ısı direnci arttığını gözlemlemişlerdir.
Shafahi vd. (2010) [51]	Silindirik minyatür mikro oluklu ısı borusu	CuO/su, Al ₂ O ₃ / su, TiO ₂ /su	✓	-	Sıvı içindeki nano parçacıklar, taşıyabileceği maksimum ısı yükünü arttırırken, ısı direncini azaltarak ısı borusunun ısı performansını arttırmıştır.

Shafahi vd. (2010) [52]	Disk şeklinde minyatür mikro oluklu ısı borusu	CuO/su, Al ₂ O ₃ /su, TiO ₂ /su	✓	-	Isı borusunda nano parçacıkların varlığı, termal dirençte bir düşüşe ve düz şekilli ısı borusunun maksimum ısı yük kapasitesinde bir artışa neden olmuştur.
Liu vd. (2010) [1]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	CuO/su (50 nm, %1)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır.
Wang vd. (2010) [53]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	CuO/su (50 nm, %1)	✓	-	Toplam ısı direnci ve nano-akışkanlar kullanılarak ısı borusunun azami ısınma kapasitesi, sırasıyla, su kullanan ısı borusuna kıyasla en fazla%50 oranında azalabilir ve%40 oranında artabilir
Do vd. (2010) [1]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	Al ₂ O ₃ /su (30 nm, %2,4)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır.
Qu vd. (2010) [54]	Kapalı titreşimli ısı borusu	Al ₂ O ₃ /su (56 nm, %0,9)	✓	-	Sonuçlar, alümina nano-akışkanlarının, maksimum ısı transferinin artırılması için ağırlıkça%0,9 max hacimdir ve ısı direnci %35 azaltılmıştır.
Bhuwaki, Rittidech (2010) [55]	Kapalı titreşimli ısı borusu	Ag/etanol	✓	-	Gümüş nano-etanol karışımı sıradan etanolden daha yüksek ısı akışı vermiştir ve ısı verimini arttırmıştır.
Cheng vd. (2010) [1]	Düz plaka titreşimli ısı borusu	Elmas/aseton (2 nm, %0,33)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır
Humenic vd. (2011) [24]	Kapalı iki fazlı termosifon tip ısı borusu	FeO/ su (4-5nm, %2-5,3)	✓	-	Nano akışkan kullanımının termal dirençte %5,3 hacim FeO ile %35 azalma sağladığını tespit etmişlerdir.
Qu ve Wu (2011) [45]	Isı borusu	SiO ₂ / su (%5) Al ₂ O ₃ / su (%2)	✓	-	Deneysel aralıkta, saf su yerine alümina nano akışkanın kullanılması ısı transferini arttırmıştır, saf su yerine silika nano akışkanı kullanılırken, ısı performans bozulmuştur.
Lui vd. (2011) [1]	Silindirik örgü fitilli ısı borusu	CuO/ su (50 nm, %1)	✓	-	Nano akışkan kullanımı ısı performansını arttırmıştır.
Shanbedi vd. (2012) [43]	Termosifon ısı borusu	Etilendiamin (EDA)/su(10nm-20nm,%0,2-0,5-1,5)	✓	-	%1 hacim etilendiamin (EDA)/su kullanımında 30 W'de ısı veriminde %20 artış gözlemlenmiştir.

Humenic, Humenic (2013) [25]	Termosifon tip ısı borusu	Fe ₂ O ₃ /Su (4-5nm, %2-5)	✓	-	Deneysel sonuçlar en iyi sonucu hacimce %5,3 Fe ₂ O ₃ nano partikül kullanımında ısı transferinde 1,15'lik bir artış gözlemlemişlerdir.
Kamyar vd. (2013) [32]	İki fazlı termosifon ısı borusu	Al ₂ O ₃ (13nm, %0,01-0,02-0,05) TiSiO ₄ (50nm, %0,075)	✓	-	Isı borusunda %0,05 hacim Al ₂ O ₃ kullanımında termal direncin %65 azaldığını, TiSiO ₄ %0,075 hacim kullanıldığı zaman termal direncin %57 oranında azaldığını gözlemlemişlerdir.
Shanbedi vd. (2013) [41]	İki fazlı kapalı termosifon ısı borusu	MWCNT / su (10nm-20nm%1) MWCNT-Ag / su (30nm, %1)	✓	-	%1 hacim MWCNT-Ag / su kullanılması ısı veriminde %20 artış sağlamıştır.
Balcioğlu (2014) [1]	Termosifon tipi ısı borusu	Al ₂ O ₃ /Su (14nm, %2)	✓	-	Deneysel sonuçlarda nano akışkanla yapılan deneyler suyla yapılan deneylere göre ısı performansında yaklaşık %5 lik bir iyileşmenin olduğu gözlemlenmiştir.
Sarafraz, Hormozi (2014) [26]	Termosifon tipi ısı borusu	Al ₂ O ₃ -Su / etilen glikol (42nm, %1-2-3-4-5) Al ₂ O ₃ -Su / di etilen glikol (48nm, %1-2-3-4-5)	✓	-	Nano partikül hacimsel konsantrasyonunun artırılmasıyla kondenser ve evaporatör arasındaki sıcaklık farkında azalma olmuştur. En iyi sonuç %5 hacim Al ₂ O ₃ -su / etilen glikolde %22,63 olmuştur.
Heris vd. (2014) [27]	İki fazlı kapalı termosifon ısı borusu	Al ₂ O ₃ -Su (25nm %2,5) CuO/Su (50nm, %1,5-2)	✓	-	Kondenserde 1.15'lik ısı transferi artışı Al ₂ O ₃ / su için Nusselt oranında%43 artış, %2,5 hacim ve 20 kV elektrik alanı ile CuO / su için%39 artış gözlemlenmişlerdir.
Sarafraz vd. (2014) [28]	Fitilsiz termosifon ısı borusu	Sulu gümüş nitrat ve taze çay yaprakları (40nm-50nm, %1-2-3-4)	✓	-	Nano partikül kullanımının sıcaklık dağılımındaki azalmaya yol açtığını ve ısı borusunun ısı performansını artırdığını gözlemlemişlerdir.%0,4 ağırlık 100W'da yaklaşık%32 azalma.
Buschmann, Franzke (2014) [33]	Termosifon ısı borusu	TiO ₂ /Su (85nm, %0,15-0,2-0,3-0,4)	✓	-	%0,2 ve %0,3 hacim nano partikül kullanımında termal direncin %24 azaldığını gözlemlemişlerdir.
Grab vd. (2014) [33]	Termosifon ısı borusu	TiO ₂ /Su (85nm%1,1-0,2) Au/Su (%5,2. 10 ⁴ , 16 nm / 66 nm)	✓	-	Sonuçlar, 50 W ila 150 W arasındaki altın nano-akışkanın ısı direnci yaklaşık%20 düşürür. En iyi sonuç hacimce %2 ve %3 TiO ₂ ısı direnci %24 düşürür.

Menlik vd. (2015) [29]	İki fazlı kapalı termosifon ısı borusu	MgO/Su (%5)	✓	-	Çalışmada kullanılan ısı borusunun performansında, 200 W ısıtma gücünde %26'lık bir iyileştirme seviyesi gözlenmiştir. İyileştirme oranı değişen ısıya göre değişmektedir.
Amiri vd. (2015) [35]	Termosifon ısı borusu	GNP-COOH / su (0.55nm, %0,025-0,05) GNP-SDBS / su (3.74nm, %0,1)	✓	-	En iyi sonuç %0,1 ağırlık GNP-COOH / su için ısı transfer katsayısında %66 artış sağlanmıştır.
Heris vd. (2015) [40]	İki fazlı kapalı termosifon ısı borusu	CuO/Su (50nm, %1,5-2-2,5)	✓	-	Elektrik alan uygulanan termosifonun verimi en iyi %2,5 hacim CuO kullanımında diğerine göre %30 a kadar arttığını gözlemlemişlerdir.
Ersöz ve Yıldız (2016) [30]	Termosifon ısı borusu	Metanol Petrol Eteri Damıtılmış Su	✓	✓	En yüksek enerji ve ekserji performansı metanol için, en düşük ise performansı petrol eteri için hesaplamışlardır. Ancak, termo ekonomik sonuçlar bu çalışmanın damıtılmış suyun daha uygun maliyetli olduğunu gözlemlemişlerdir.
Heris vd. (2016) [36]	Termosifon ısı borusu	Okside CNT / su (cooh grubu)(%1)	✓	-	Nano akışkanlarda COOH gruplarının sayısı arttıkça, termosifonun ısıl veriminde de bir artış eğilimi gözlenmişlerdir. %1 hacim nanoakışkan kullanımında 30W güç ile termal performansta %15 artış olmuştur.
Hoseinzad eh vd. (2016) [37]	Termosifon ısı borusu	SiC / su (50nm, %0,5-1-1,5) Al ₂ O ₃ / su (20nm, %0,4)	✓	-	SiC / su için %2 hacim ve Al ₂ O ₃ / su için %3 hacim verimlilikte %10 artış oluşmuştur En yüksek verimliliği ise 300 W gücünde %3 Al ₂ O ₃ / su nano akışkanı kullanıldığında gözlemlemişlerdir.
Mert (2017) [31]	Termosifon ısı borusu	CuO/Su (%1 ve %2)	✓	-	Isı borusunun termal performansında artış miktarı yaklaşık olarak %1CuO/su ve %2CuO/su nano akışkanları için sırasıyla %10,4 ve %18,5 civarında olmuştur.
Alagaphan vd. (2017) [38]	İki fazlı kapalı termosifon ısı borusu	CeO ₂ /Su (15nm-30n) Etilen glikol	✓	-	Sonuç olarak ısı transfer oranı %17 oranında arttığını gözlemlemişlerdir.
Li vd. (2018) [44]	Üç fazlı kapalı termosifon ısı borusu	SiC/su (2,75-3,25-4,60nm, %5-10-15-20)	✓	-	Hacimce %15 SiC nano kullanımında ısıl dirençte %6,1 azalma gözlemlemişlerdir.

Mevcut çalışma	Termosifon tipi ısı borusu	CuO/CHCl ₃ (55nm-%0,001)	✓	✓	CuO nano partikülü, 10 lt/h soğutma suyu debisinde 800 W ısıtıcı gücü için enerji ve ekserji verimini arttırırken, 20 lt/h soğutma suyu debisinde 500 W ısıtıcı gücü için enerji verimini, 500 W, 800 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde ekserji verimi arttırmıştır. CuO nano partikülü, 30 lt/h soğutma suyu debisinde 400 W, 500 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde enerji verimini arttırırken, tüm ısıtıcı güçlerinde ekserji verimi azaltmıştır.
----------------	----------------------------	-------------------------------------	---	---	--

Bu çalışmada, Tablo 2.1’de verilen literatür özetinde de görüldüğü gibi, literatürden farklı olarak çalışma akışkanı CHCl₃ (kloroform) kullanılan termosifon tip ısı borusunda çalışma akışkanına ağırlıkça %0,001 oranda CuO nano partikül ilave edilerek enerji ve ekserji performansına etkisi deneysel olarak incelenmiştir.

3. ISI BORULARI

3.1. Isı Borusu Tanımı

Isı borusu, düşük basınçta akışkan içeren bir metal boruyla ısıyı, bir noktadan diğer noktaya sıcaklık farkı ile taşıyan ısı transfer aracıdır. Isı borusu küçük yüzey alanlarından büyük miktarda ısıyı transfer edebilme özelliğine sahiptir. Çok geniş sıcaklık aralıklarında çalışabilirler. Farklı büyüklüklerde, sabit veya esnek halde, düzlemsel, silindirik ve dönel ya da kullanım yerlerindeki ihtiyaca uygun olarak değişik tiplerde üretilebilir.



Resim 3. 1. Isı borusu [56]

Isı borusu; iki fazlı, kapalı hacimde ve vakumlanmış metal boru içerisinde bir miktar akışkan bulunan ısı transfer cihazıdır. Kapalı hacmin iç yüzeyine akışkan akışını düzenlemek için fitil konulur. Isı boruları üç kısımdan oluşur. Bunlar ısı borusunun dışarıdan ısı çektiği kısım

evaporatör(buhaştırıcı), ısı alışverişinin olmadığı nötr kısım adyabatik bölge ve ısının dış ortama transfer edildiği kondenser(yoğuşturucu) kısımır.

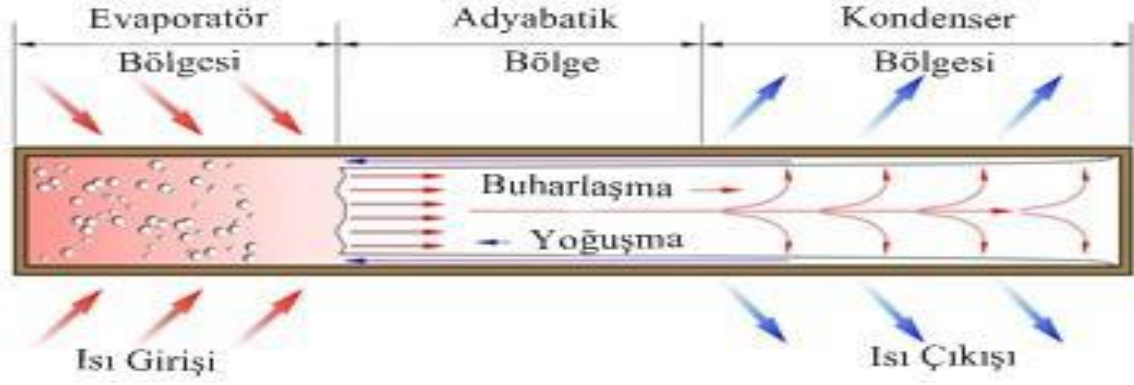
3.2. Isı Borusunun Çalışma Prensibi ve Bölümleri

3.2.1. Isı Borusunun Çalışma Prensibi

En genel şekliyle ısı borusu, iç yüzeyine kılcallık etkisi sağlamak amacıyla gözenekli yapıya sahip uygun bir malzeme (fitil) yerleştirilen, havası alınmış kapalı bir hazne ile içerisinde bulunan çalışma akışkanından oluşmaktadır. Isı borusu genel olarak üç bölgeye ayrılabilir. Bunlar evaporatöre, kondenser ve adyabatik bölgelerdir [23, 57].

Isı borusunun evaporatör bölgesine uygulanan ısı enerjisi ısı borusu içerisindeki akışkanın buharlaşmasına sebep olur. Doymuş buhar haline gelen çalışma akışkanı, ısı borusunun kondenser bölgesinden ısı çekilmesiyle birlikte yoğuşur ve çeşitli yöntemlerle cihazın evaporatör bölgesine geri döner. Isı borularında ısı transferi bu şekilde gerçekleşir ve böylelikle çevrim tamamlanmış olur. Kondenser bölgesinde yoğuşan akışkanı tekrar evaporatör bölgesine geri gönderebilmek için yerçekimi, merkezkaç, manyetik, elektrostatik vb. kuvvetlerden yararlanır. Isı borusu içerisindeki çalışma akışkanı çevrimini düzenlemek amacıyla borunun iç yüzeyine uygun malzemelerden fitil yerleştirilebilir. Genelde evaporatör bölgesi sistemin alçak konumunda bulunduğundan dolayı çevrim, ek bir kuvvete gereksinim duymadan yerçekimi kuvvetinden yararlanılarak kolaylıkla sağlanabilmektedir. Yoğuşan sıvının evaporatöre geri getirilmesi için kullanılan en genel yöntemler yerçekimi ve kılcal kuvvetlerdir [21, 31].

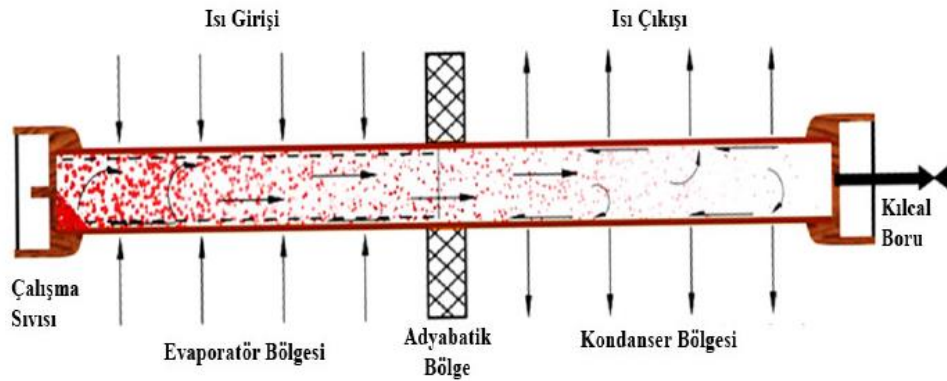
Buharlaşma gizli ısı büyük olduğundan dolayı, önemli miktarda ısı, kabın bir ucundan diğer ucuna, çok az bir sıcaklık farkı ile taşınır. Bundan dolayı, yapı çok yüksek bir ısı iletkenliğine sahip olur [1].



Şekil 3. 1. Isı borusunun çalışma prensibi [31]

3.2.2. Isı Borusunun Bölümleri

Isı borusu, vakum işlemi uygulanmış kapalı bir hacim olup, klasik olarak boru şeklinde yapılabileceği gibi çok değişik geometri ve şekillerde yapılabilen iki fazlı bir ısı transfer cihazıdır. Vakum işleminden sonra içerisine belirli miktarda çalışma akışkanı doldurulmuş kapalı bir hacimden oluşur. Çalışma akışkanının akışını düzenlemek amacıyla kapalı hacmin iç cidarına fitil yerleştirilir. Şekil 3.2’de görüldüğü gibi, ısı borusu, evaporatör (buharlaştırıcı) bölgesi, adyabatik bölge ve kondanser (yoğuşturucu) bölgesi olmak üzere üç farklı bölgeden oluşur [21, 58, 59].



Şekil 3. 2. Isı borusunun bölümleri [21]

Evaporatör Bölgesi (Buharlaştırıcı): Buharlaştırıcı, ısı borusu sisteminde, çalışma akışkanın sıvı olarak girip buharlaşarak gaz olarak maddeden çekildiği bölümdür. Çalışma akışkanı,

evaporatörün kanallarına girince ısıyı soğurur ve ortamdan absorbe ederken aynı anda kaynamaya başlar ve buharlaşır.

Adyabatik Bölge: Bu bölgede hiçbir ısı transferi gerçekleşmez nötr bir bölgedir. Çalışma akışkanı hiçbir ısı transferi gerçekleştirilmeden bu bölgeden kondenser bölgesine geçer.

Kondenser Bölgesi (Yoğusturucu): Çalışma akışkanı kondenser bölgesine doymuş buhar halinde gelir ve ısı çekilmesiyle yoğuşarak çeşitli yöntemlerle evaporatör bölgesine geri döner.

3.3. Isı Borusunun Kullanım Alanları

Isı borularının kullanım alanları günümüz teknolojisinde çok yaygındır. Bunlar şöyle sıralanabilir;

- Uzay araçlarında sıcaklık kontrolü,
- Elektronik cihazların soğutulmasında,
- Boru sisteminin stabilize edilmesinde,
- Atık ısıların tekrar kullanılması,
- Enerjiyi depolama,
- Makine elemanlarının soğutulması,
- Taşıtlarda iç ısıtmada,
- Gaz türbini jeneratörlerinde ısı transfer elemanı olarak kullanılması,
- Egzozdan atılan ısıyı araç içi ısıtmada kullanma,
- Uçak fren sistemlerinin soğutulmasında, gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

Isı borularında çalışma akışkanı olarak sürekli kullanılan ısı transfer akışkanı olan su, glikol, etilen ve soğutucu akışkanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan bu akışkanların ısı transfer katsayıları belirli olup, ısı transfer miktarının artırılması için yeni teknolojik denemeler yapılarak geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bunlardan birisi son zamanlarda çok yaygın olarak kullanılan nano akışkanlardır. Nanoakışkanlar çok yüksek ısı

transfer özelliğine sahiptir. Nano akışkan kullanılan sistemlerin çalışma performansında yüksek miktarda artma olduğu gözlemlenmiştir.

3.4. Isı Borularının Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları;

- Hareketli parçaları yoktur, bundan dolayı sessiz çalışırlar.
- Her iki gaz tarafında da genişletilmiş yüzeyler kullanılabilir.
- Kontrüksiyonu basittir.
- Kullanım esnekliğine sahiptir.
- Son derece düşük sıcaklık düşümüyle önemli mesafeye yüksek miktarda ısı transfer kabiliyetine sahiptir.
- Kontrol edilebilirliği iyidir.
- Dış pompa gücü gerektirmez.

Dezavantajları;

- Düşük basınçlı gazlar için uygundur [21].

3.5. Isı Borusunun Çeşitleri

Isı boruları çalışma sıcaklıklarına göre (düşük, orta ve yüksek sıcaklık), fitil yapısına göre (arter-damar, kompozit vs.) ve fonksiyonuna göre (dönel ısı borusu, mikro ısı borusu, ısı iletimi ayarlanabilir ısı borusu ve termal diyot vs.) olmak üzere çok değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Yoğuşan sıvının evaporatöre dönüşünde uygulanan kuvvete göre ısı borularının sınıflandırılması Çizelge 3.1’de verilmiştir [21, 60].

Çizelge 3. 1. Isı borularında sıvının evaporatöre dönüşünde uygulanan kuvvete göre ısı borularının sınıflandırılması [21, 60]

Uygulanan Kuvvet	Isı Borusunun Adı
<ul style="list-style-type: none">• Yerçekimi kuvveti• Kapiler(kılcal) kuvvet• Merkezil kuvvet• Elektrodstatik kuvvet• Magnetik kuvvet• Osmatik kuvvet	<ul style="list-style-type: none">• Termosifon• Isı borusu• Dönel ısı borusu• Elektrohüdrodinamik ısı borusu• Magnetohüdrodinamik ısı borusu• Osmotik ısı borusu

3.5. Termosifon Tipi Isı Boruları (Yerçekimi Destekli Isı Borusu)

Yerçekimi destekli ısı borusunun çalışması sırasında, evaporatöre uygulanan ısı enerjisi, çalışma akışkanının bir kısmının buharlaşmasına sebep olur. Isı borusunun içini dolduran saf buhar, kondenserin soğuk olan duvarına temas edince, kondenserde yoğuşma başlar. Yoğuşan çalışma akışkanı, yerçekimi etkisiyle buharlaştırıcıya akar. Orada yeniden buharlaşır ve hızlı bir buhar akımı halinde yeniden kondensere döner. Bu çevrim sırasında buhar hızları, aksi yönde ilerleyen sıvı akışına kıyasla, yüksek olup, bazı hallerde buhar hızının ses hızına yaklaştığı ve hatta ses üstü hızlara ulaştığı görülür. Çift fazlı akımdaki bu büyük hız farkı, evaporatöre kondensere pompalama olayının doğmasına yol açar. Bunun sonucu olarak, ısı borusunun içinde kalan yoğuşmaz gazlar, önce kondenserde birikir; evaporatör sıcaklığı arttıkça, kondenserde sıkışan bu yoğuşmaz gaz sütunu, artan buhar momentumunun baskısı altında, kondenser üst ucuna hapsedilir. Pratikte, kondenser sıcaklığı ölçüldüğü zaman, kondenser bölgesi ile yoğuşmaz gaz sütununun yerini kesin hatlarla tespit etmek mümkündür; kondenser bölgesindeki sıcaklık, evaporatördakine eşit olduğu halde, yoğuşmaz gaz bölgesindeki sıcaklık ortam sıcaklığındadır [61].

Yerçekimi destekli ısı borusu aşağıda belirtilen özelliklerinden dolayı tercih edilen bir ısı transfer elemanıdır.

- -50 C° ile 100 C° arasında iyi netice verebilecek ısıtma akışkanlarının varlığı,
- Isı borusu boyunca sıcaklığın yeknesak kalması, bu sebeple yüksek efektif ısıl geçirgenliğe sahip olması,
- Ters sirkülasyon imkânı olmadığı için, gece kayıpların asgari olması,
- Sistem reaksiyon zamanının kısa olması,
- Sistem de hareketli eleman bulunmaması [21].

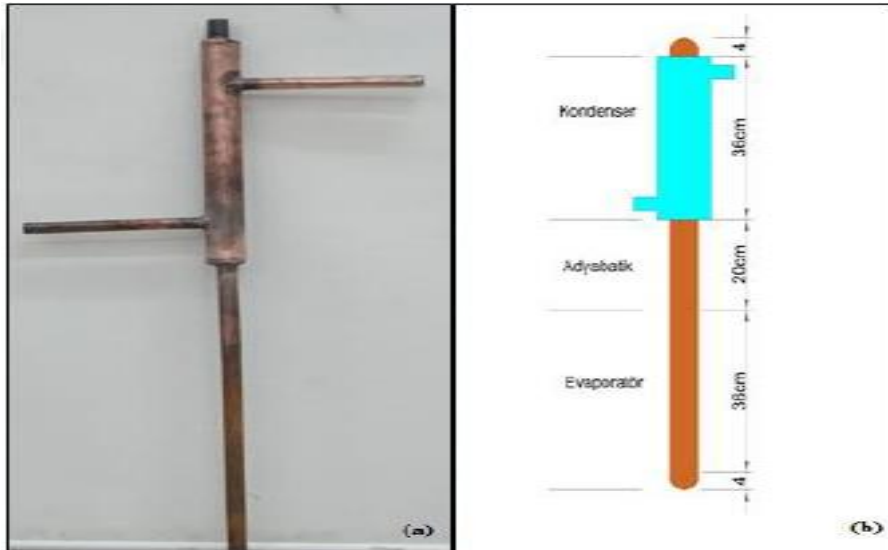
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Isı Borusu Tasarımı ve Deney Düzeneği

Bu çalışmada, Resim 4.1’de verilen ısı borusu tasarımı yapılmış ve üretilmiştir. Tasarlanan ısı borusunun teknik özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Resim 4.2 ‘de görüldüğü gibi bir deney sistemi hazırlanmıştır.

Çizelge 4. 1. Kullanılan ısı borusunun özellikleri

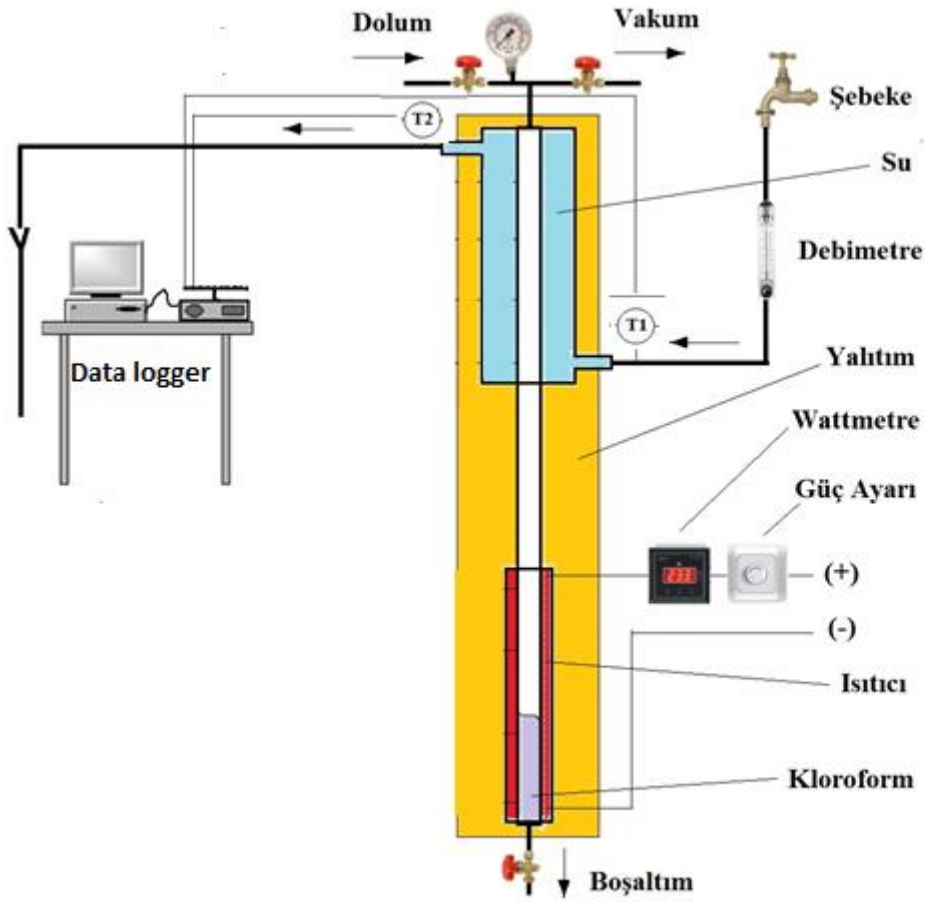
Isı Borusunun Ana Malzemesi	Bakır
Isı Borusu Uzunluğu	100cm
Evaporatör Uzunluğu	36cm
Kondenser Uzunluğu	36cm
Adyabatik Bölge Uzunluğu	20cm
Isı Borusunun Dış Çapı	24 mm
Isı Borusunun İç Çapı	22 mm
Akışkan Dolun Oranı	1/3
Isı Borusu Eğim Açısı	90°



Resim 4. 1. Isı borusu



Resim 4. 2. Termosifon ısı borusu deney düzeneği



Şekil 4. 1. Şematik deney düzeneği

Deney sistemi Şekil 4.1’de görüldüğü gibi, 1 adet şamandıra tipi debimetre, 1 adet güç ayarlı Wattmetre, 1 adet veri kaydedici datalogger, 1 adet basınç göstergesi ve 2 adet Pt-100 tipi sıcaklık ölçerden oluşmaktadır. Cihazların teknik özellikleri Çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 2. Deney cihazlarının teknik özellikleri

Ölçüm Aleti	Ölçüm Aralığı	Hassasiyet
Debimetre	4-40 l/dk	$\pm 0,2$
Wattmetre	200-1000 W	
Datalogger	2,5 – 100 ölçüm/sn.	
Basınç ölçer	0-6 Bar	$\pm 0,01$ (%1)
Sıcaklık ölçer (PT-100 tipi)	-50 / +450 °C	$\pm \%0,5$

Deneyleer için ilk aşamada, ısı borusuna izelge 4.3’de kimyasal özellikleri verilen 140 ml CHCl₃ (Kloroform) şarj edilmiştir. Deneyleer, 10 lt/h, 20 lt/h ve 30 lt/h olmak üzere 3 farklı soğutma suyu debisi ve 200 W, 300 W, 400 W, 500 W, 800 W ve 1000 W olmak üzere 6 farklı ısıtıcı gücünde yapılmıştır. Her bir deney 1 saat sürmüş ve her dk ölçüm değerleri data okuyucu tarafından kaydedilmiştir. Deneyleerin doğruluğunu tespit etmek amacı ile her deney 5’er defa tekrarlanmıştır.

Çizelge 4. 3. Kloroform (CHCl₃) teknik zellikleri

Kimyasal formülü	CHCl ₃
Kimyasal adı	Metiltriklorr
Kaynama noktası	61,2 C
Yoğunluk	1,49 gr/cm ³
Erime noktası	-63,5C

İkinci aşamada, kullanılan çalışma sıvısı kloroform (CHCl₃) içine izelge 4.4’de teknik özellikleri verilen CuO (bakır oksit) nano partkl ilave edilmiştir.

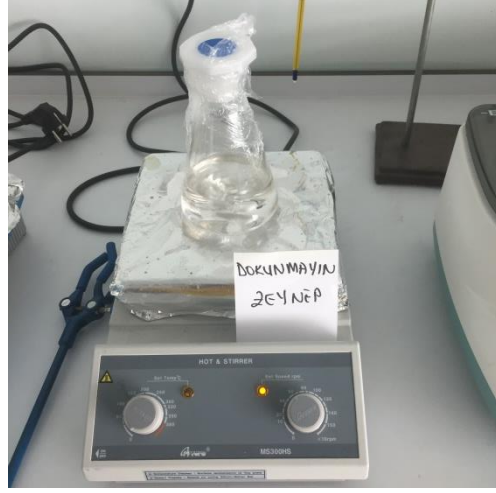
Çizelge 4. 4. CuO nano partükül teknik zellikleri [62]

Saflık	99,95				
Renk	Koyu kahverengi				
Morfoloji	Küresele yakın				
Ortalama partükül boyutu (nm)	25-55				
Özgül yüzey alanı (m ² /g)	>20				
Yığın yoğunluk(g/cm ³)	0,8				
Gerçek yoğunluk(g/cm ³)	6,5				
Element analizi (%)	Fe	CA	Mn	Mg	Co
	0,008	0,004	0,003	0,007	0,004

Kloroform içerisine ağrılıka %0,001 oranda ortalama 55nm boyutunda CuO nano partkl ilave edilerek manyetik karıştırıcıda 1 hertz değerinde 24 saat karıştırılmıştır (Resim 4.3) 140 ml CHCl₃+ 0,002086 gr CuO karışımlı çalışma akışkanını sisteme şarj edilmiş ve 10 lt/h, 20 lt/h ve 30 lt/h olmak üzere 3 farklı soğutma suyu debisi ve 200 W, 300 W, 400 W, 500 W, 800 W ve 1000 W olmak üzere 6 farklı ısıtıcı gücünde yeni akışkan ile test edilmiştir.



(a) Saf kloroform (CHCl_3)



(b) $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ karışımı

Resim 4. 3. CHCl_3 ve $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ manyetik karıştırma işlemleri

5. TERMODİNAMİK ANALİZ

Su ısıtma amaçlı tasarlanan ısı borusu termodinamik analizinde aşağıdaki kabuller yapılmıştır.

- Hesaplamalar kararlı akış koşulları altında yapılmıştır,
- Kinetik ve potansiyel enerji ve ekserji ihmal edilmiştir,
- Ölü hal koşulları olarak $T_o=293$ K ve $P_o= 1$ atm alınmıştır.
- Sistem adyabatik kabul edildi, kondenser verimi %100 alınmıştır.

5.1. Enerji Analizi

Termosifon tip ısı borularında, evaporatörde ki sıvı fazındaki çalışma sıvısı, elektrik direnci tarafından sağlanan ısı girişi ($Q_{ısıtıcı}$) yoluyla buharlaşır ve çalışma sıvısı buharı evaporatörden yükselir ve kondensere ulaşır. Burada gizli ısını suya iletir ve kondenserin üst bölümünde yoğunlaşır ve tekrar buharlaştırıcıya döner.

Termosifon ısı borusundaki kondenserden aktarılan ısı, kararlı hal koşullarında soğutma suyuna aktarılan ısıya eşit olarak alınır. Bu, sıcaklık farkı ve su akış hızı ölçülerek ve ardından aşağıdaki basit denklemin uygulanmasıyla belirlenir [30];

$$\dot{Q}_{kond} = \dot{m}_w(h_2 - h_1) \quad (1)$$

burada, \dot{m}_w soğutma suyunun kütleli debisi, h_2 ve h_1 sırasıyla soğutma suyunun çıkış ve giriş sıcaklıklarındaki entalpi değerleridir.

Buharlaştırıcının yalıtımlı olması nedeniyle buharlaştırıcıdan çevreye olan ısı kayıpları ihmal edilebilir. Bu nedenle, elektrik tarafından sağlanan evaporatöre ısı girişi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\dot{Q}_{\text{Isıtıcı}} = \frac{W_{\text{elektrik}}}{\eta_{\text{elektrik}}} \quad (2)$$

Eşitlik (4), $\dot{W}_{\text{elektrik}}$ elektrik tüketimi [kW] ve η_{elect} elektrik verimliliğidir ve 0,99 olarak kabul edilmiştir [30].

Enerji verimliliği (η_I), kondenser tarafında su tarafından alınan ısının, evaporatörde verilen ısıya oranı olarak tanımlanır [30]:

$$\eta_I = \frac{\dot{Q}_{\text{kond}}}{\dot{Q}_{\text{Isıtıcı}}} \quad (3)$$

5.2. Ekserji Analizi

Enerji analizi yöntemi tek başına sistemlerin enerji kullanım süreçlerinin tüm yönlerini anlamak için yeterli değildir. Ayrıca, enerji analizi tek başına farklı enerji akışlarının gerçek seviyedeki kullanılabilirliğin ve kalitesini tam olarak yansıtmaz. Bu nedenle, termodinamiğin birinci ve ikinci yasalarına dayanan ekserji analiz yöntemi, sistemin gerçek verimliliğini anlamak ve iyileştirmek için kullanılmaktadır. Ekserji, potansiyel veya enerji kalitesi olarak da tanımlanır. Ekserji analizi ile herhangi bir termodinamik sistem için enerjinin sürdürülebilir kalite değerlendirmesini yapmak mümkündür. Ayrıca, ekserji analizinin temel amacının gerçek verimleri tanımlamak (ekserji verimi olarak da bilinir) ve ekserji kayıpları ve yıkımlarının gerçek boyutlarını belirlemek olduğu söylenebilir. Burada belirtilen ekserji yıkımı, entropi üretimi ile doğru orantılıdır [30,63].

Genel bir ekserji analizi dengesi şöyle verilebilir:

$$\sum \dot{E}x_{\text{giriş}} - \sum \dot{E}x_{\text{çıkış}} = \sum \dot{E}x_{\text{yok olan}} \quad (4)$$

" $\sum \dot{E}x_{\text{giriş}}$ ", " $\sum \dot{E}x_{\text{çıkış}}$ " ve " $\sum \dot{E}x_{\text{yok olan}}$ " sırasıyla toplam giren ekserji, toplam çıkan ekserji ve yok olan ekserjidir [30,63].

Genel akış ekserjisi ψ ile belirlenebilir.

$$\psi = \dot{m}_w [(h - h_0) - T_0(s - s_0)] \quad (5)$$

Eşitlik (7), \dot{m}_w suyun kütleli debisi (kg/s), h ve s sırasıyla verilen durumda akışkanın entalpisi (kJ/kg) ve entropisi (kJ/kgK), h_0 ve s_0 ölü durumda akışkanın entalpi ve entropisidir. T_0 ölü durum sıcaklığıdır (referans) ve 293 K olduğu varsayılmıştır [30,63].

Bir akışkan akımının ekserji değişimi şöyle yazılabilir:

$$\begin{aligned} \Delta\Psi &= \dot{m}_w (\Psi_{\text{çıkış}} - \Psi_{\text{giriş}}) \\ &= \dot{m}_w [(h_{\text{çıkış}} - h_{\text{giriş}}) - T_0(s_{\text{çıkış}} - s_{\text{giriş}})] \end{aligned} \quad (6)$$

Kondenserdeki ekserji değişimi;

$$\dot{E}x_{\text{kondenser}} = \dot{m}_w [(h_2 - h_1) - T_0(s_2 - s_1)] \quad (7)$$

Elektrik tarafından evaporatöre verilen ekserji ($\dot{E}x_{\text{ısıtıcı}}$) aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$\dot{E}x_{\text{ısıtıcı}} = \dot{Q}_{\text{ısıtıcı}} \quad (8)$$

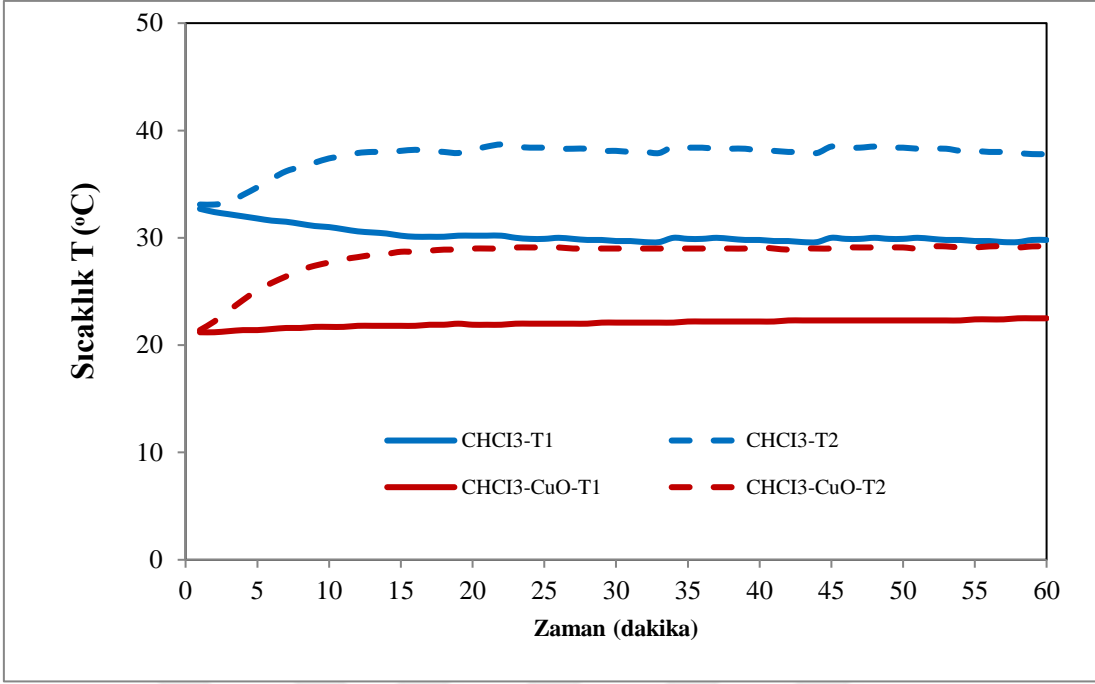
Ekserji verimliliği (η_{II}), yararlı ekserji çıkış hızının toplam ekserji girdi oranına, oranı olarak tanımlanır [30,63].

$$\eta_{II} = \frac{\text{Faydalı ekserji çıkış hızı}}{\text{Tedarik edilen ekserji oranı}} = \frac{\dot{E}x_{\text{kondenser}}}{\dot{E}x_{\text{ısıtıcı}}} \quad (9)$$

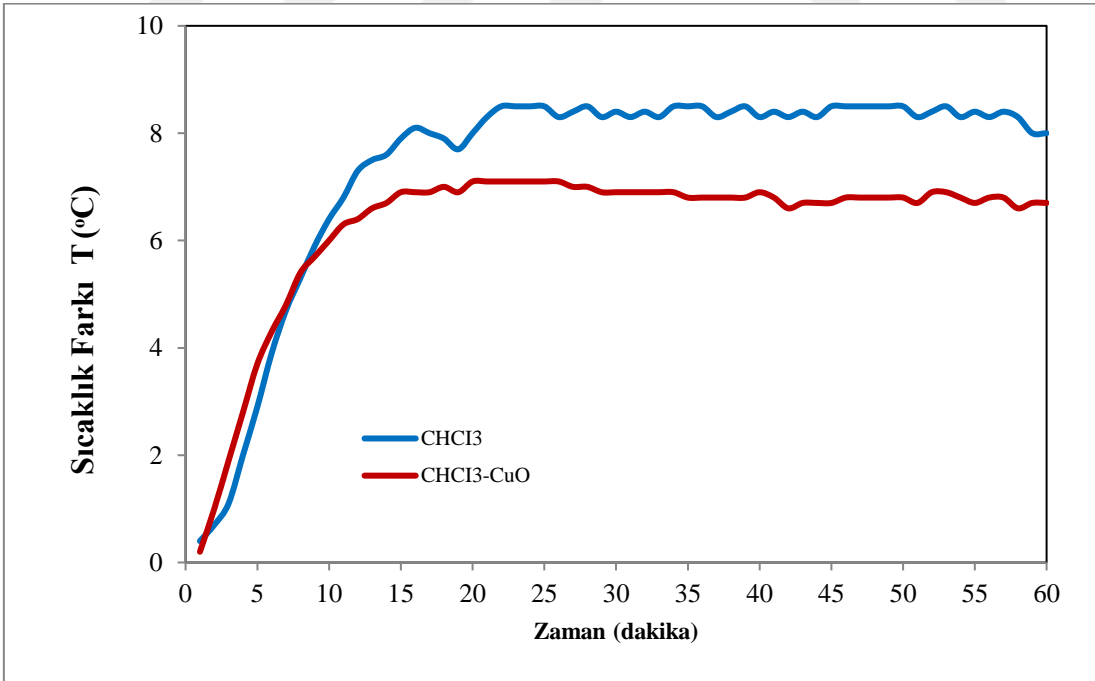
6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Literatürde, çeşitli ısı borusu sistemlerinin deneysel ve teorik termodinamik analizleri yapılmıştır. Bu çalışmalarda çalışma akışkanı olarak CHCl_3 kullanan termosifon ısı borusunun enerji ve ekserji analizleri yapılmamıştır. Bu çalışmada, çalışma akışkanı olarak CHCl_3 'e CuO nano partikül ilavesinin enerji ve ekserji verimine etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Testler her bir deney için 5'er defa tekrarlanmış. Deneyler 60 dakikalık periyotlar halinde yapılmış ve deney verileri her bir dk'da bilgisayar veri kaydedici ile kaydedilmiştir. Termosifon ısı borusu dik konumda iken (90°) 200, 300, 400, 500, 800 ve 1000 W ısı girdisi ve 10lt/h, 20lt/h ve 30 lt/h soğutma suyu debilerinde ayrı ayrı test edilmiştir. Deneylerde, ısı borusu soğutma suyu giriş (T_1) ve çıkış sıcaklıkları (T_2), soğutma suyu debisi ve ısıtıcı gücü ölçülmüştür.

Şekil 6.1'de ve 6.2'de sırasıyla 10 lt/h ve 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş-çıkış sıcaklıkları ve sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



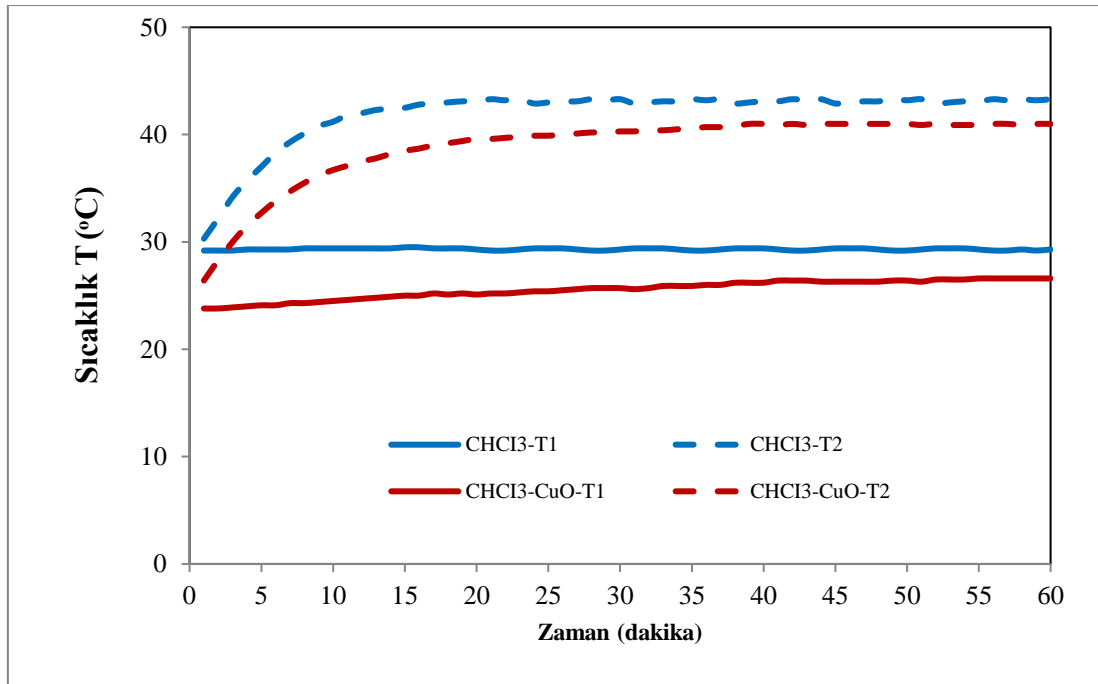
Şekil 6. 1. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)



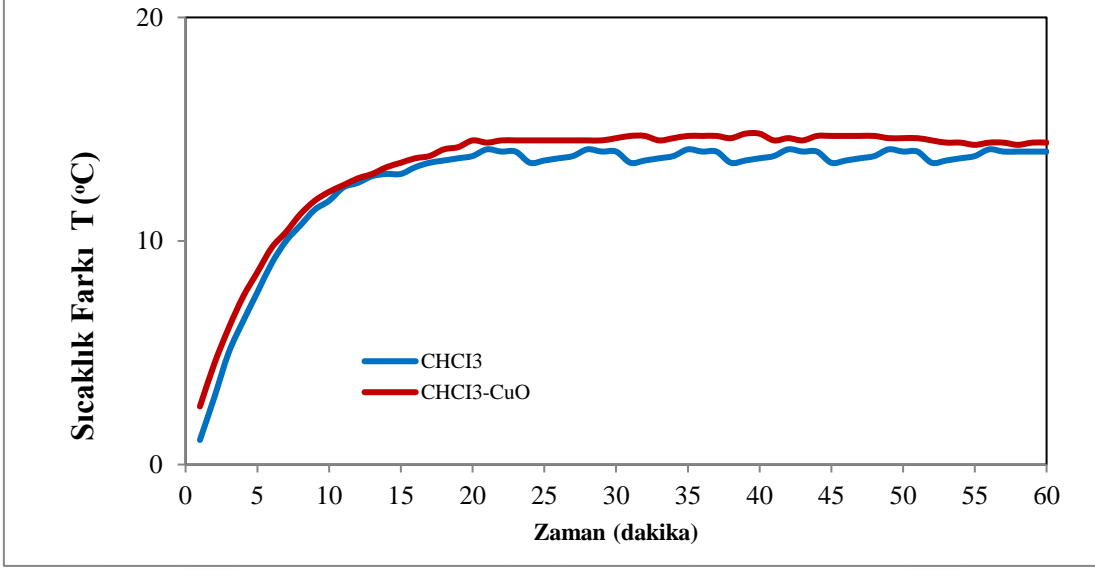
Şekil 6. 2. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.2’de görüldüğü gibi 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından daha düşüktür.

Şekil 6.3’de ve 6.4’de sırasıyla 10 lt/h ve 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



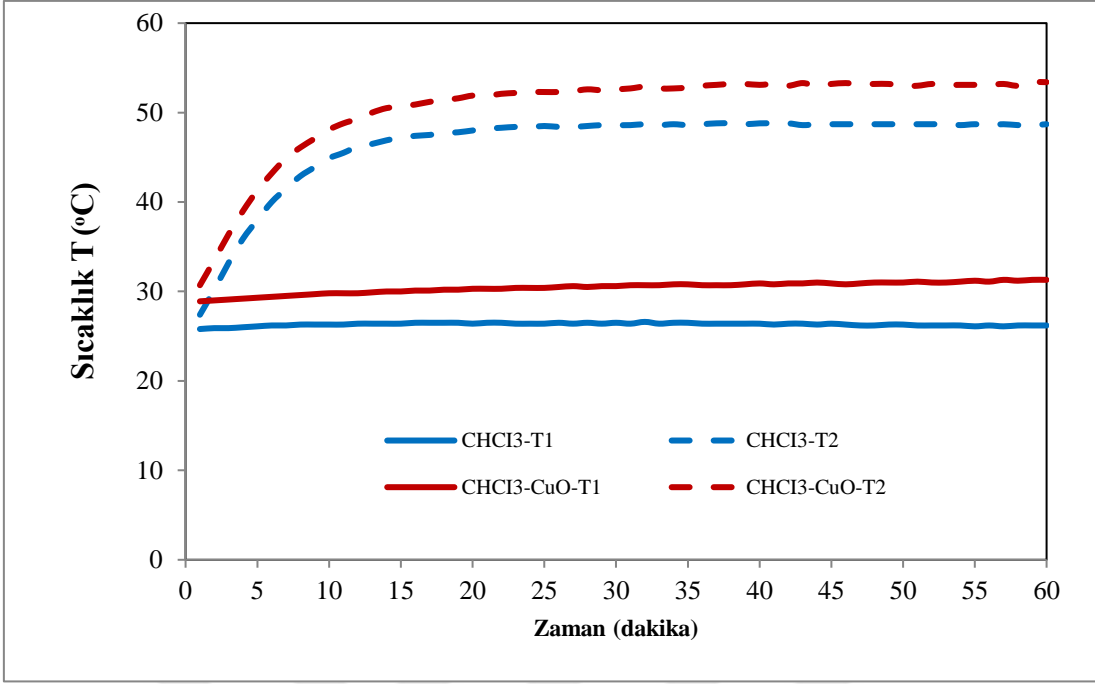
Şekil 6. 3. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)



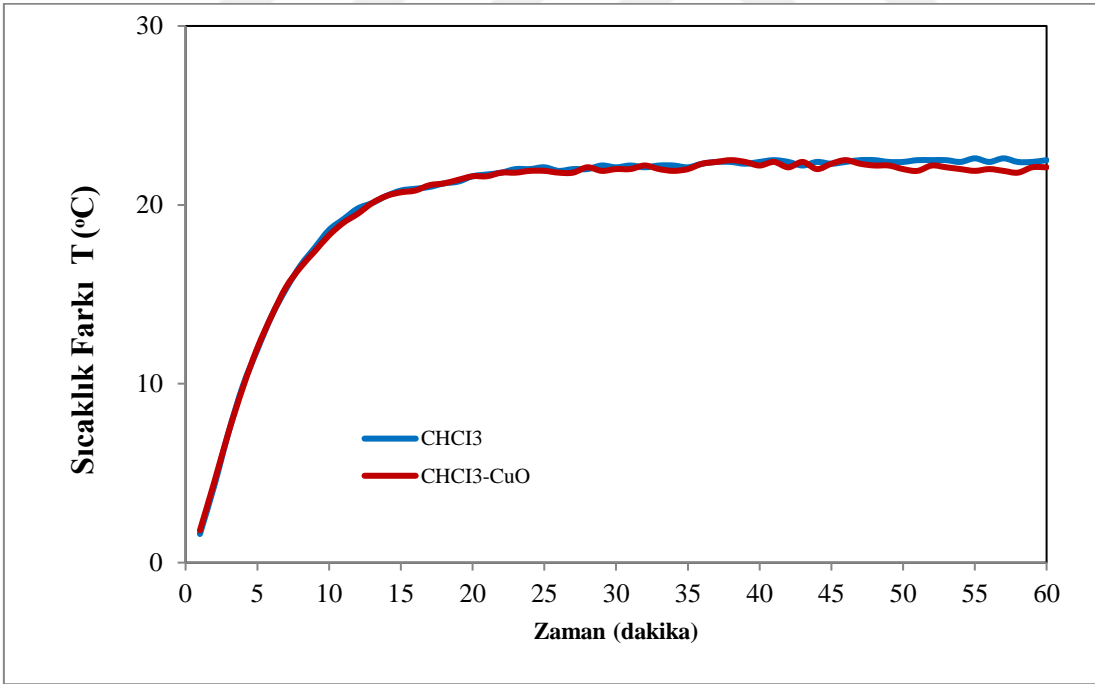
Şekil 6. 4. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.4'de görüldüğü gibi 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin sıcaklık farkından çok az yüksektir.

Şekil 6.5'de ve 6.6'da sırasıyla 10 lt/h ve 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve $\text{CHCl}_3 + \text{CuO}$ karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



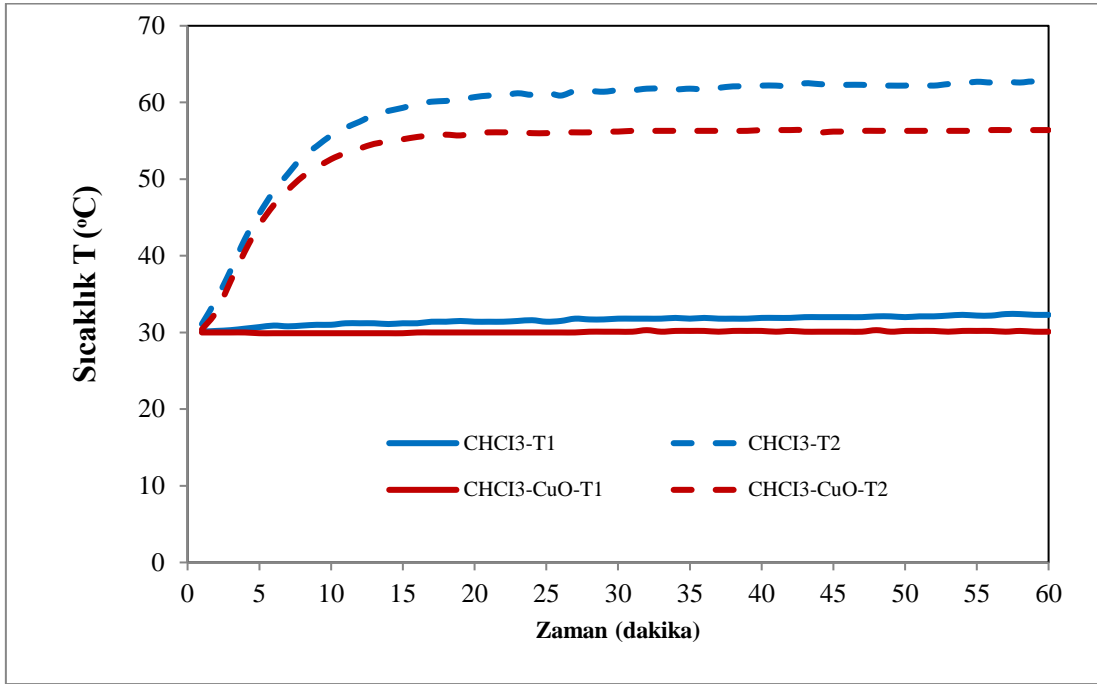
Şekil 6. 5. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (10 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)



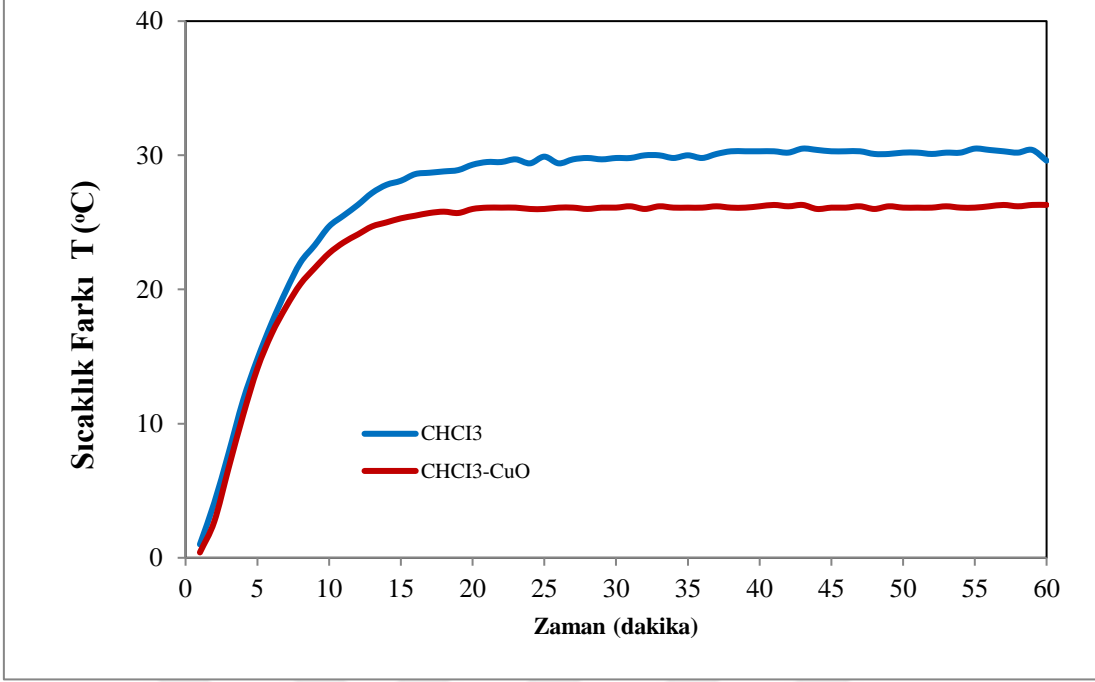
Şekil 6. 6. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi (10 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.6'da görüldüğü gibi 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkıyla CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı birbirine çok yakın değerlerdir.

Şekil 6.7'de ve 6.8'de sırasıyla 10 lt/h ve 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



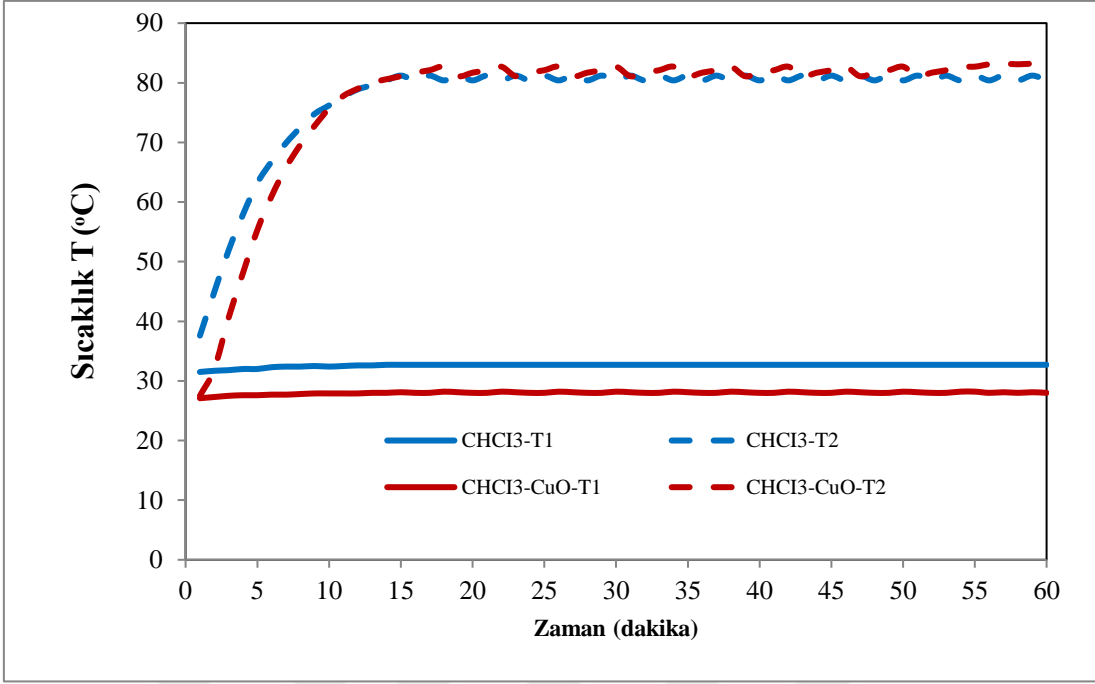
Şekil 6. 7. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)



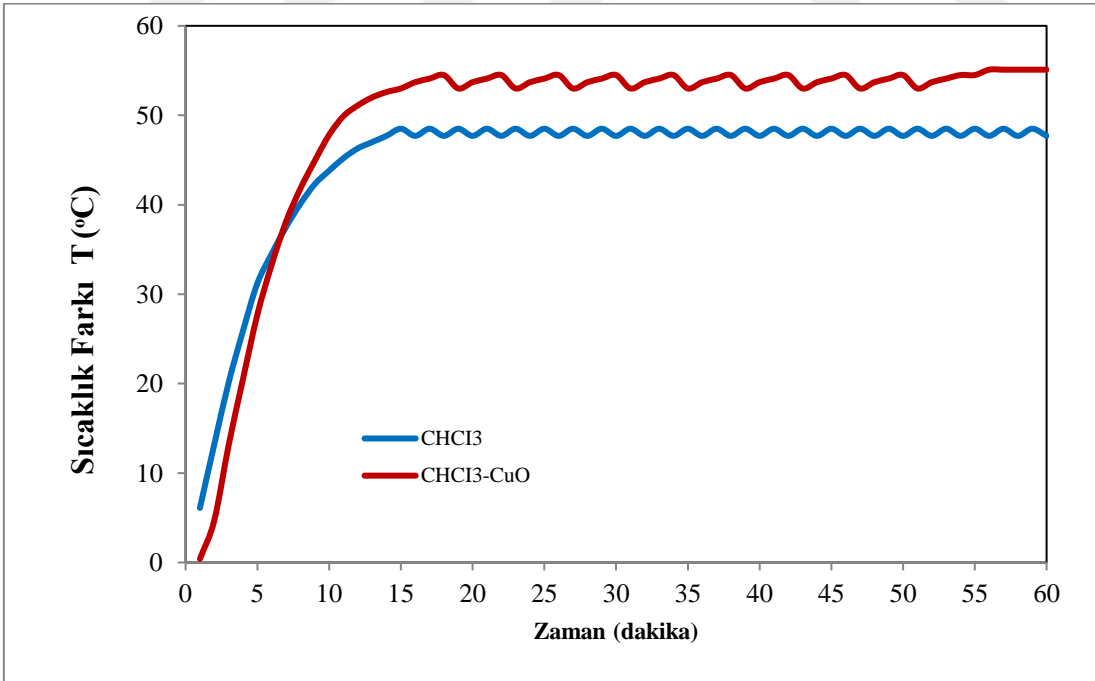
Şekil 6. 8. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.8'de görüldüğü gibi 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.9'da ve 6.10'da sırasıyla 10 lt/h ve 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



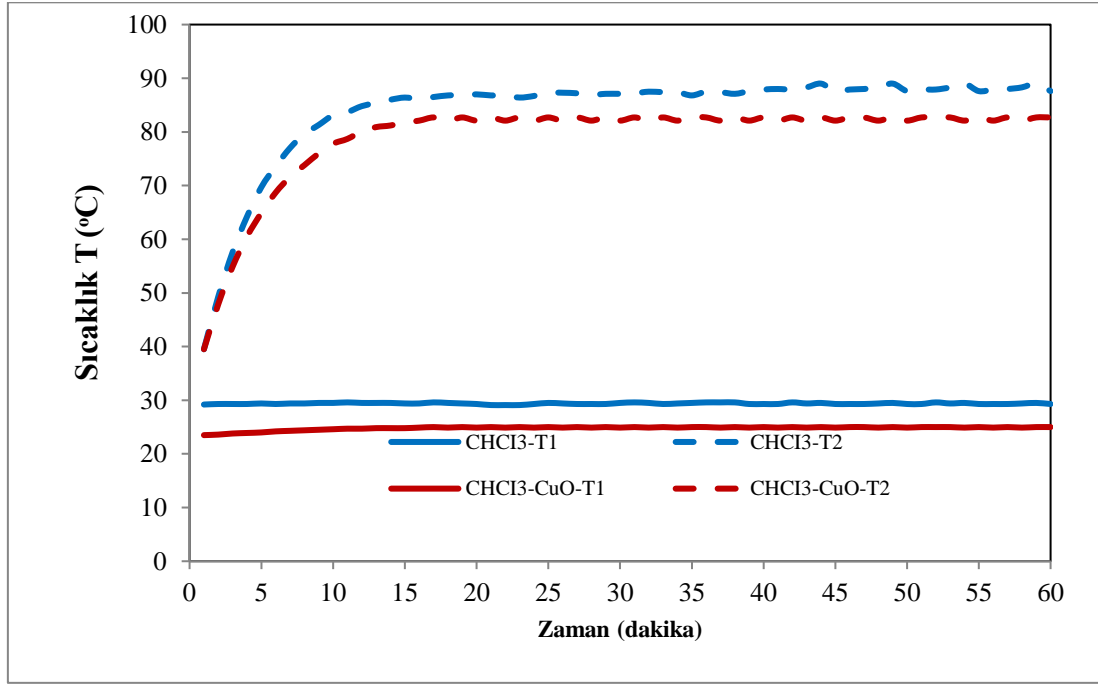
Şekil 6. 9. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)



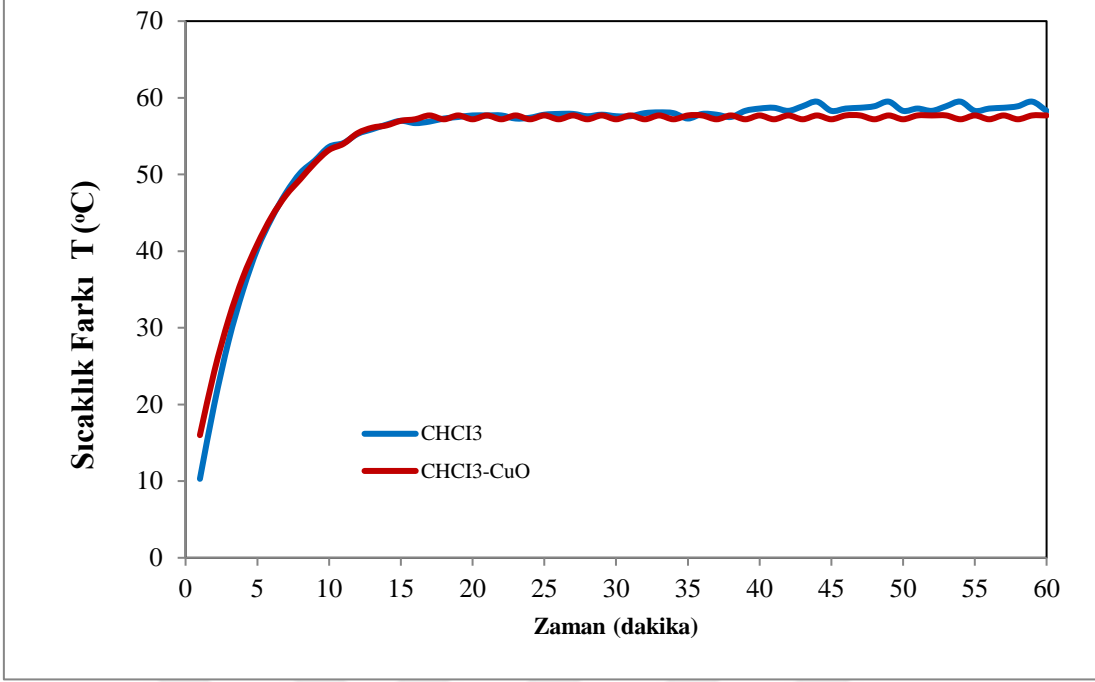
Şekil 6. 10. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.10’da görüldüğü gibi 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından yüksektir.

Şekil 6.11’da ve 6.12’de sırasıyla 10 lt/h ve 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



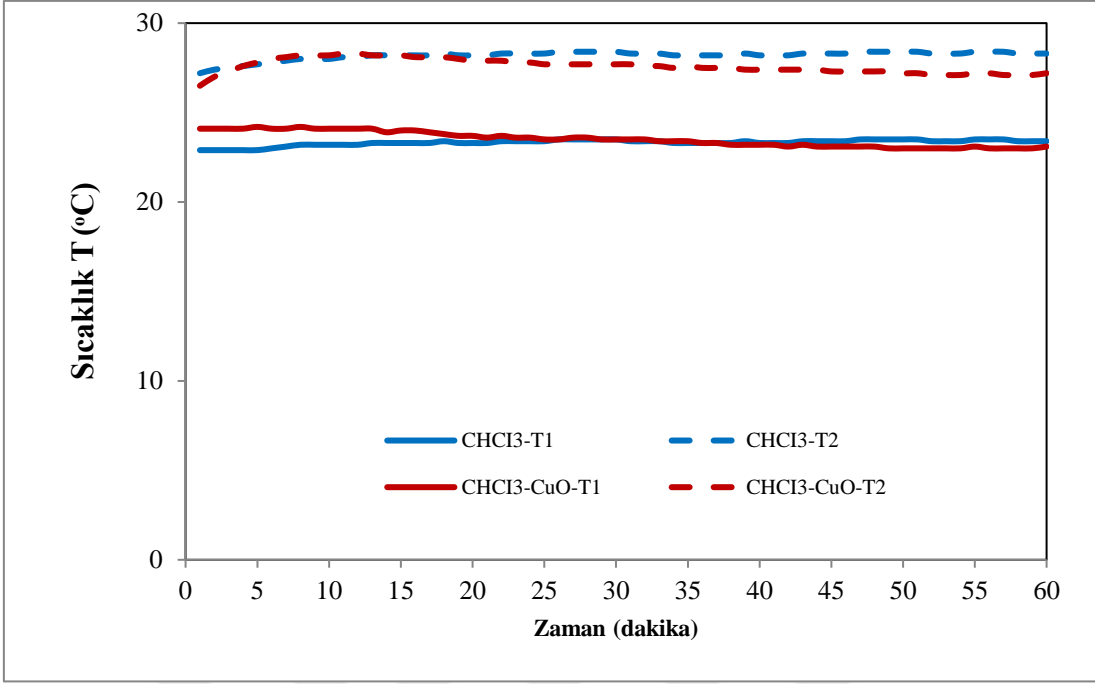
Şekil 6. 11. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (10 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)



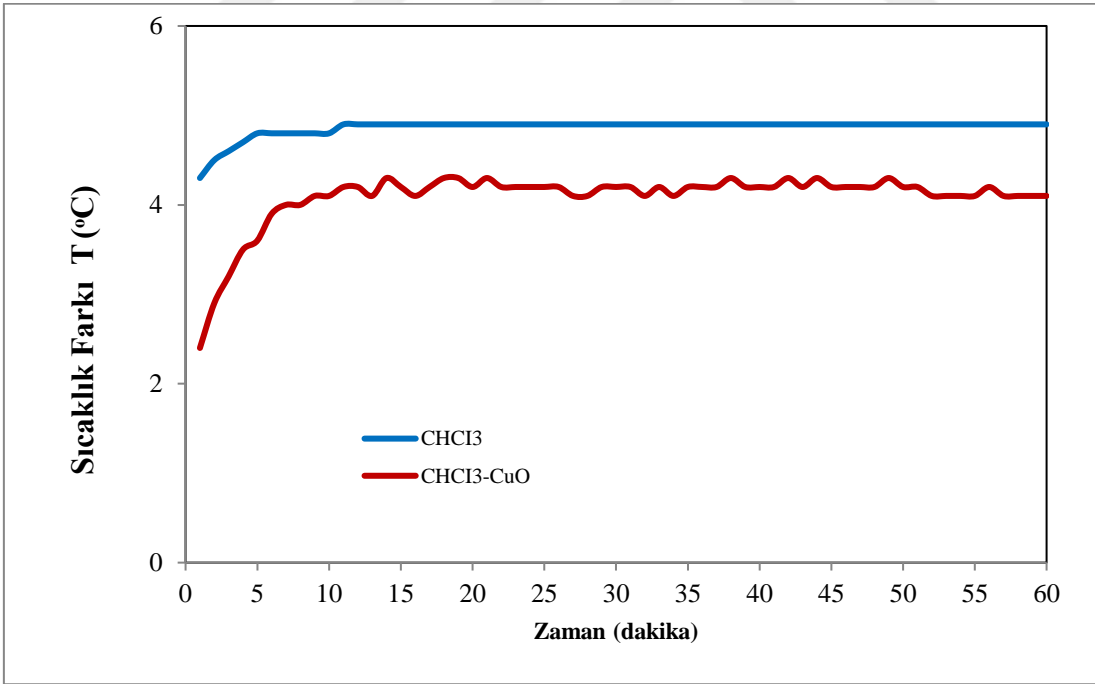
Şekil 6. 12. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(10 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.12’de görüldüğü gibi 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkıyla yakın değerler hesaplanmıştır.

Şekil 6.13’de ve 6.14’de sırasıyla 20 lt/h ve 200 W ısıtıcı gücünde CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



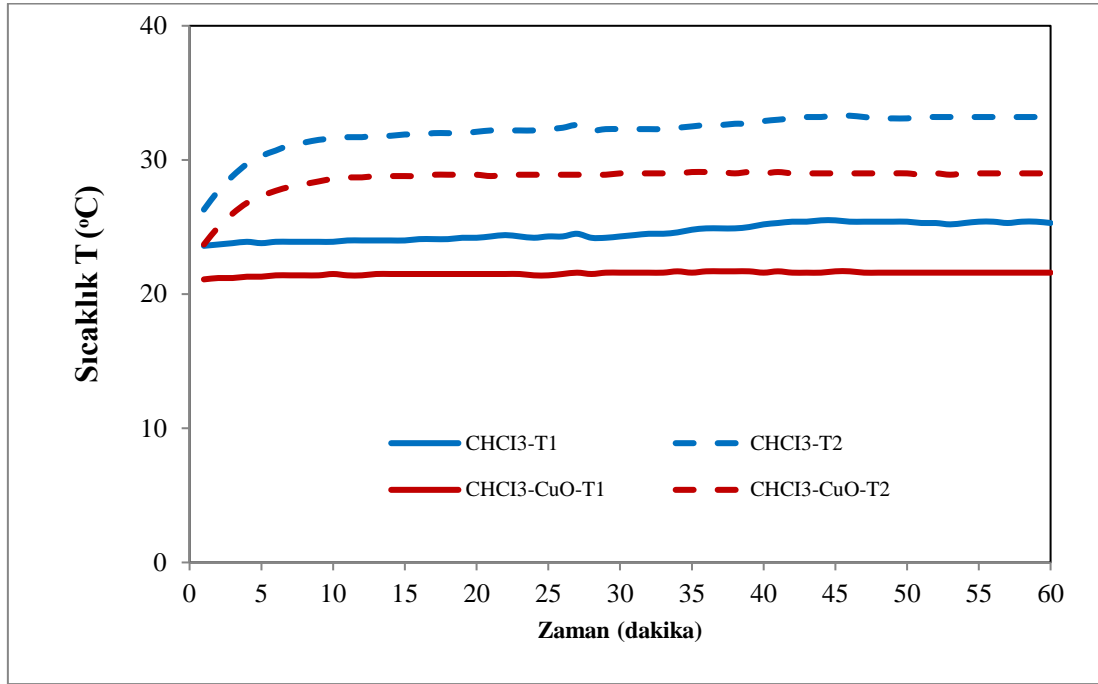
Şekil 6. 13. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)



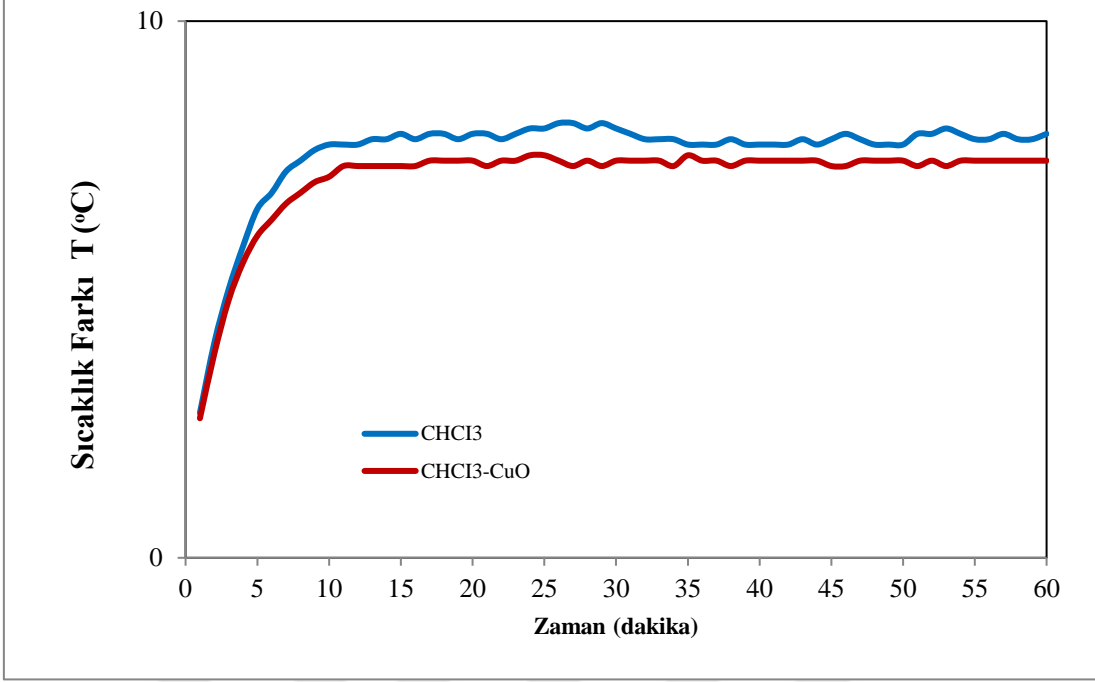
Şekil 6. 14. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.14’de görüldüğü gibi 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.15’de ve 6.16’da sırasıyla 20 lt/h ve 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



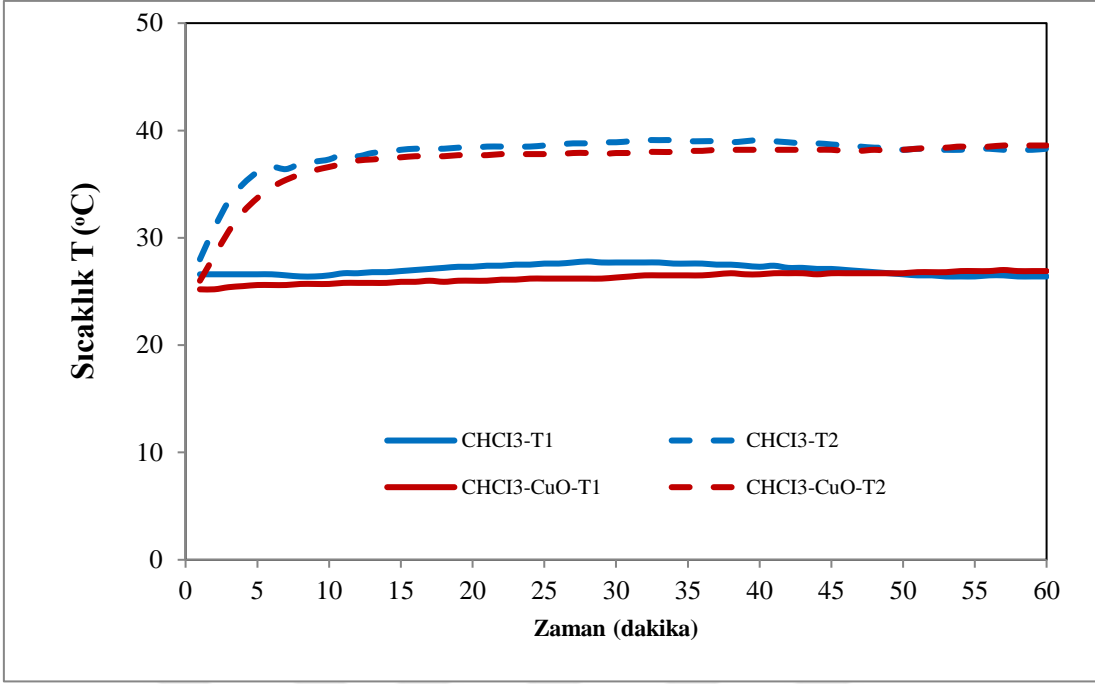
Şekil 6. 15. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)



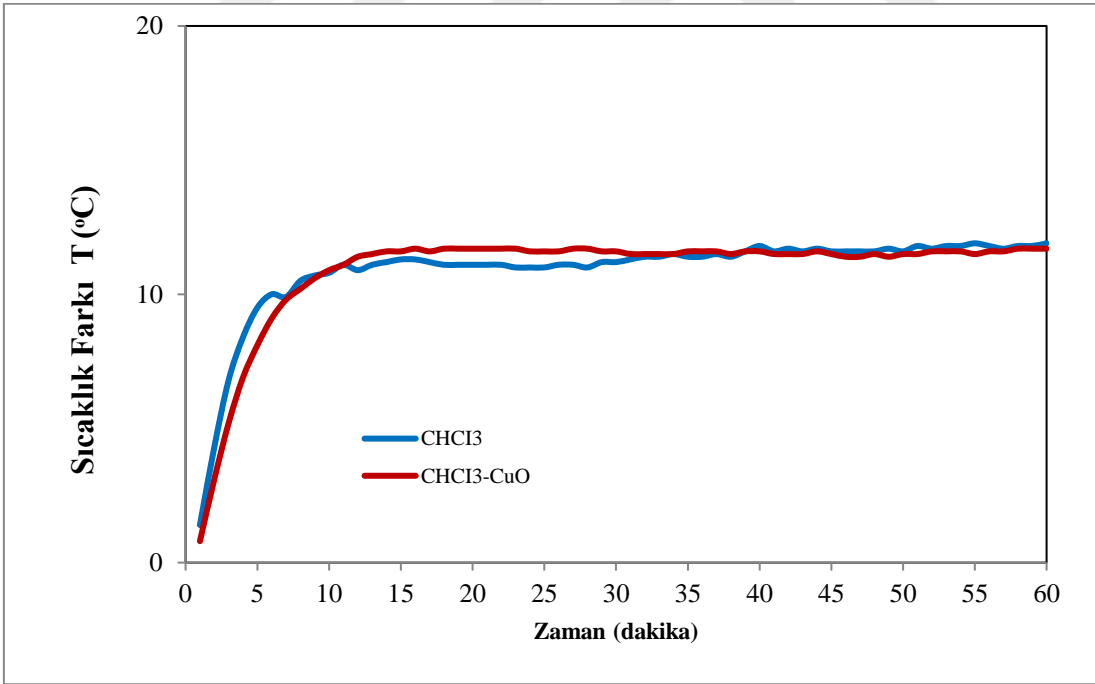
Şekil 6. 16. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.16'de görüldüğü gibi 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO karışımli sistemin soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farkı CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.17'de ve 6.18'de sırasıyla 20 lt/h ve 400 W ısıtıcı gücünde CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



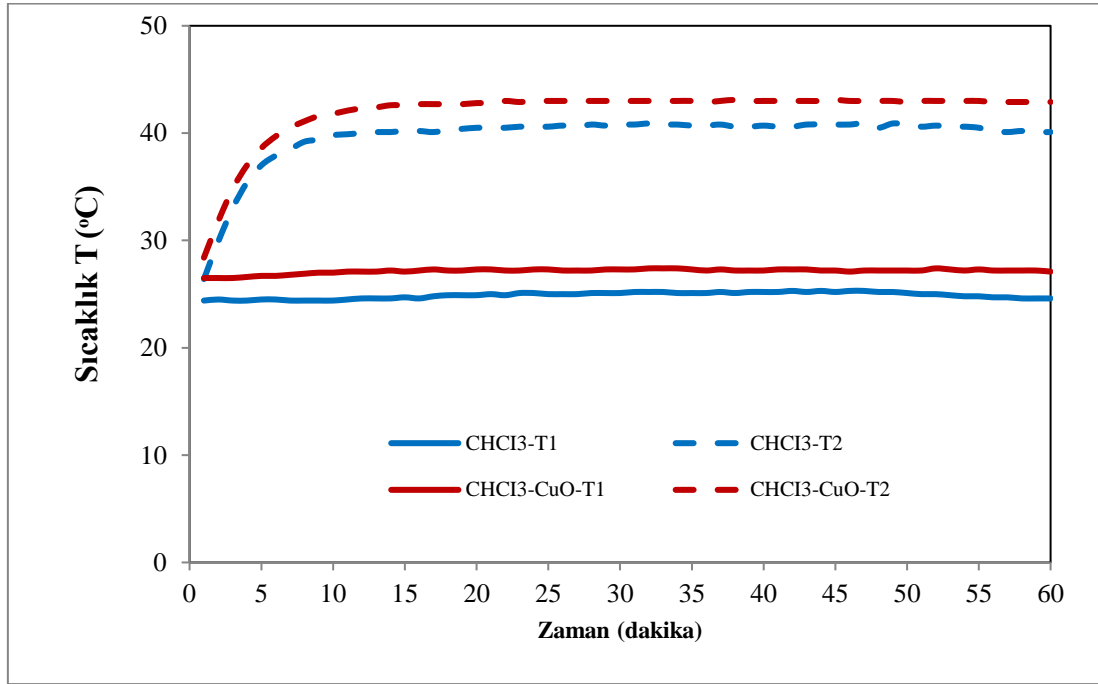
Şekil 6. 17. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)



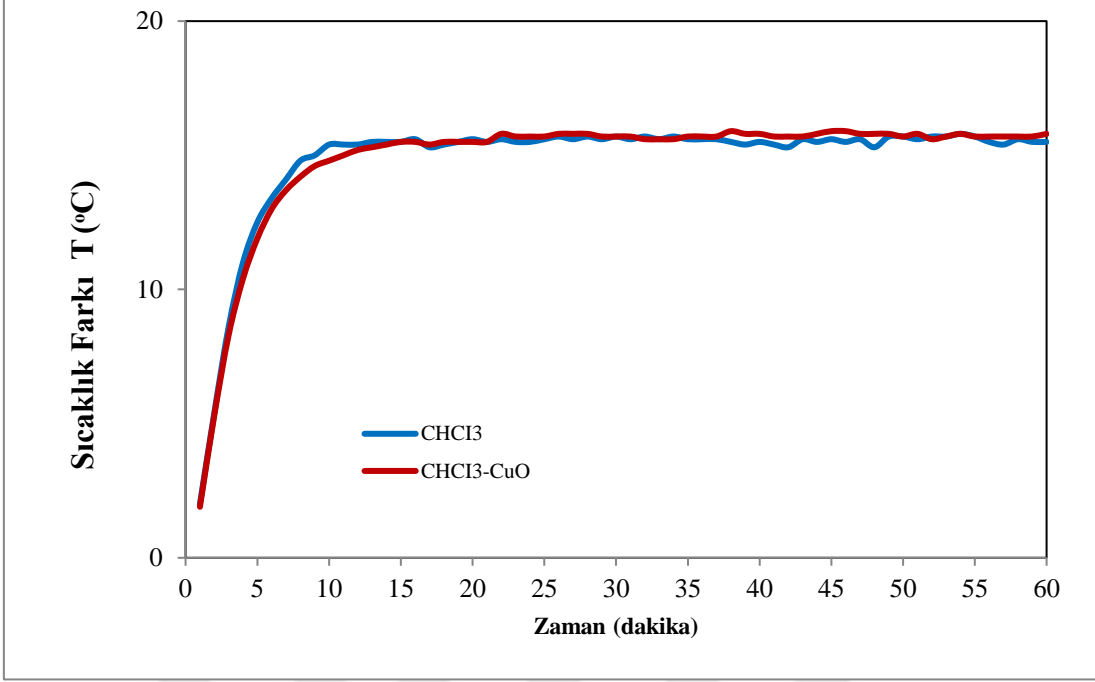
Şekil 6. 18. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.18’de görüldüğü gibi 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farkıyla CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı çok yakın değerler hesaplanmıştır.

Şekil 6.19’da ve 6.20’de sırasıyla 20 lt/h ve 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



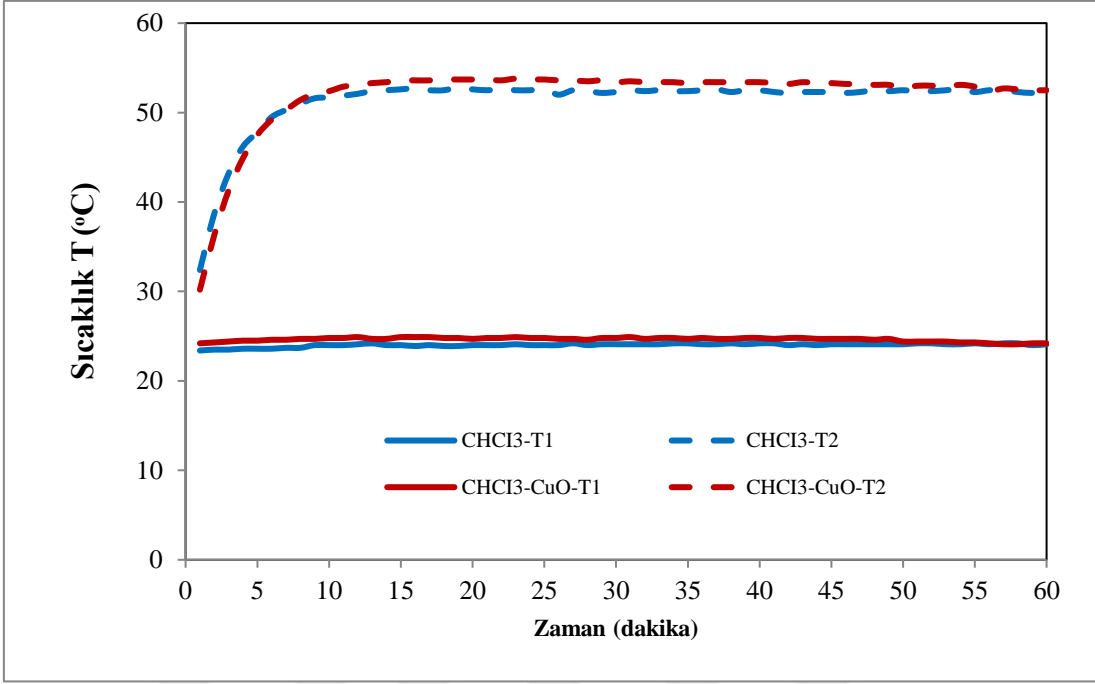
Şekil 6. 19. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi (20 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)



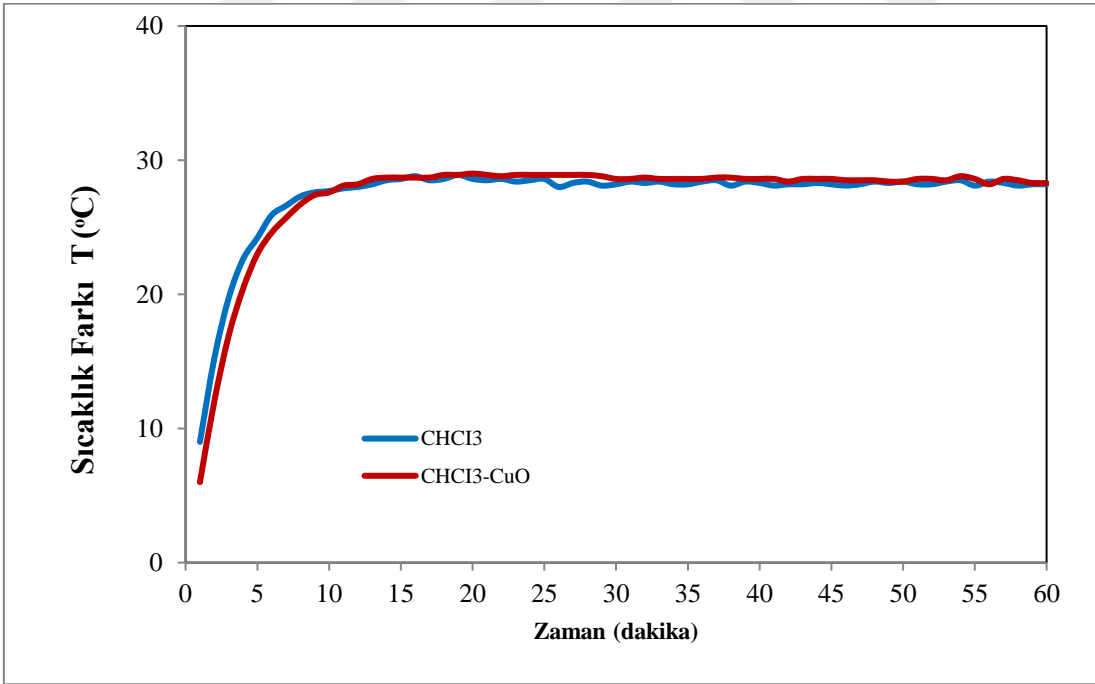
Şekil 6. 20. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.20'de görüldüğü gibi 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO karışımli sistemin soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farkıyla CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı çok yakın değerler hesaplanmıştır.

Şekil 6.21'de ve 6.22'de sırasıyla 20 lt/h ve 800 W ısıtıcı gücünde CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



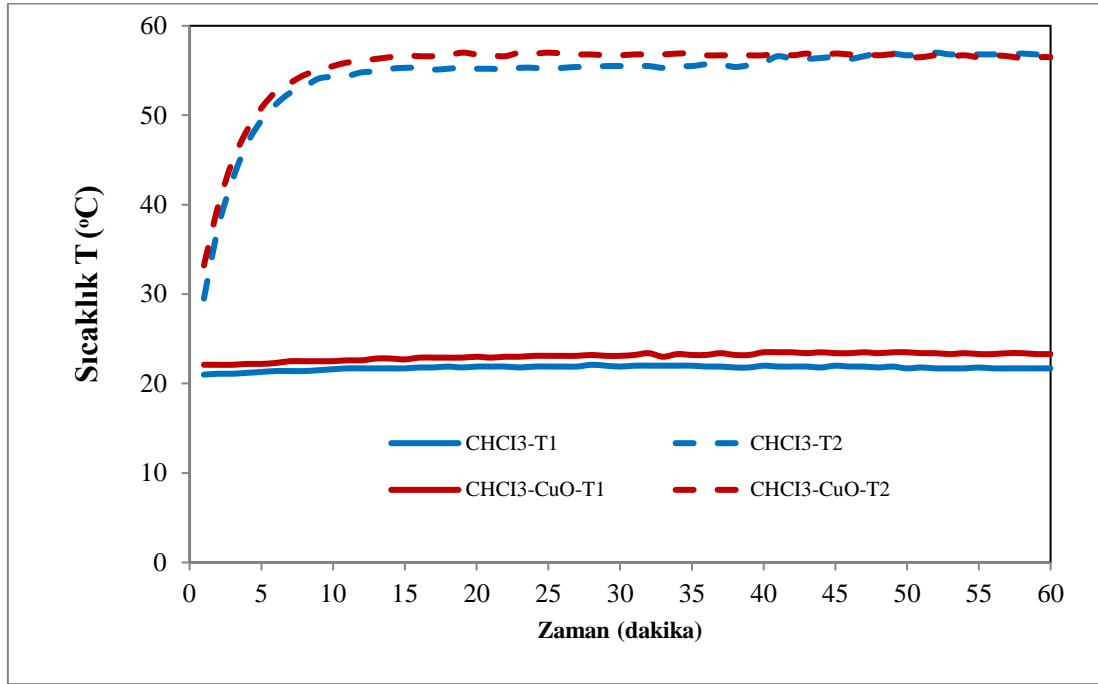
Şekil 6. 21. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)



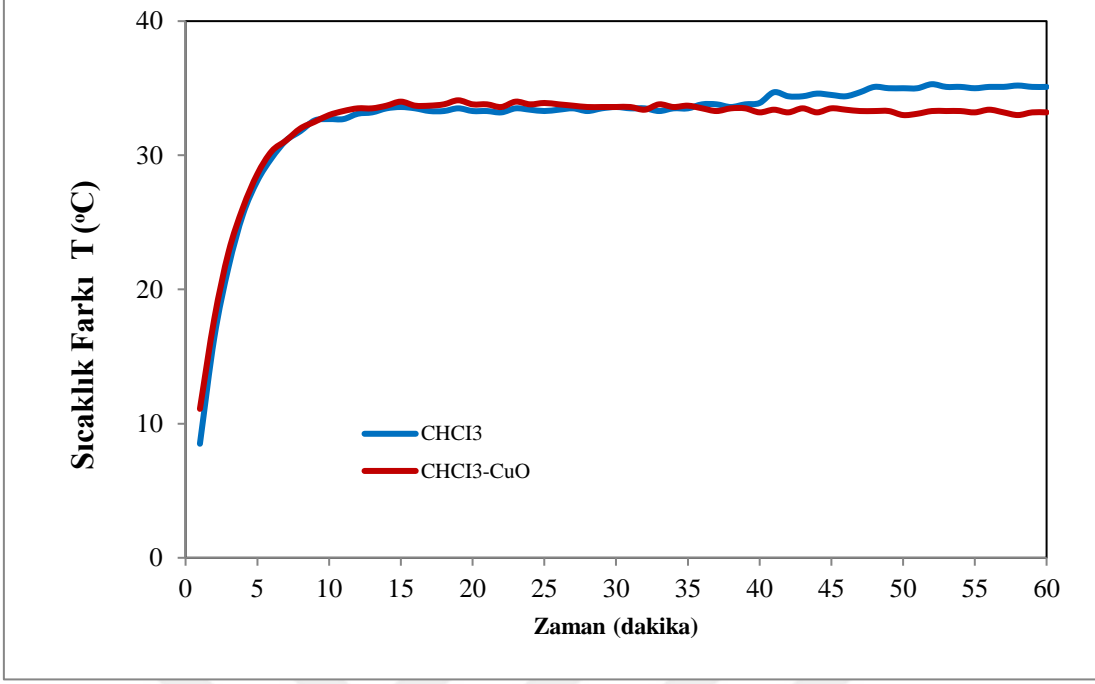
Şekil 6. 22. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.22’de görüldüğü gibi 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı ve CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı yakın değerler hesaplanmıştır.

Şekil 6.23’de ve 6.24’de sırasıyla 20 lt/h ve 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



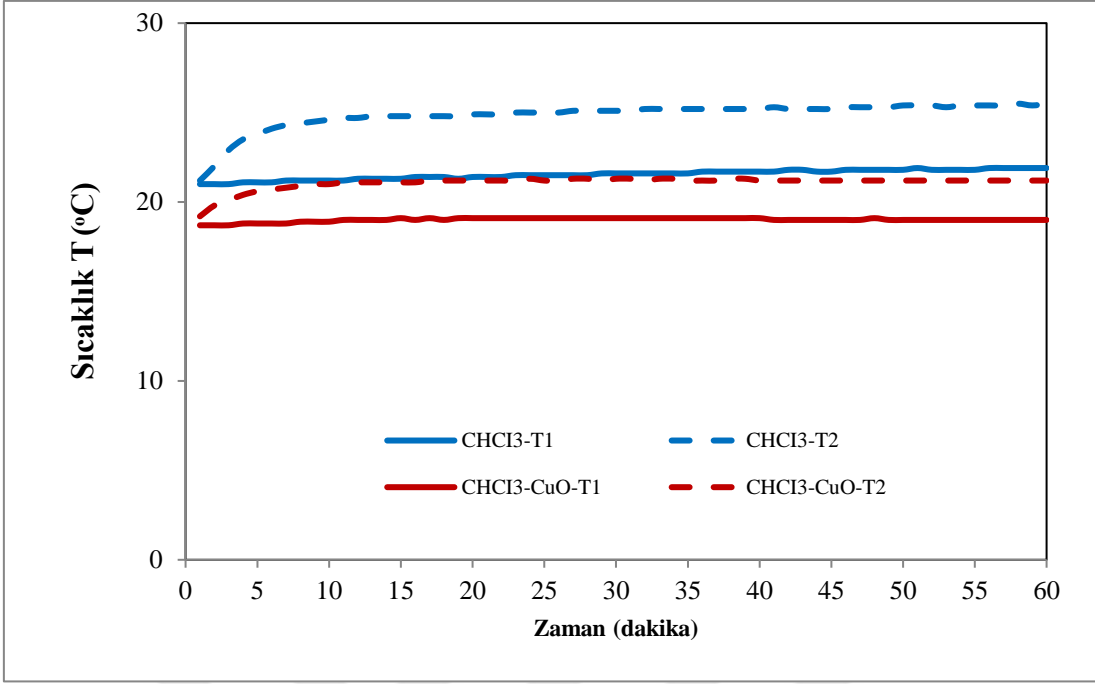
Şekil 6. 23. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)



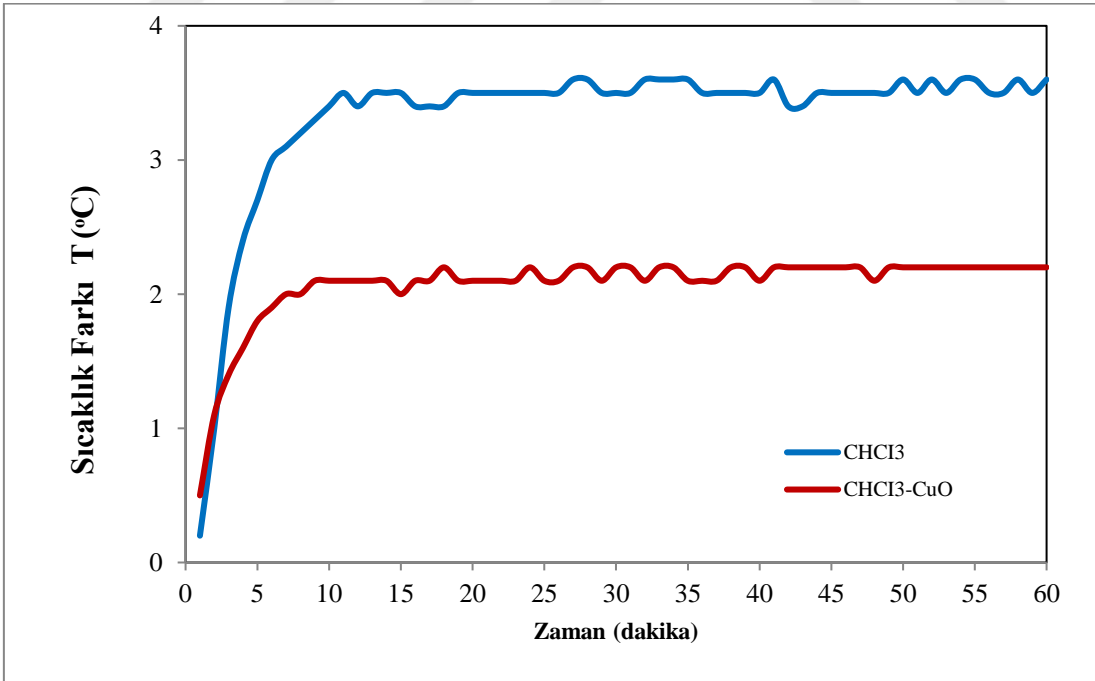
Şekil 6. 24. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(20 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.24'de görüldüğü gibi 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO karışımlı sistemin soğutma suyu sıcaklık farkıyla CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı 40.dk'ya kadar çok yakinken, 40.dk'dan sonra CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkı daha yüksektir.

Şekil 6.25'de ve 6.26'da sırasıyla 30 lt/h ve 200 W ısıtıcı gücünde CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



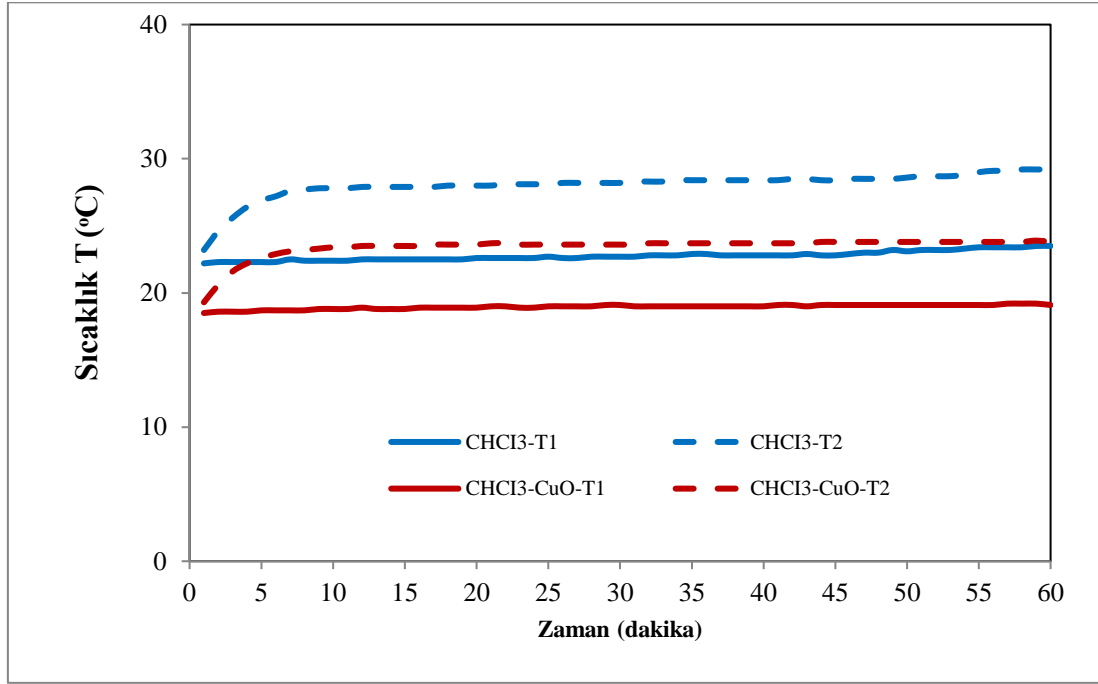
Şekil 6. 25. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)



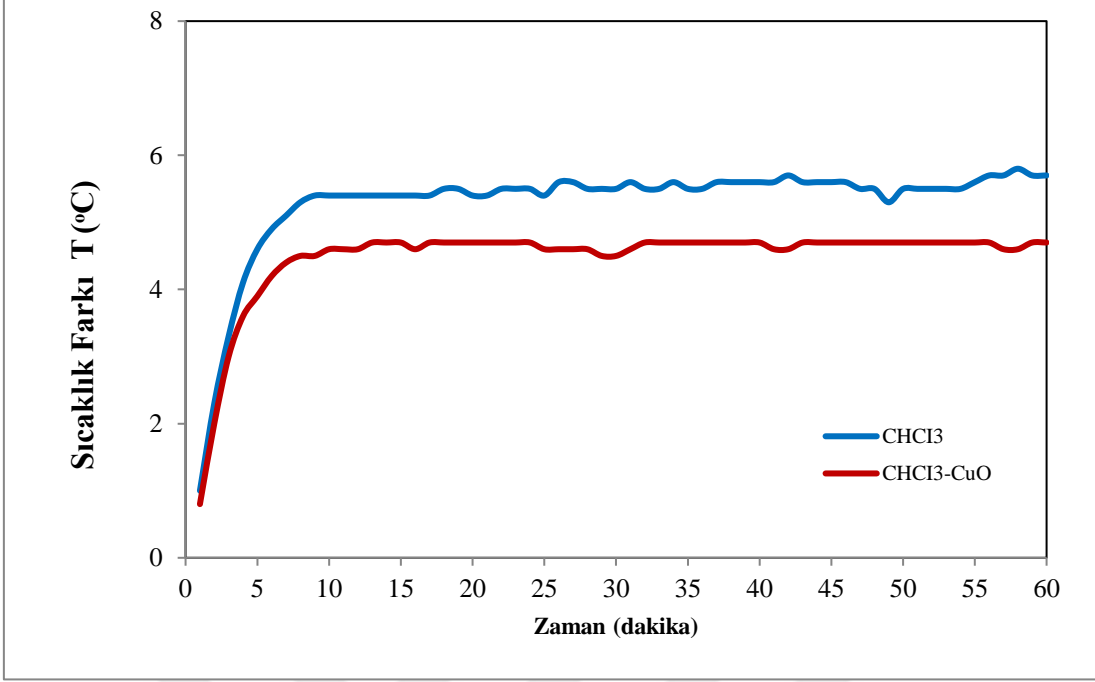
Şekil 6. 26. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 200 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.26’de görüldüğü gibi 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.27’de ve 6.28’da sırasıyla 30 lt/h ve 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



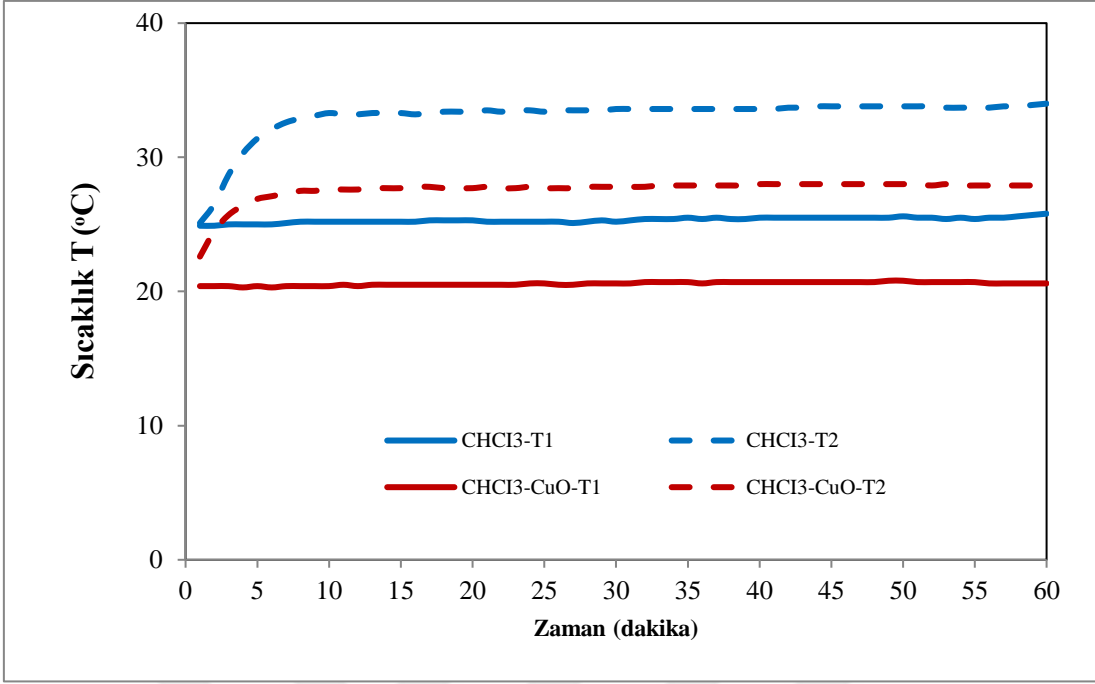
Şekil 6. 27. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)



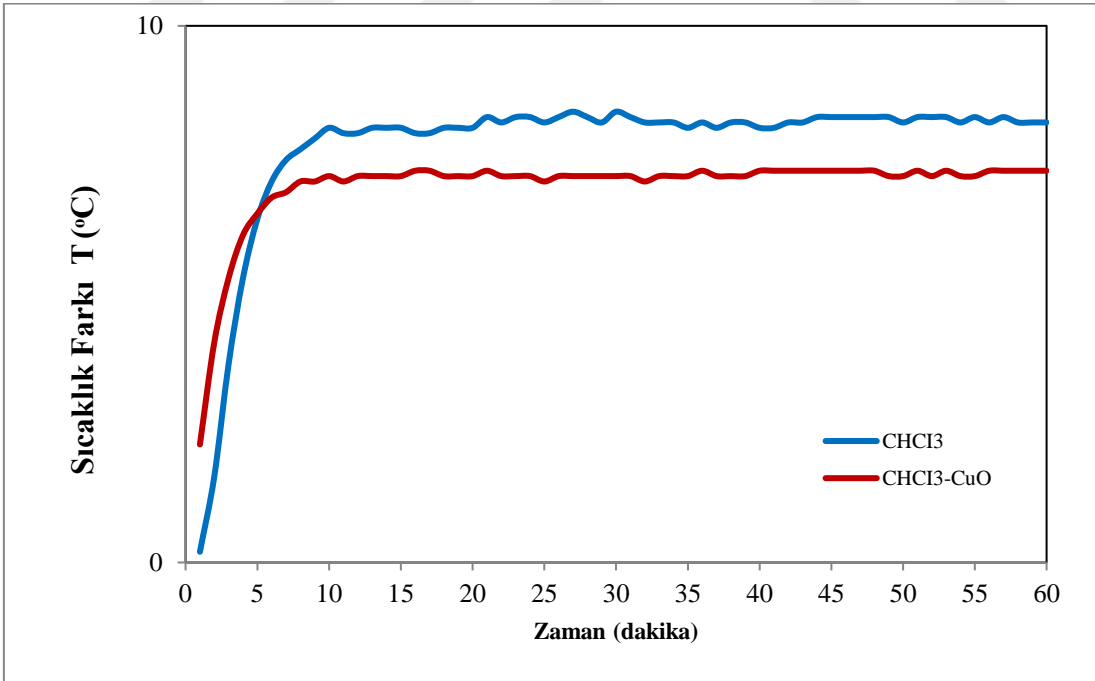
Şekil 6. 28. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 300 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.28’de görüldüğü gibi 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından daha düşüktür.

Şekil 6.29’da ve 6.30’da sırasıyla 30 lt/h ve 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



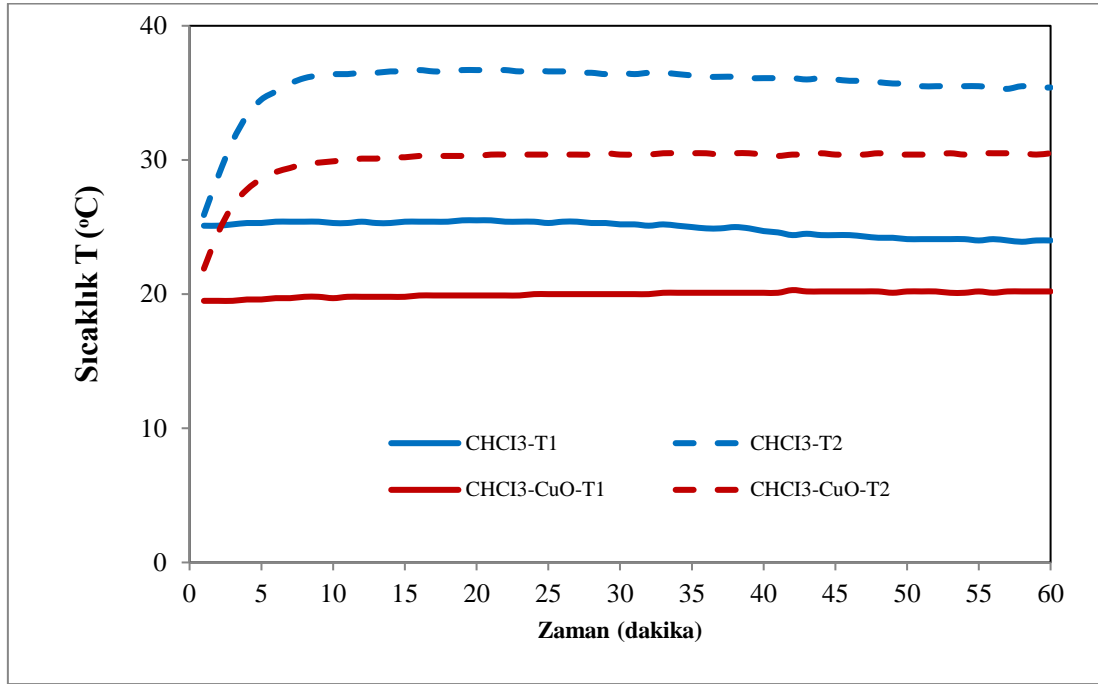
Şekil 6. 29. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)



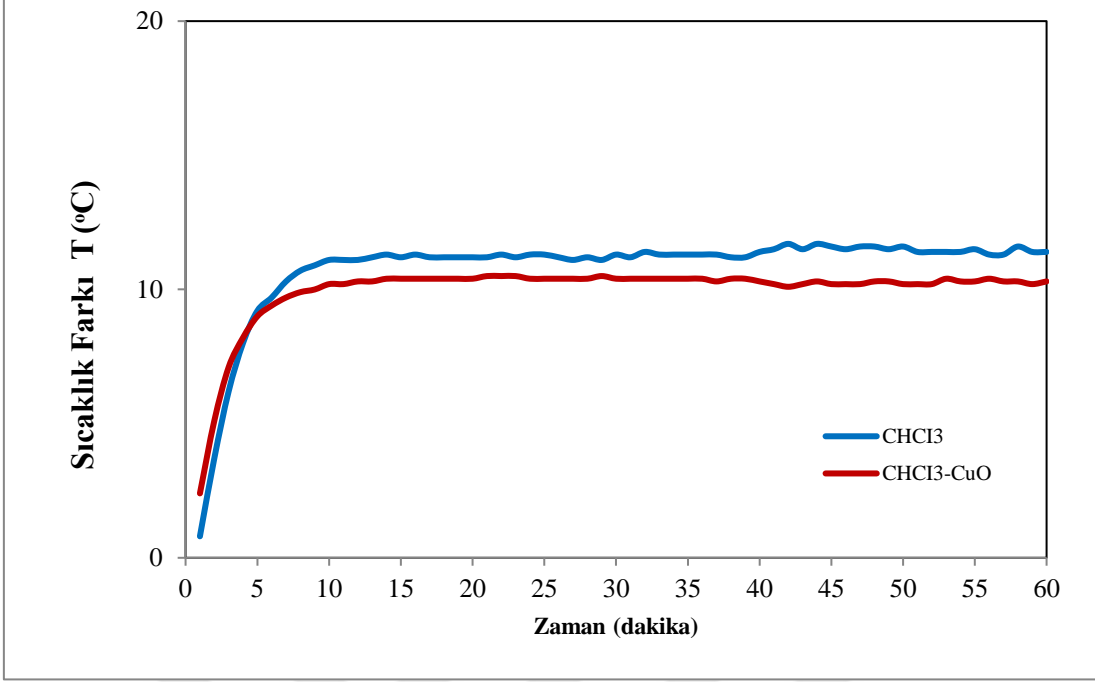
Şekil 6. 30. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 400 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.30'da görüldüğü gibi 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından daha düşüktür.

Şekil 6.31'de ve 6.32'de sırasıyla 30 lt/h ve 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



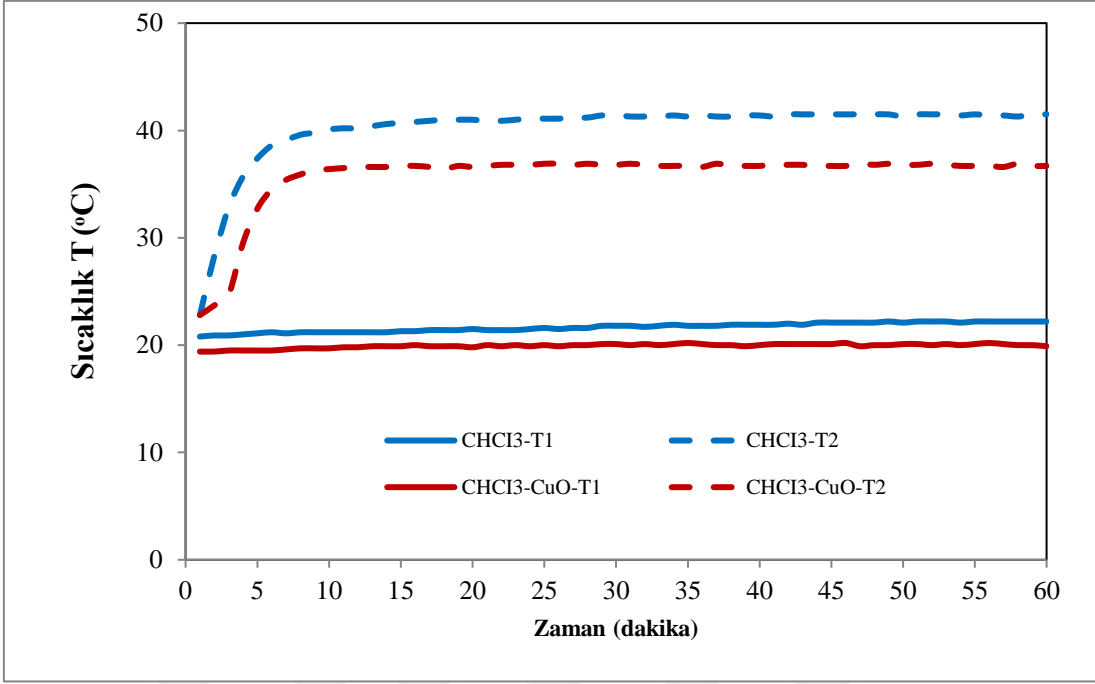
Şekil 6. 31. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)



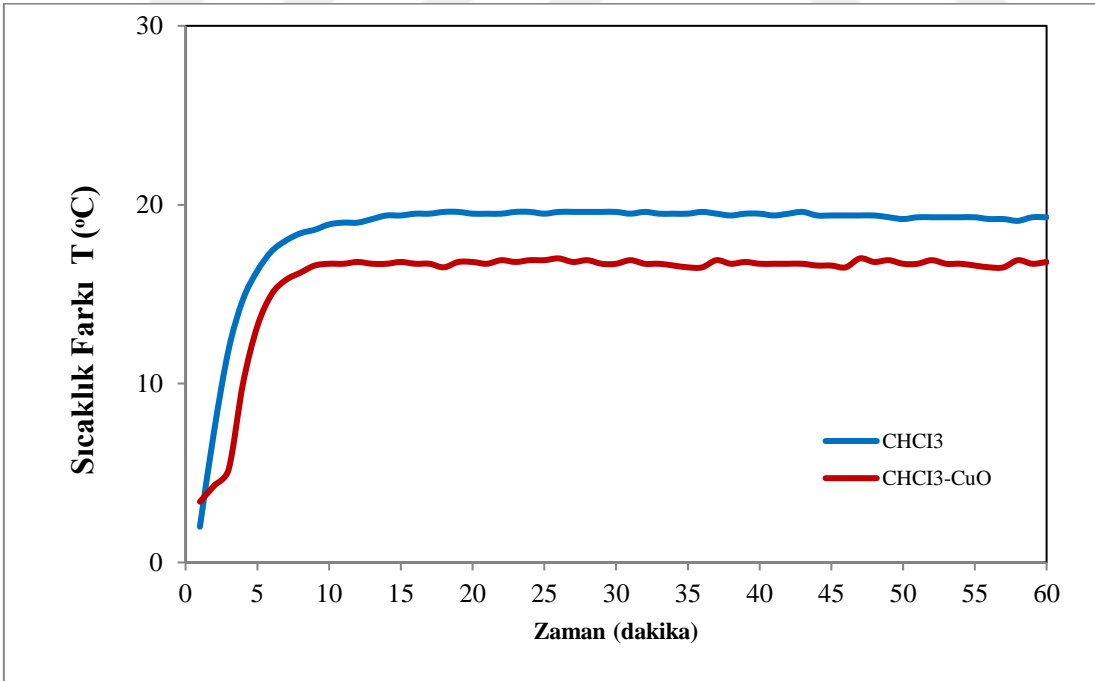
Şekil 6. 32. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 500 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.32’de görüldüğü gibi 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.33’de ve 6.34’de sırasıyla 30 lt/h ve 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



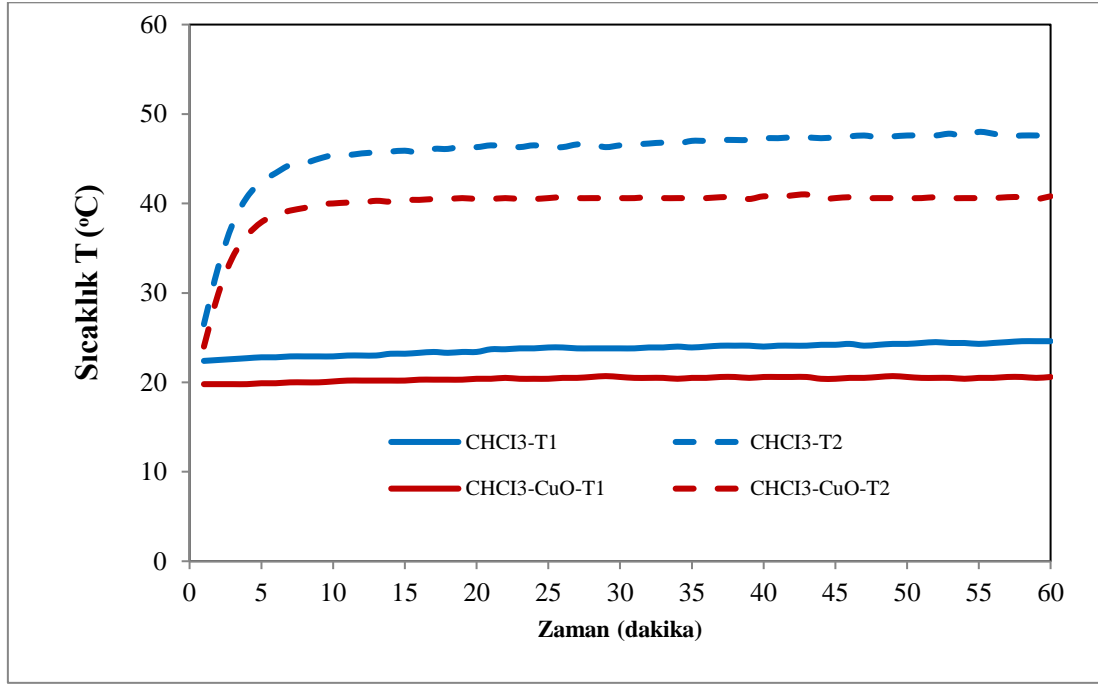
Şekil 6. 33. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)



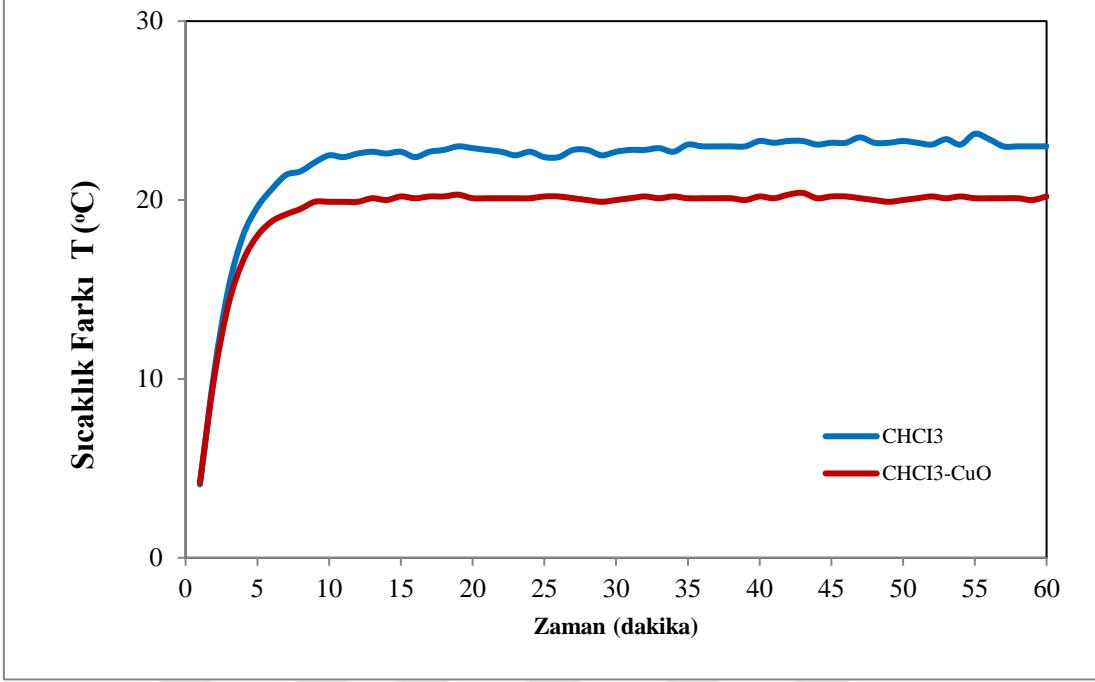
Şekil 6. 34. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 800 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.34’da görüldüğü gibi 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Şekil 6.35’de ve 6.36’da sırasıyla 30 lt/h ve 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımı için, ısı borusu soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları ve giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi verilmiştir.



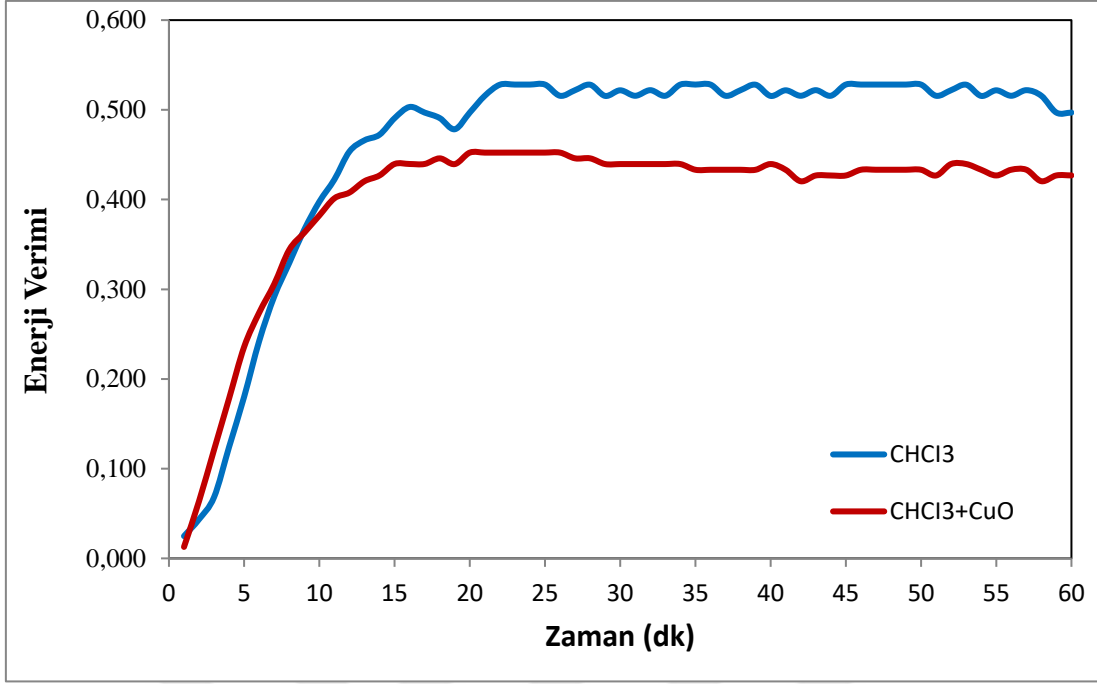
Şekil 6. 35. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)



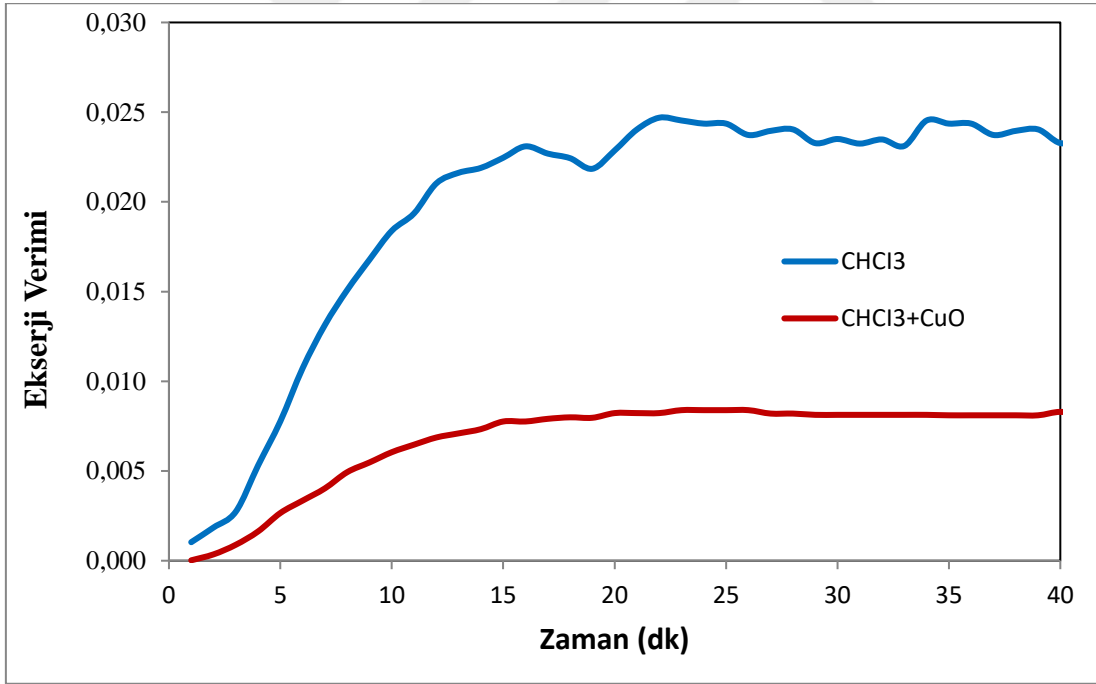
Şekil 6. 36. Soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklık farklarının zamana bağlı değişimi
(30 lt/h soğutma suyu debisi ve 1000 W ısıtıcı gücü)

Şekil 6.36’da görüldüğü gibi 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin soğutma suyu sıcaklık farkı CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin sıcaklık farkından düşüktür.

Buradan sonraki grafiklerde CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistem ve CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin enerji ve ekserji analizleri karşılaştırılmıştır.

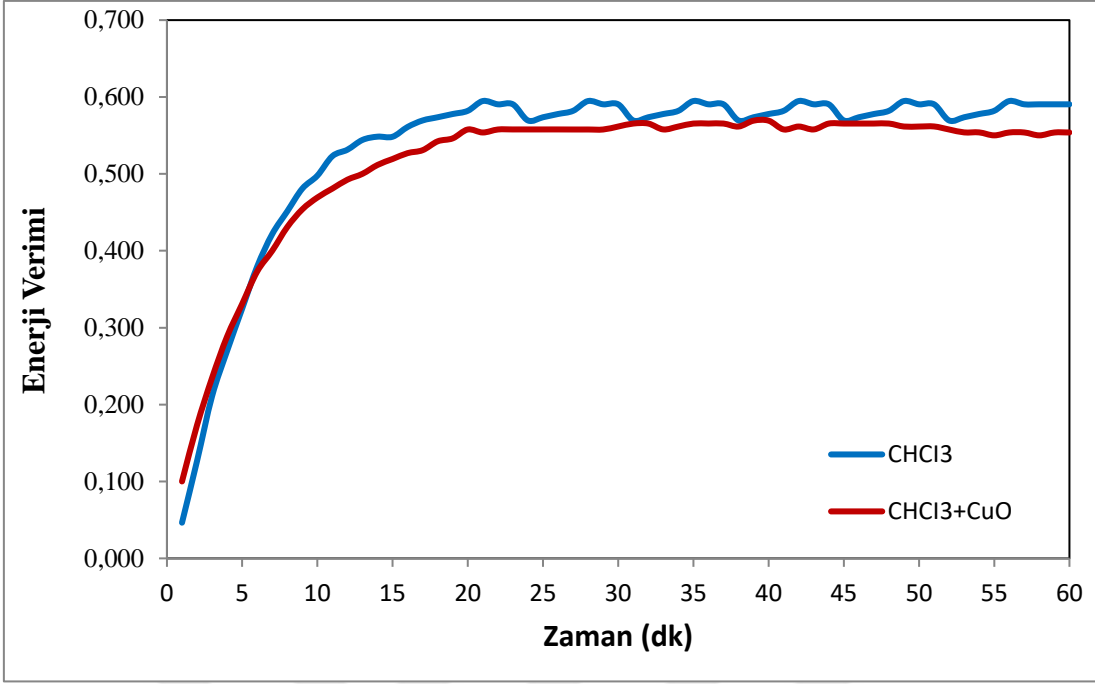


Şekil 6. 37. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

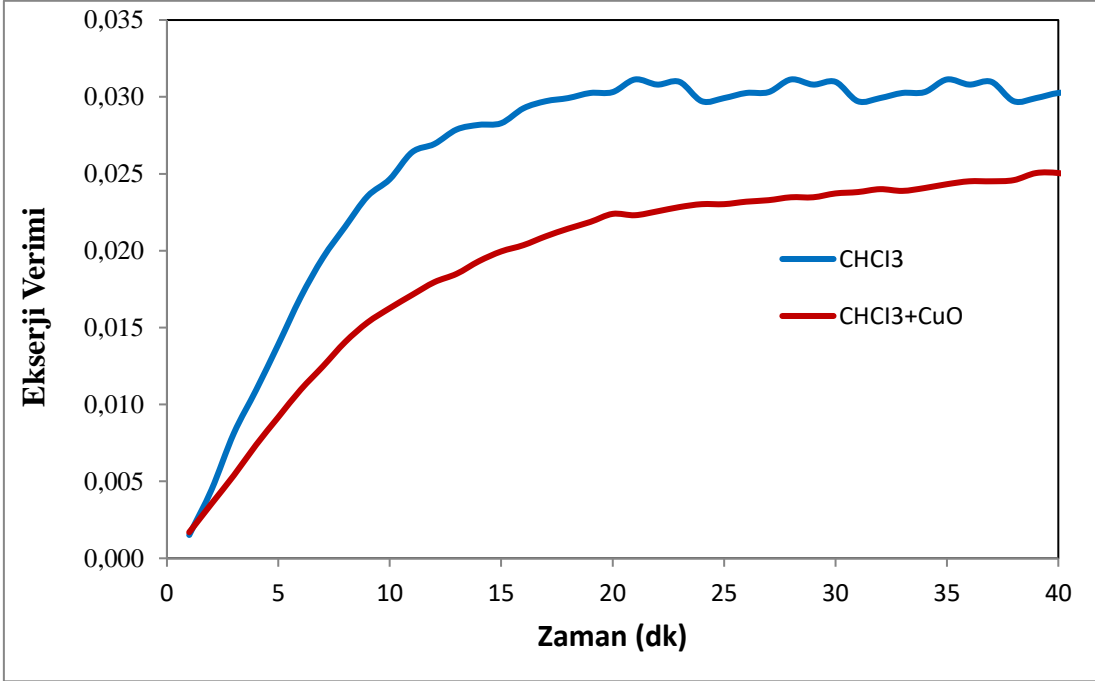


Şekil 6. 38. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.37 ve 6.38'den görüldüğü gibi 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha düşüktür.

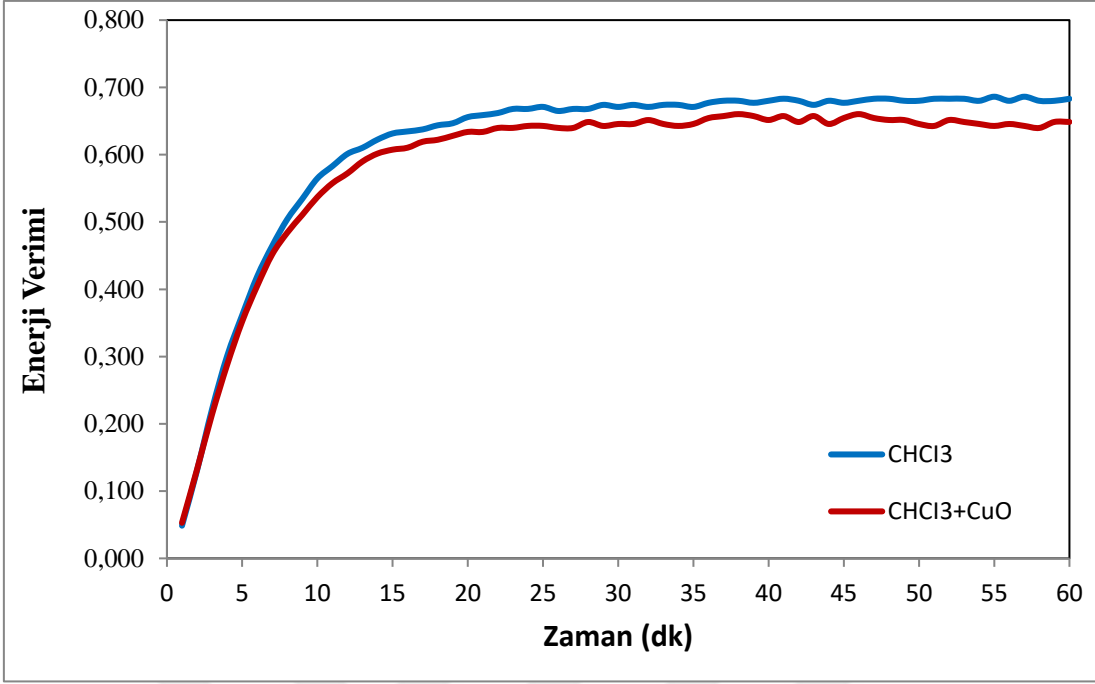


Şekil 6. 39. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

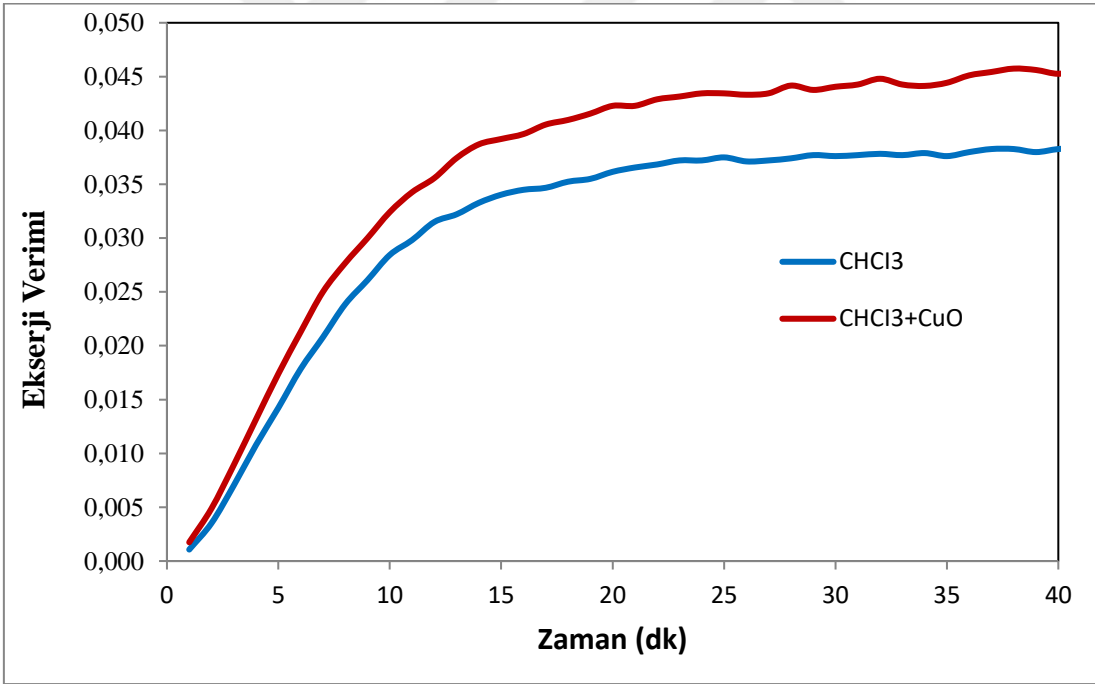


Şekil 6. 40. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.39 ve 6.40'dan görüldüğü gibi 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.

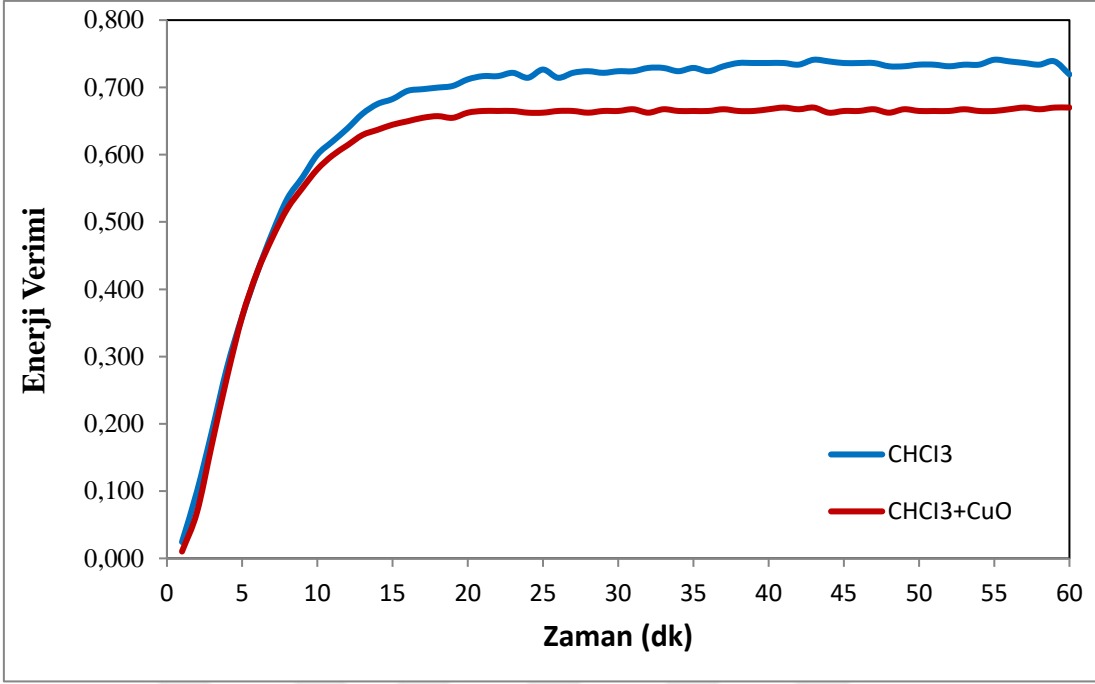


Şekil 6. 41. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

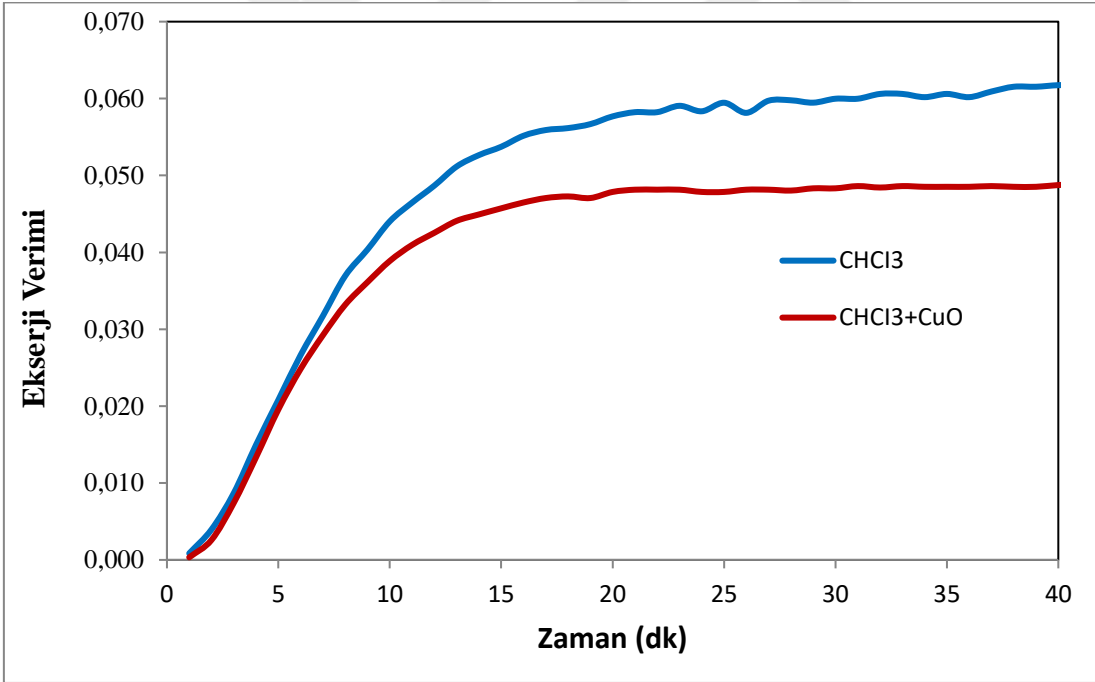


Şekil 6. 42. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.41 ve 6.42'den görüldüğü gibi 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha düşükken, CHCl_3+CuO karışımli sistemin ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha yüksektir.

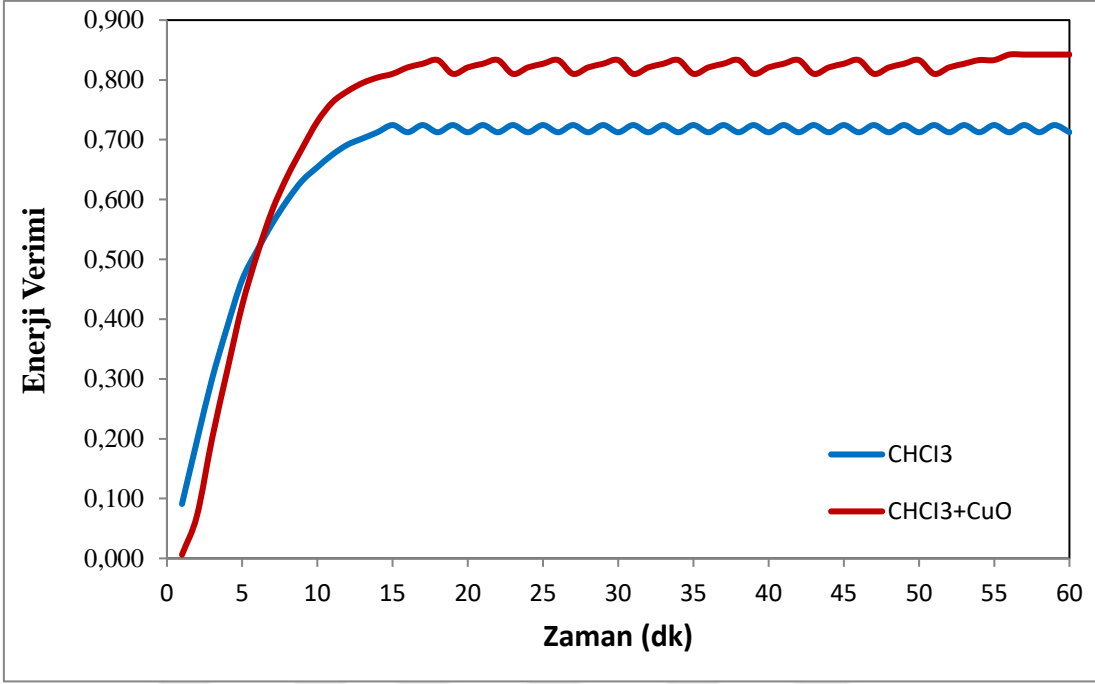


Şekil 6. 43. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

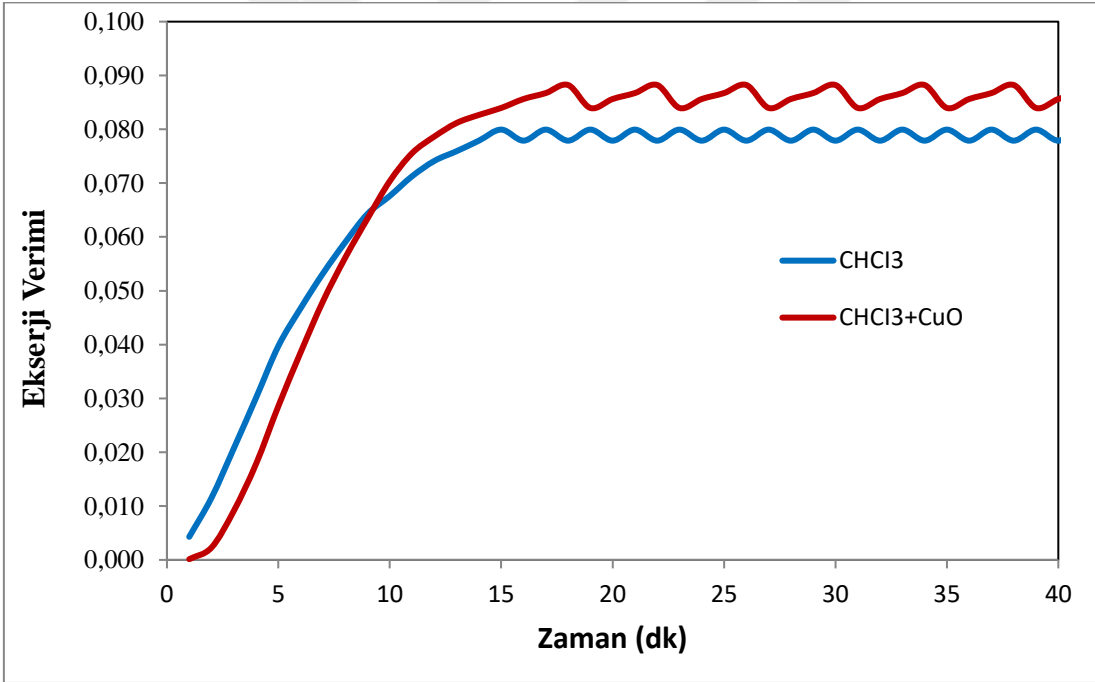


Şekil 6. 44. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.43 ve 6.44'den görüldüğü gibi 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha düşüktür.

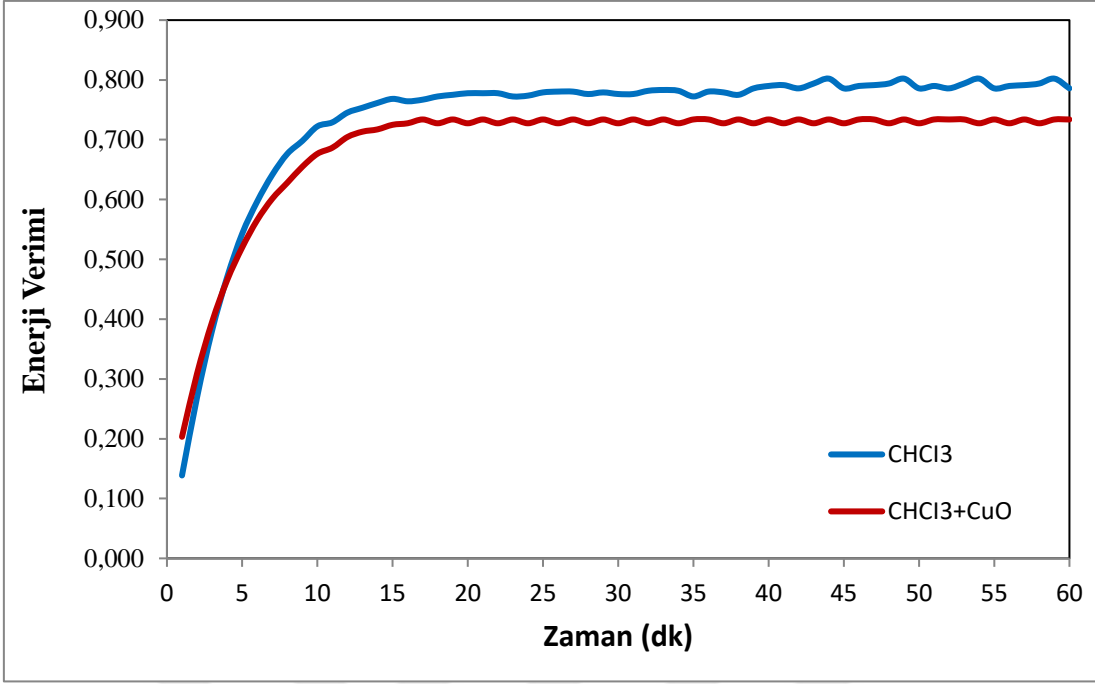


Şekil 6. 45. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

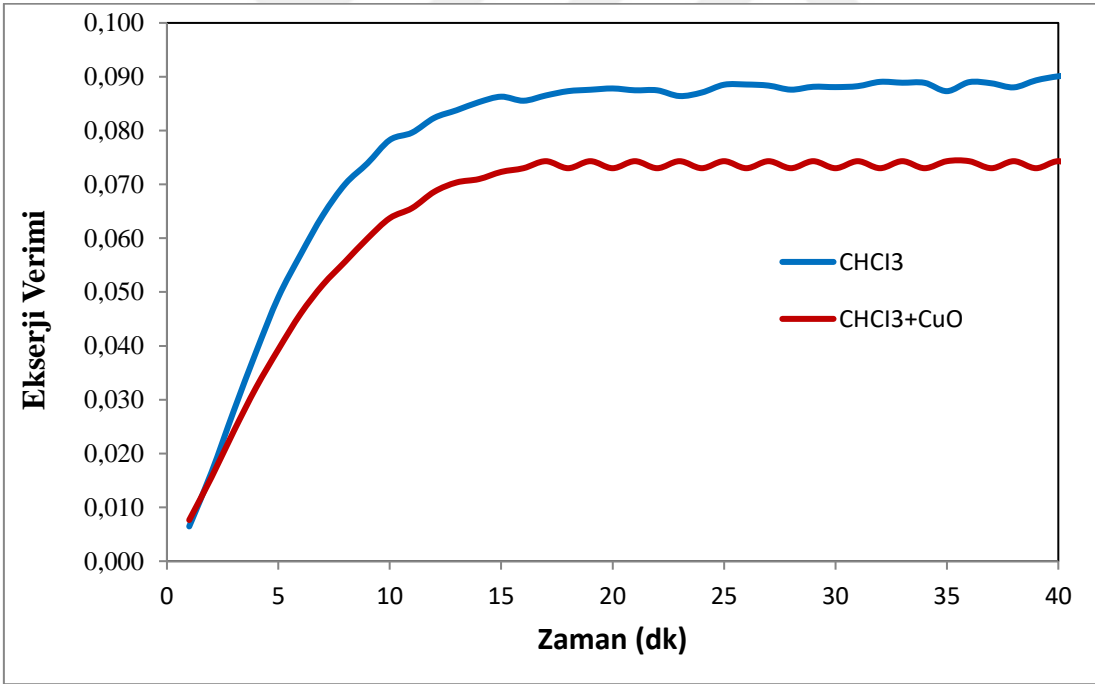


Şekil 6. 46. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.45 ve 6.46'dan görüldüğü gibi 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha yüksektir.

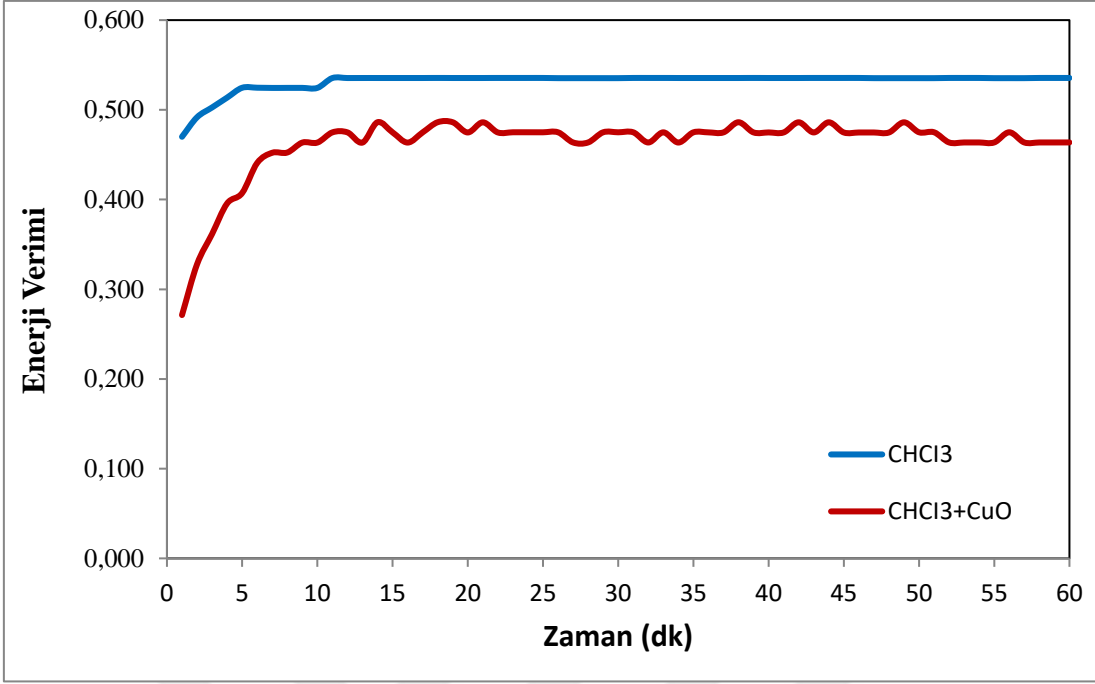


Şekil 6. 47. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

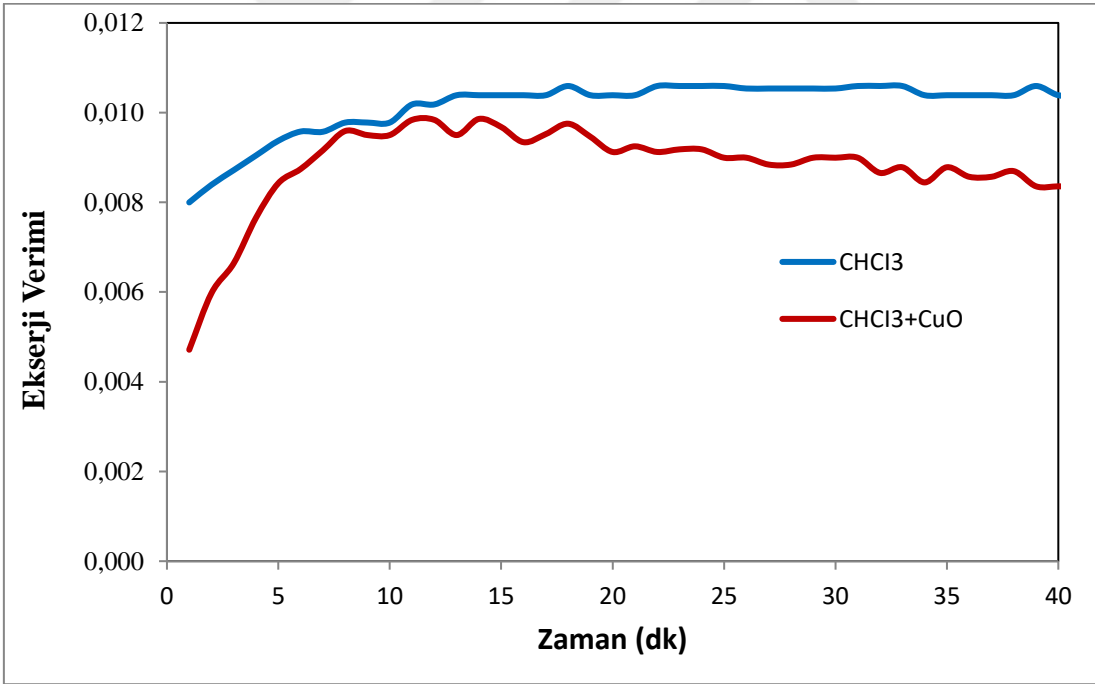


Şekil 6. 48. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.47 ve 6.48'den görüldüğü gibi 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.

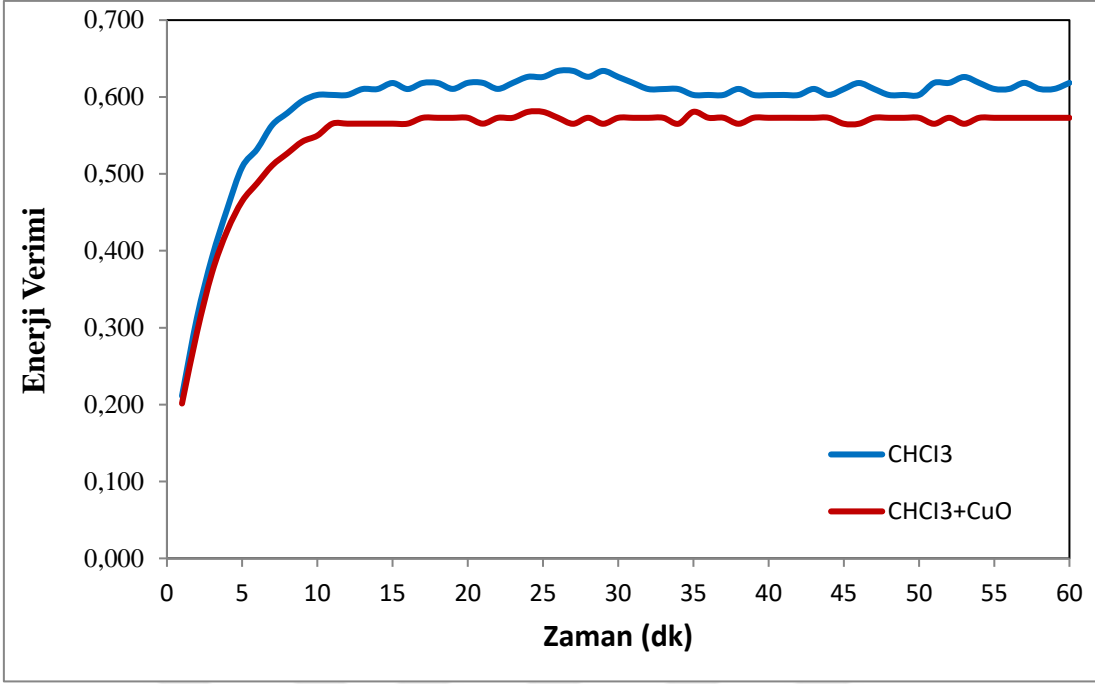


Şekil 6. 49. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

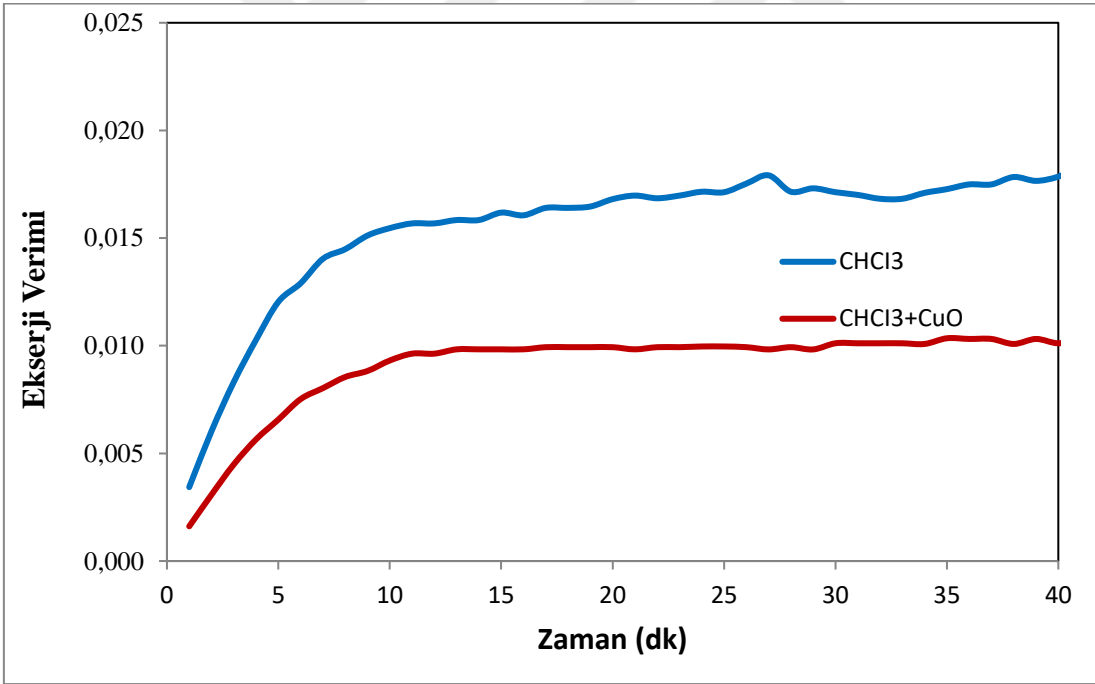


Şekil 6. 50. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.49 ve 6.50'den görüldüğü gibi 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.

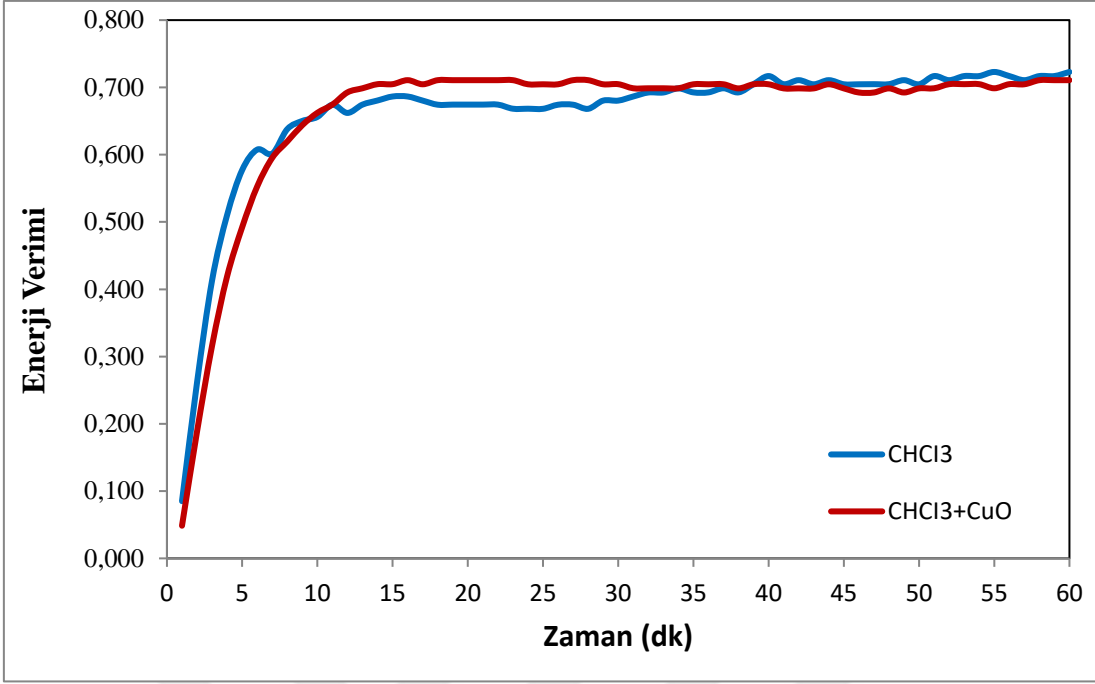


Şekil 6. 51. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

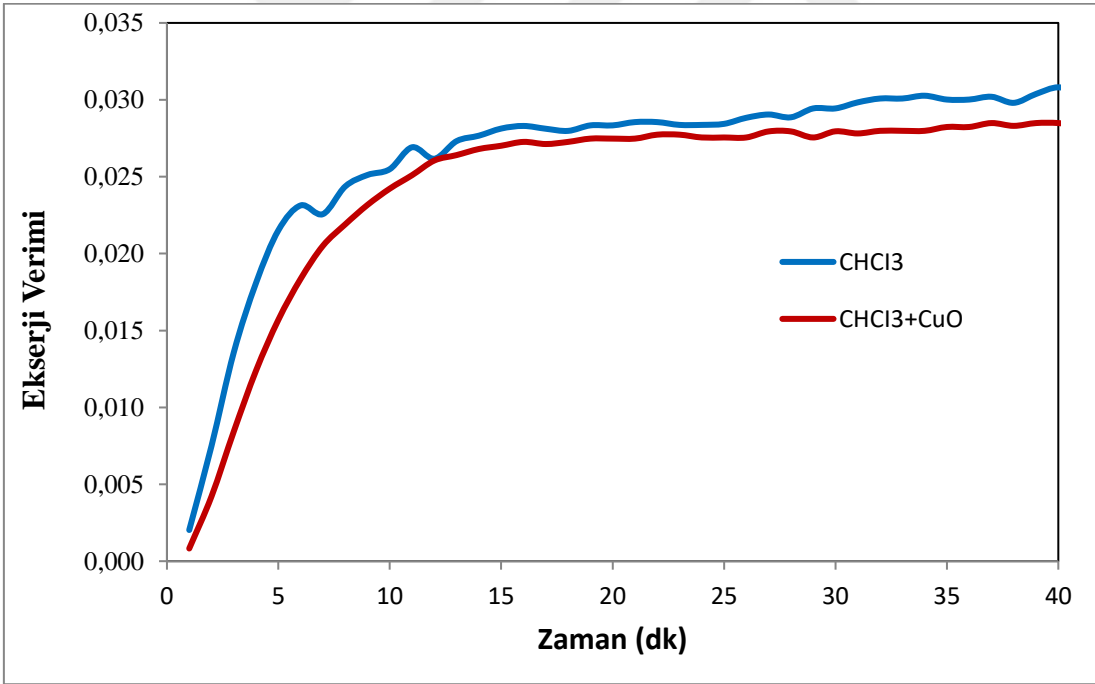


Şekil 6. 52. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.51 ve 6.52’den görüldüğü gibi 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.

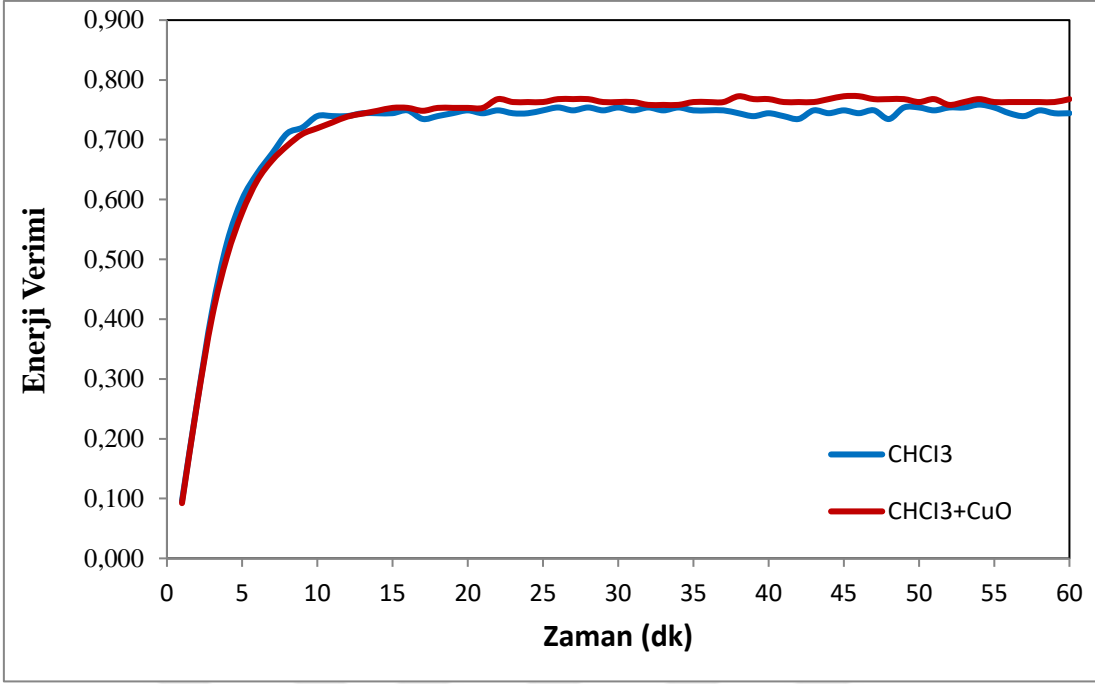


Şekil 6. 53. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

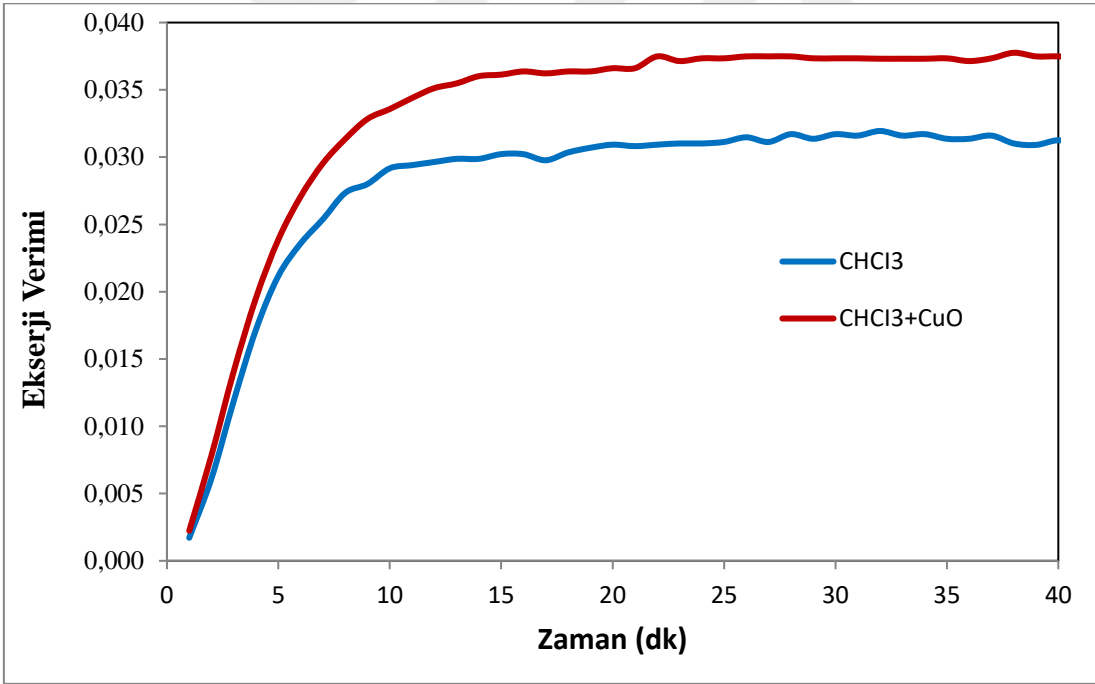


Şekil 6. 54. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.53'de görüldüğü gibi 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO ve CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verim değerleri çok yakın değerler hesaplanmıştır. Şekil 6.54'de görüldüğü gibi ekserji veriminde CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin değerleri daha yüksektir.

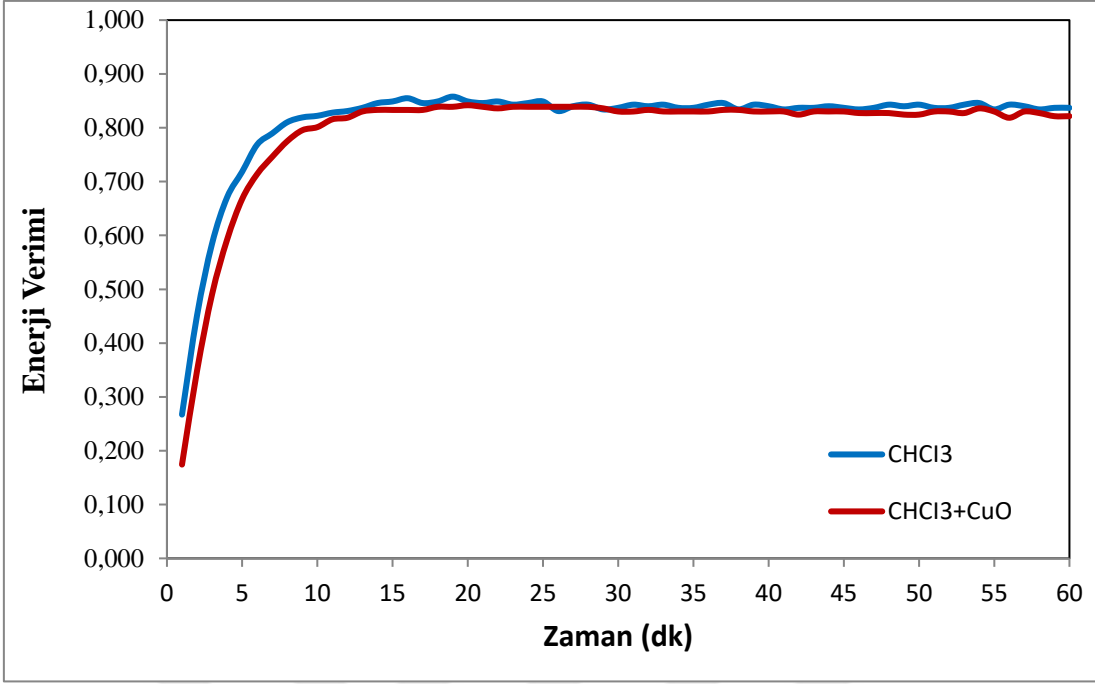


Şekil 6. 55. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

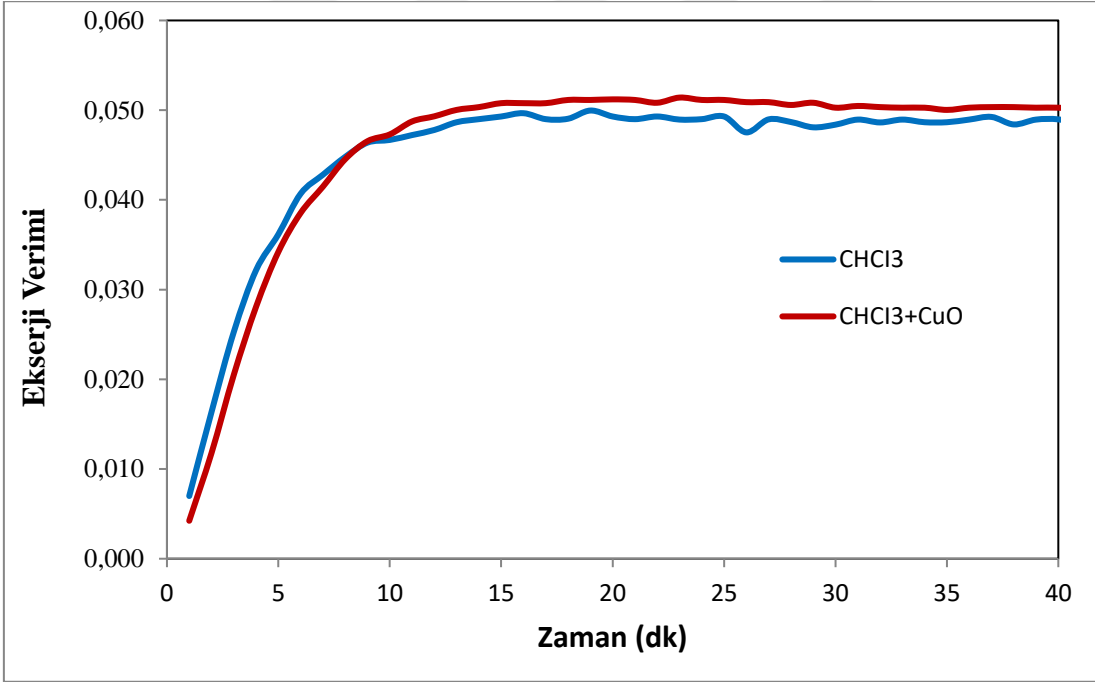


Şekil 6. 56. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.55’de görüldüğü gibi 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO ve CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verim değerleri yakın değerler hesaplanmıştır. Şekil 6.56’da görüldüğü gibi CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verim değerleri daha yüksektir.

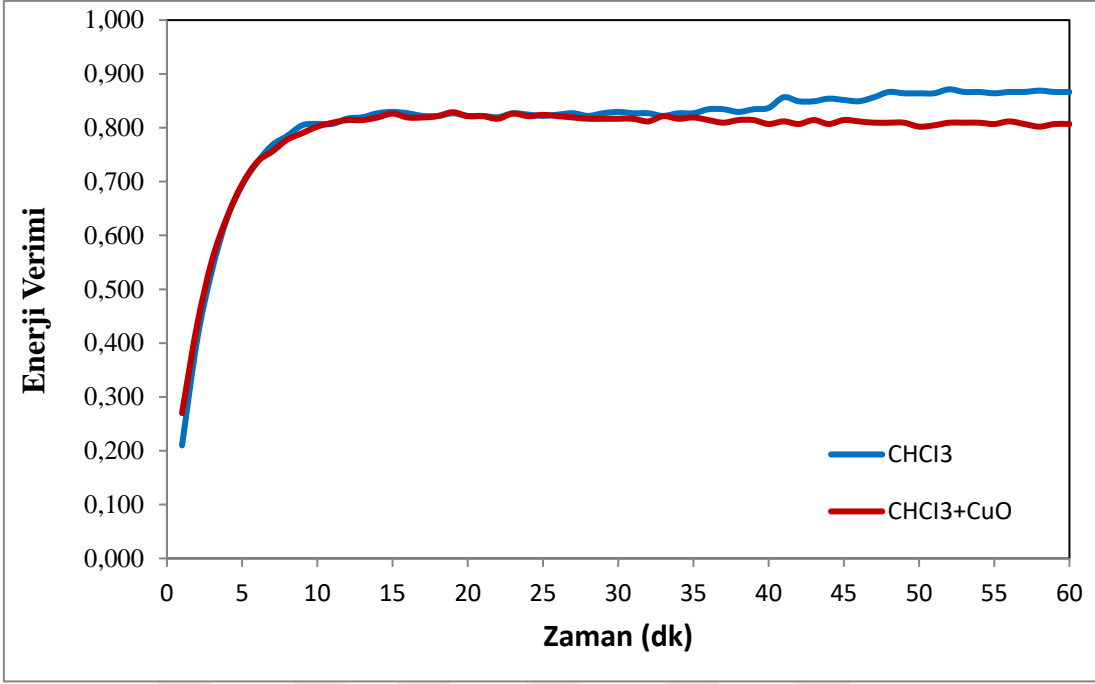


Şekil 6. 57. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

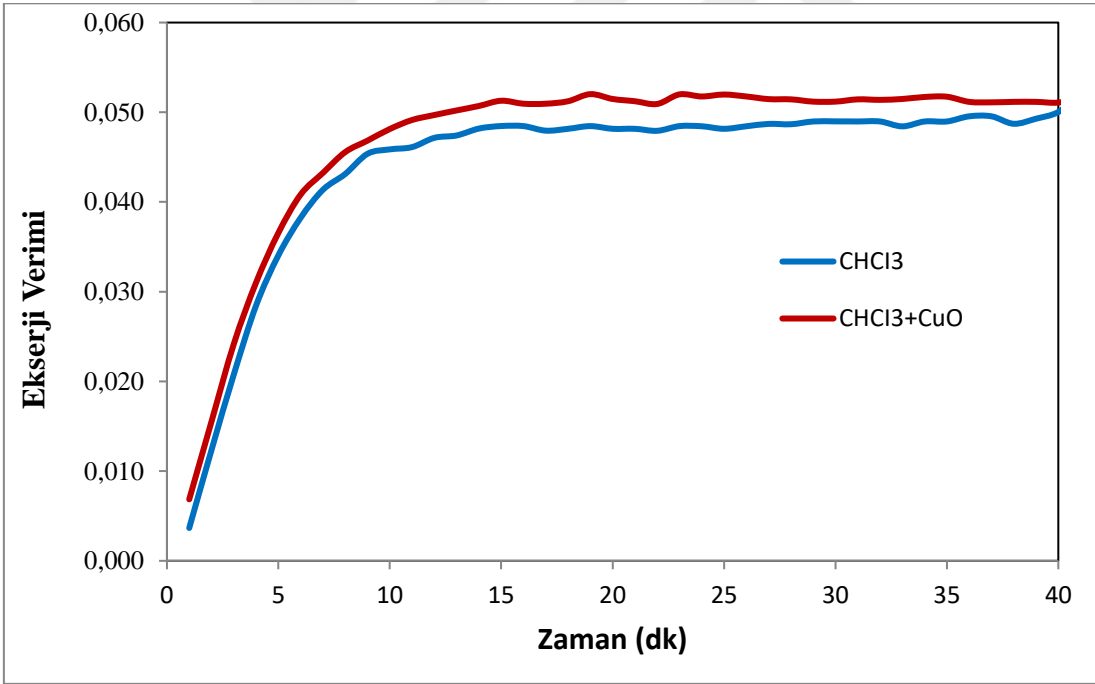


Şekil 6. 58. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.57'de görüldüğü gibi 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO ve CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verim değerleri yakın değerler hesaplanmıştır. Şekil 6.58'de CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekseji verim değerleri daha yüksektir.

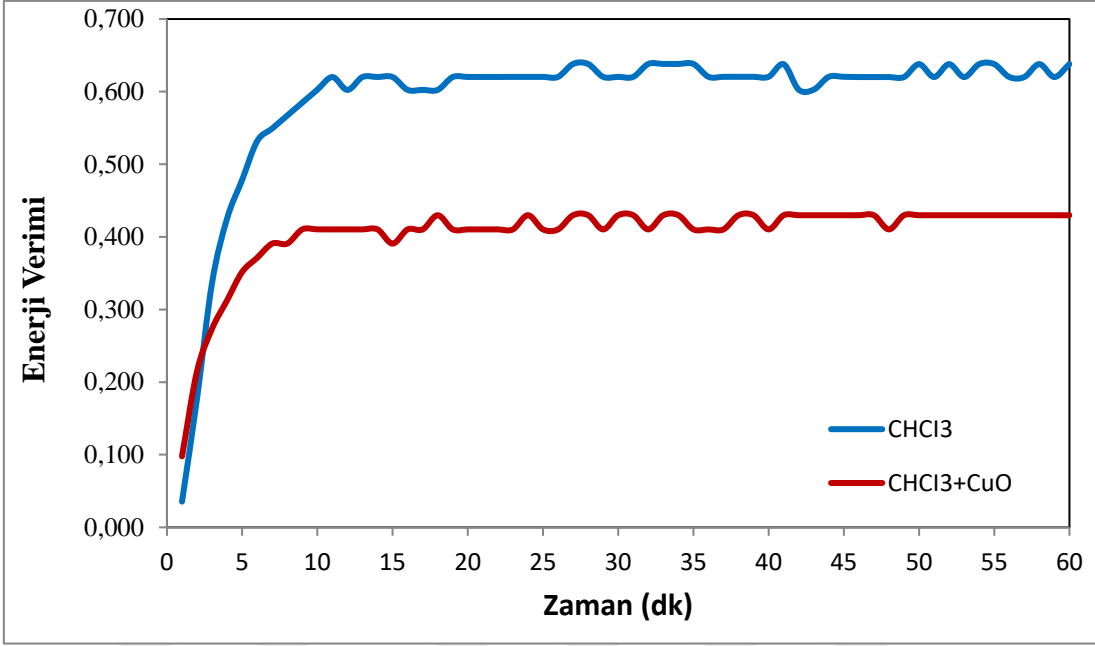


Şekil 6. 59. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

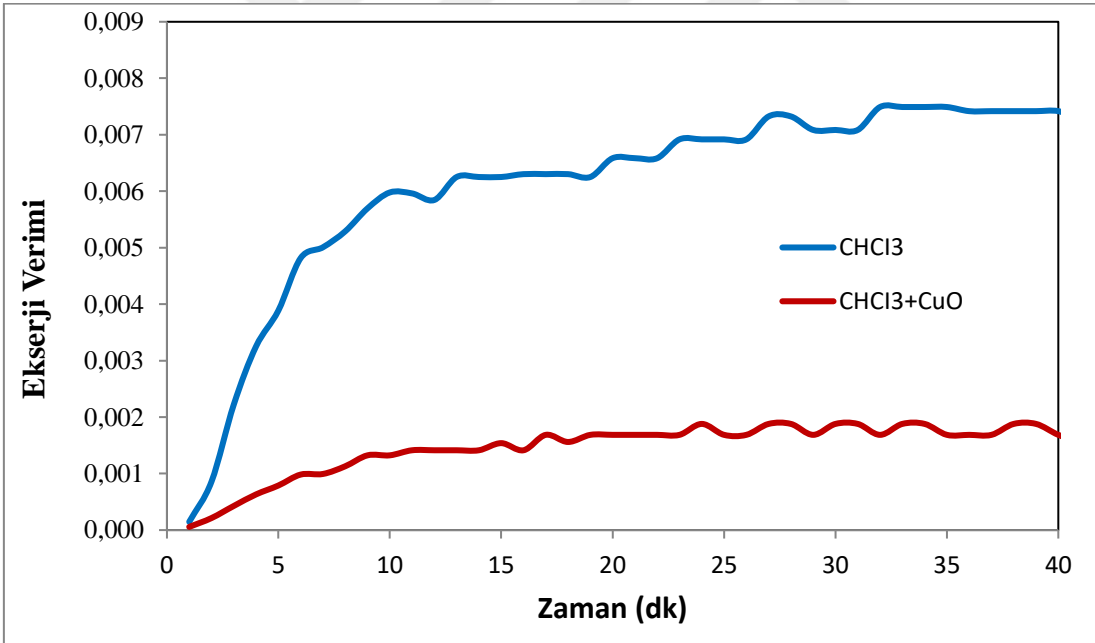


Şekil 6. 60. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.59’da görüldüğü gibi 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO akışkanlı sistemin enerji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin enerji verim değerlerinden düşüktür. Şekil 6.60’da CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verim değerleri daha yüksektir.

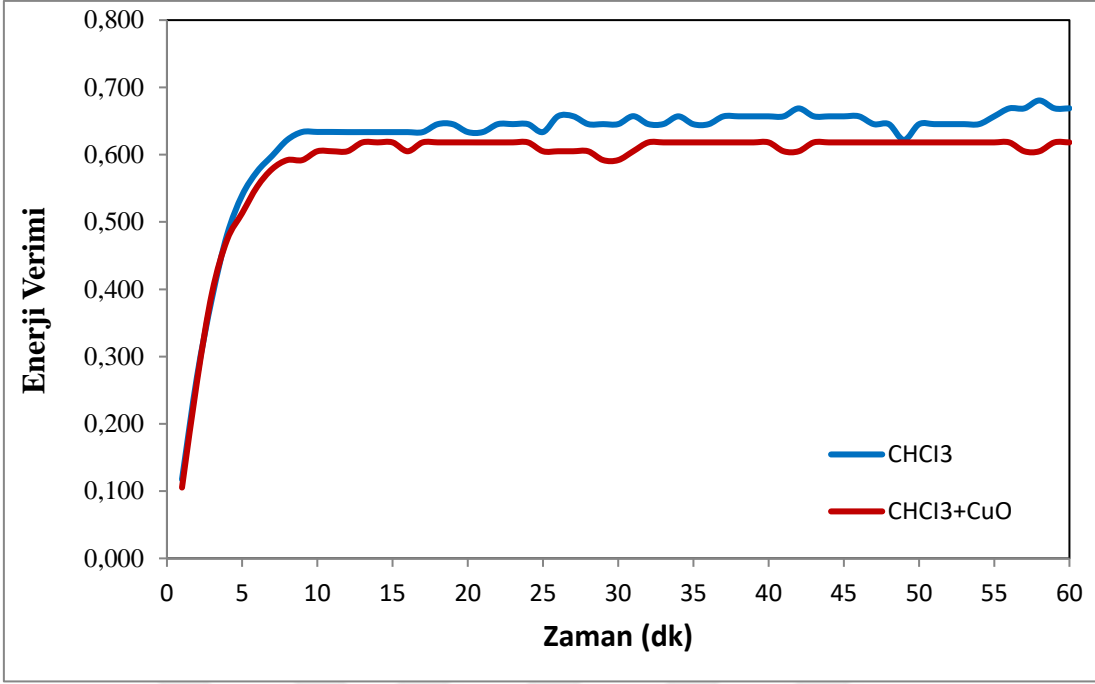


Şekil 6. 61. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

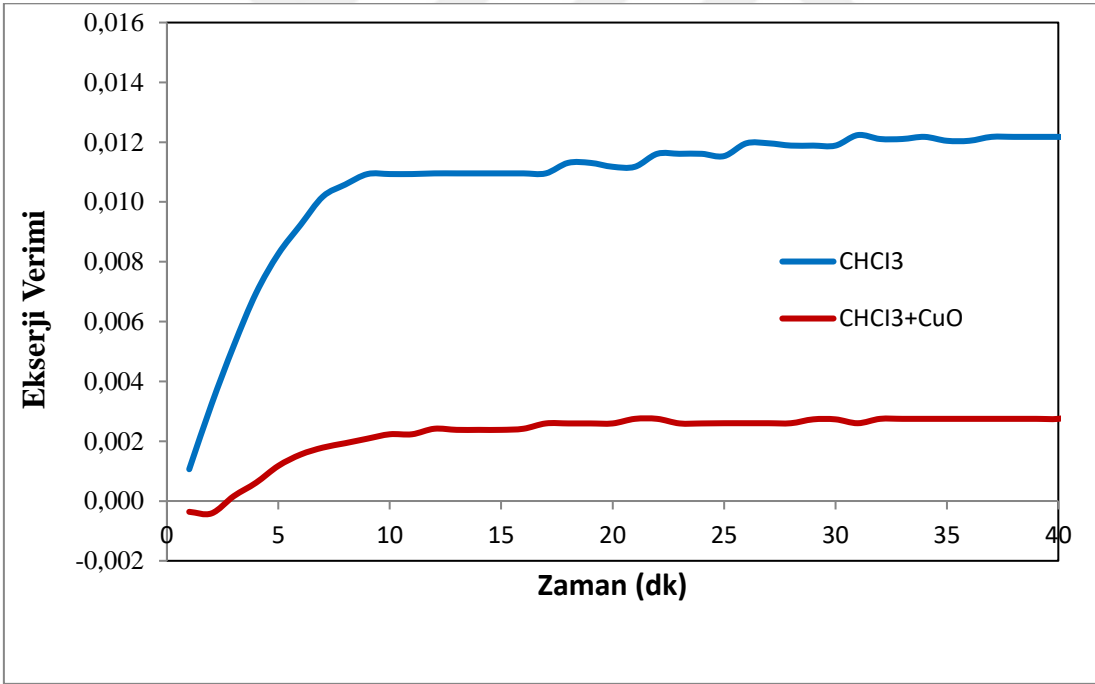


Şekil 6. 62. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.61 ve 6.62'den görüldüğü gibi 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden daha düşüktür.

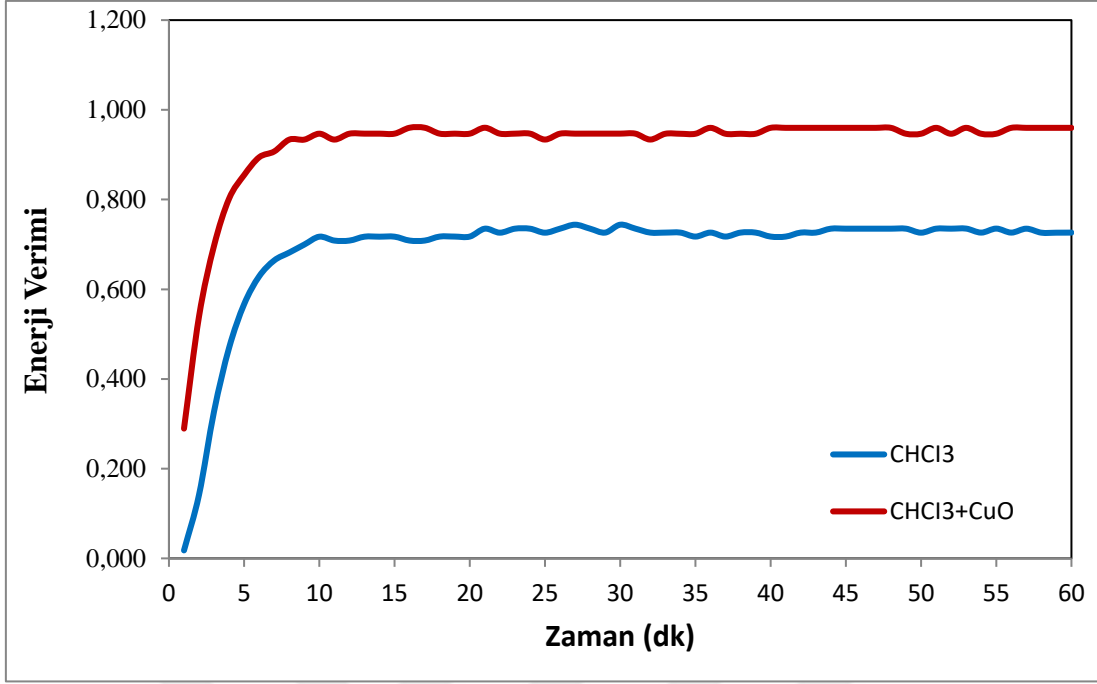


Şekil 6. 63. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

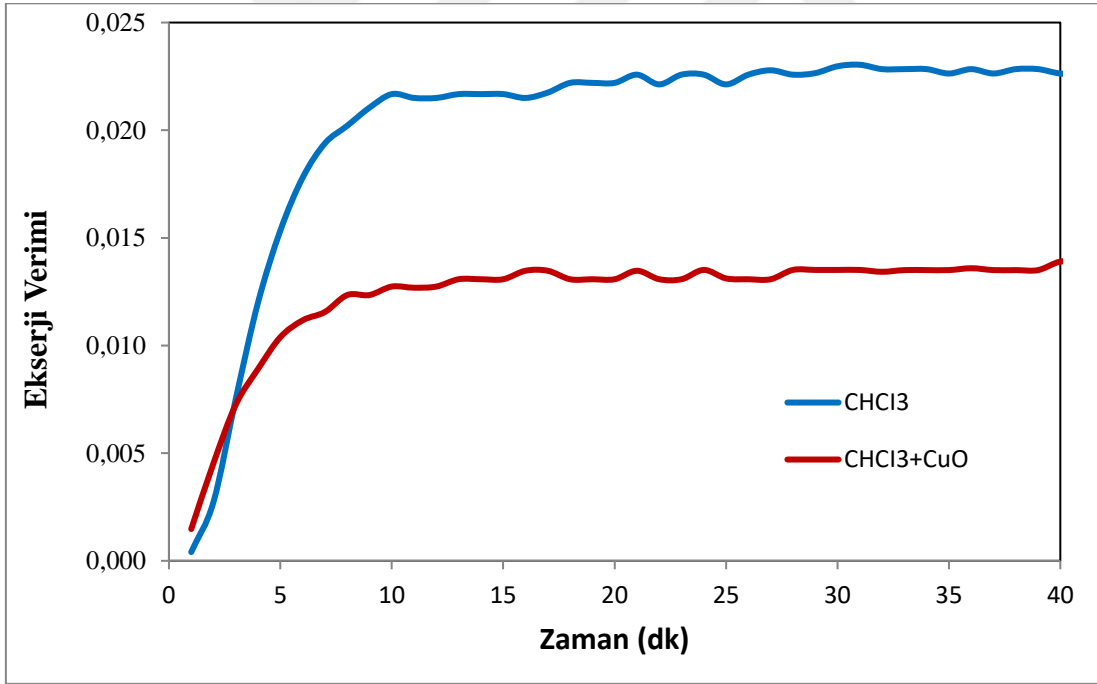


Şekil 6. 64. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.63 ve 6.64'den görüldüğü gibi 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.

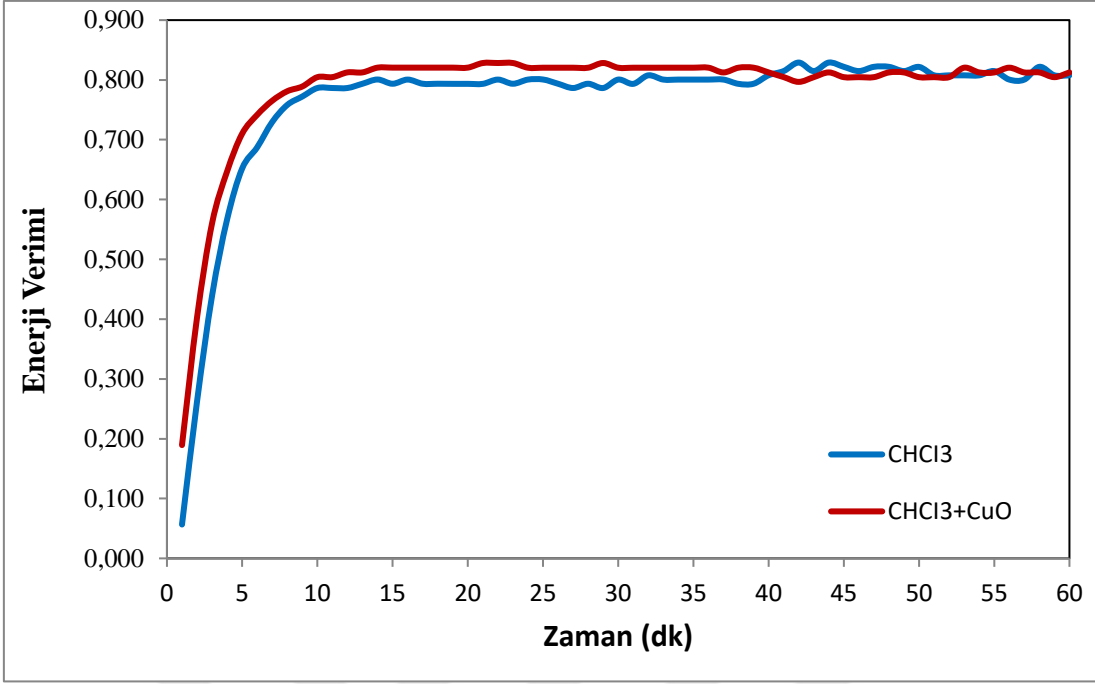


Şekil 6. 65. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

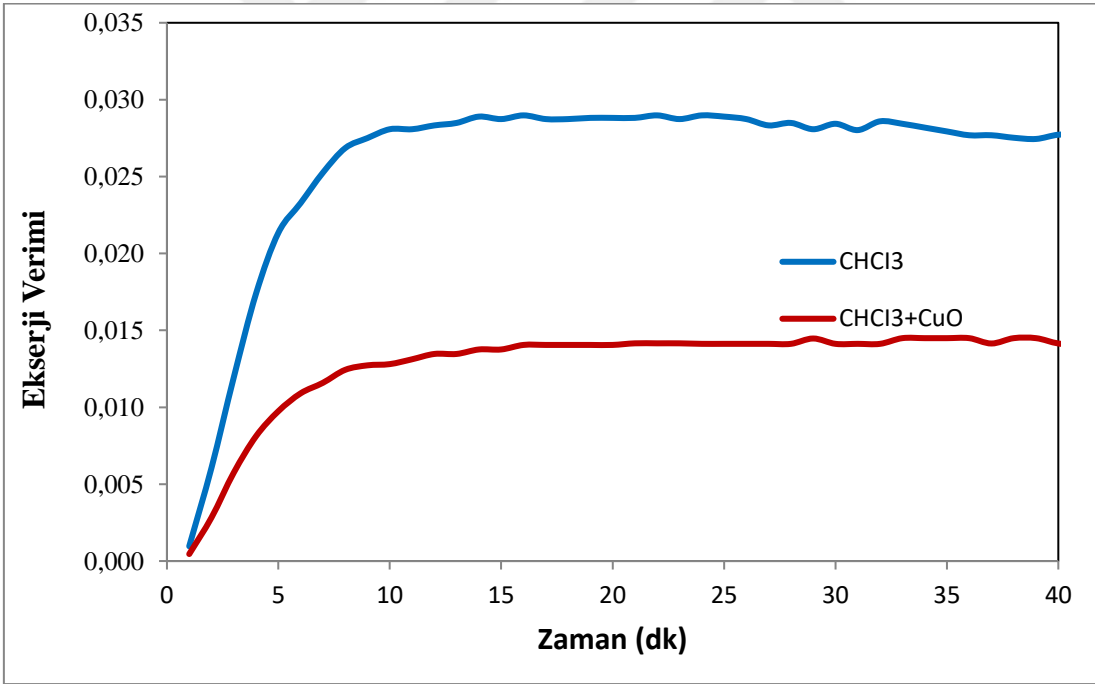


Şekil 6. 66. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.65'den görüldüğü gibi 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden yüksektir. CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin ekserji verim değerleri şekil 6.66'da görüldüğü gibi CHCl_3+CuO karışımli sistemin değerlerinden daha yüksektir.

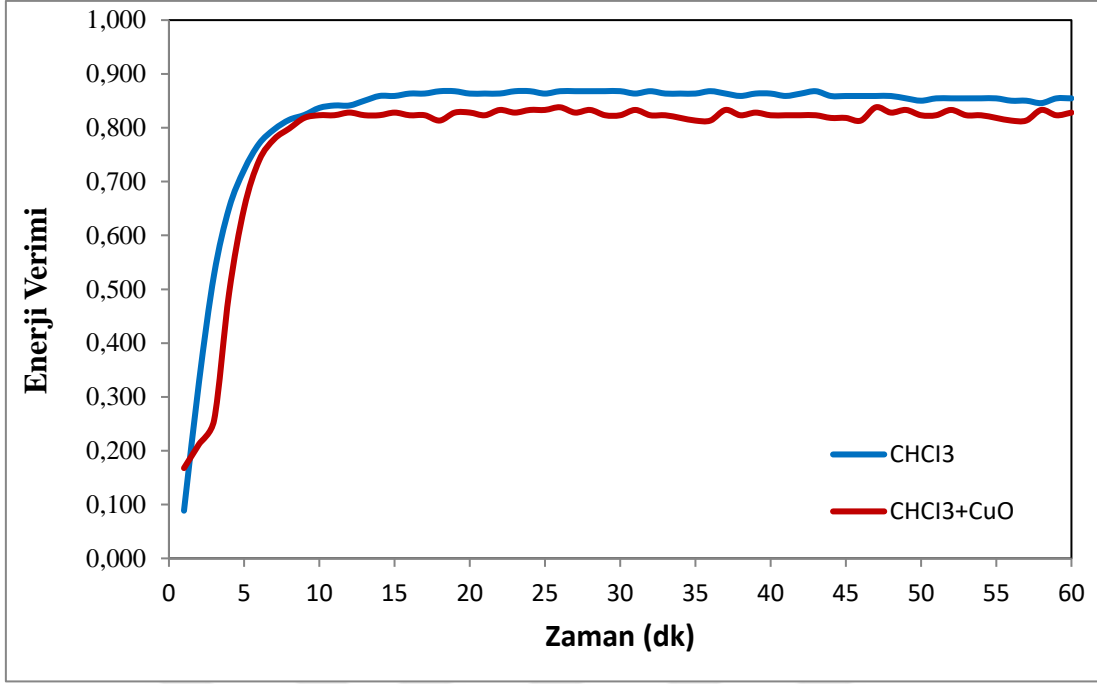


Şekil 6. 67. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

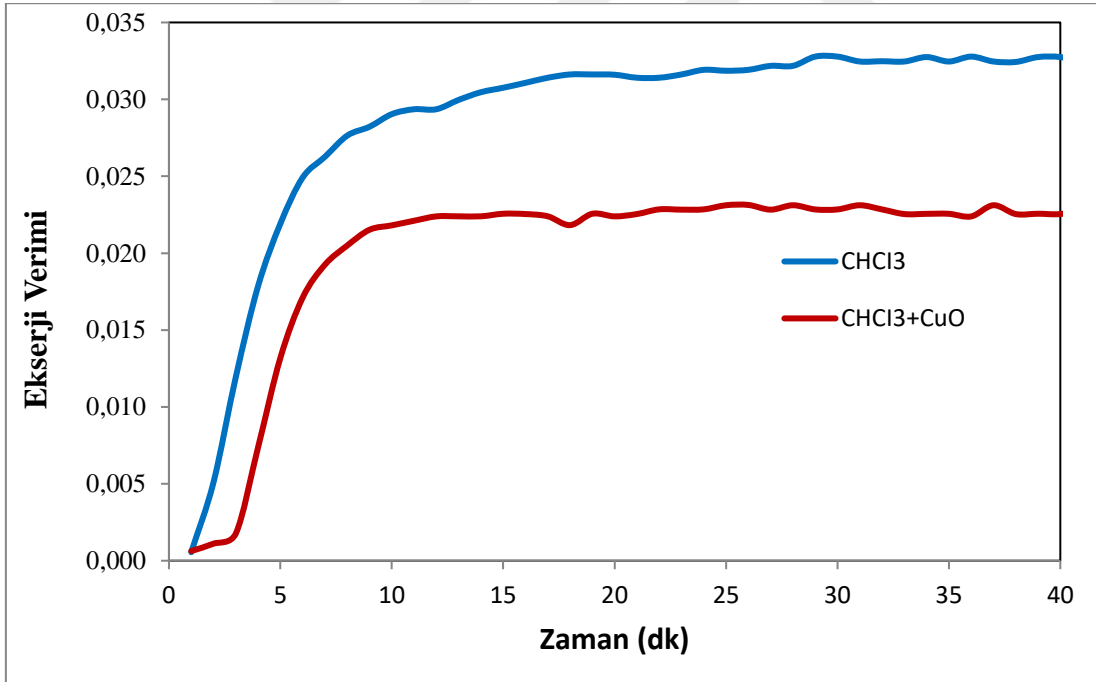


Şekil 6. 68. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.67'de görüldüğü gibi 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO ve CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verimleri yakın değerlerdir. Şekil 6.58'de CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin ekserji verim değerleri daha yüksektir.

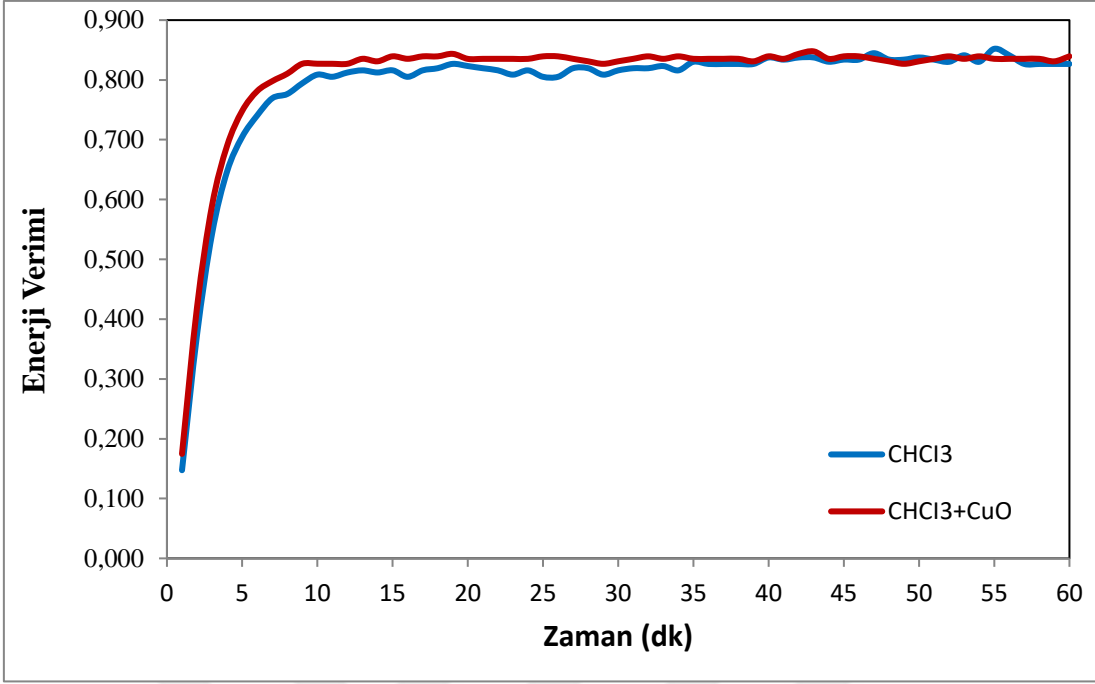


Şekil 6. 69. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi

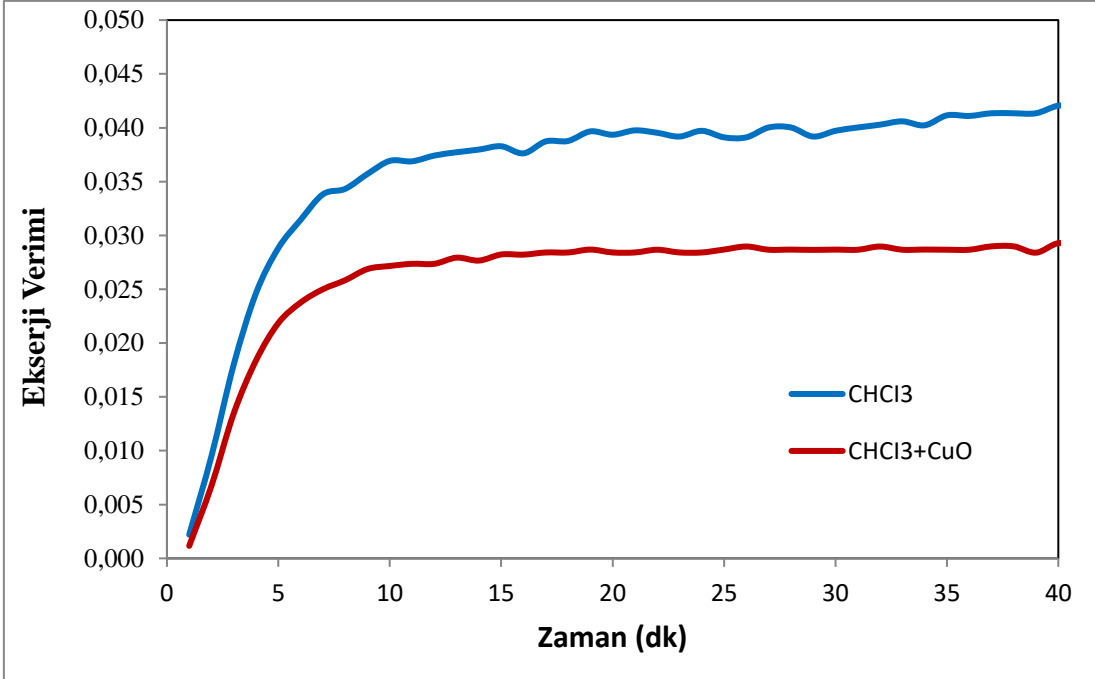


Şekil 6. 70. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.69 ve 6.70'den görüldüğü gibi 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde CHCl_3+CuO karışımli sistemin enerji ve ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanli sistemin verim değerlerinden düşüktür.



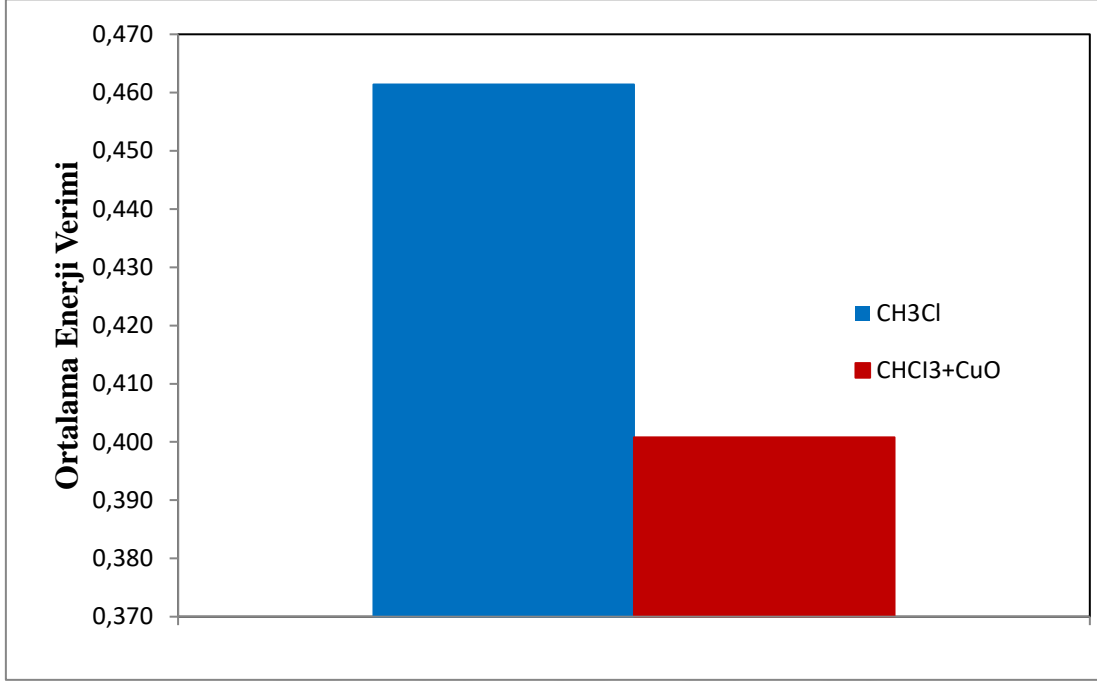
Şekil 6. 71. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı enerji verimleri değişimi



Şekil 6. 72. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde zamana bağlı ekserji verimleri değişimi

Şekil 6.71’de görüldüğü gibi 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi, CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin enerji verimleri yakın değerler hesaplanmıştır. Şekil 6.72’de görüldüğü gibi CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemin ekserji verim değerleri daha yüksektir.

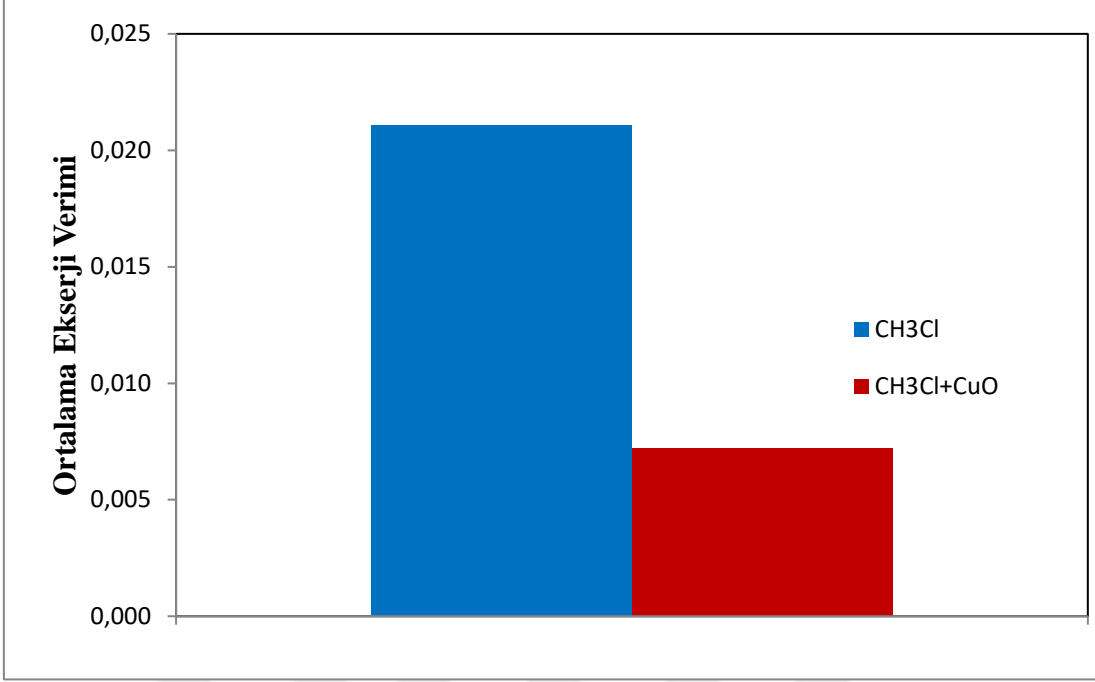
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 200 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.73’de verilmiştir.



Şekil 6. 73. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.73’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0.461 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0.401 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %13,12 azaltmıştır.

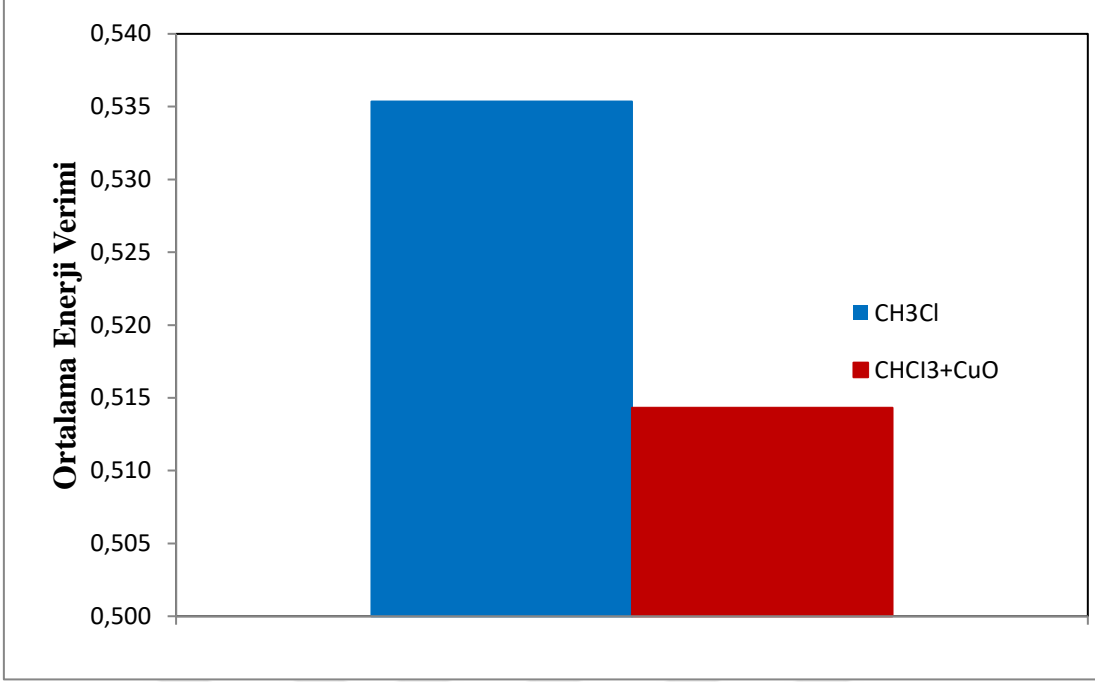
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 200 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.74’de verilmiştir.



Şekil 6. 74. 10 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.74'de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,021058 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0.007224 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %65,69 oranında azaltmıştır.

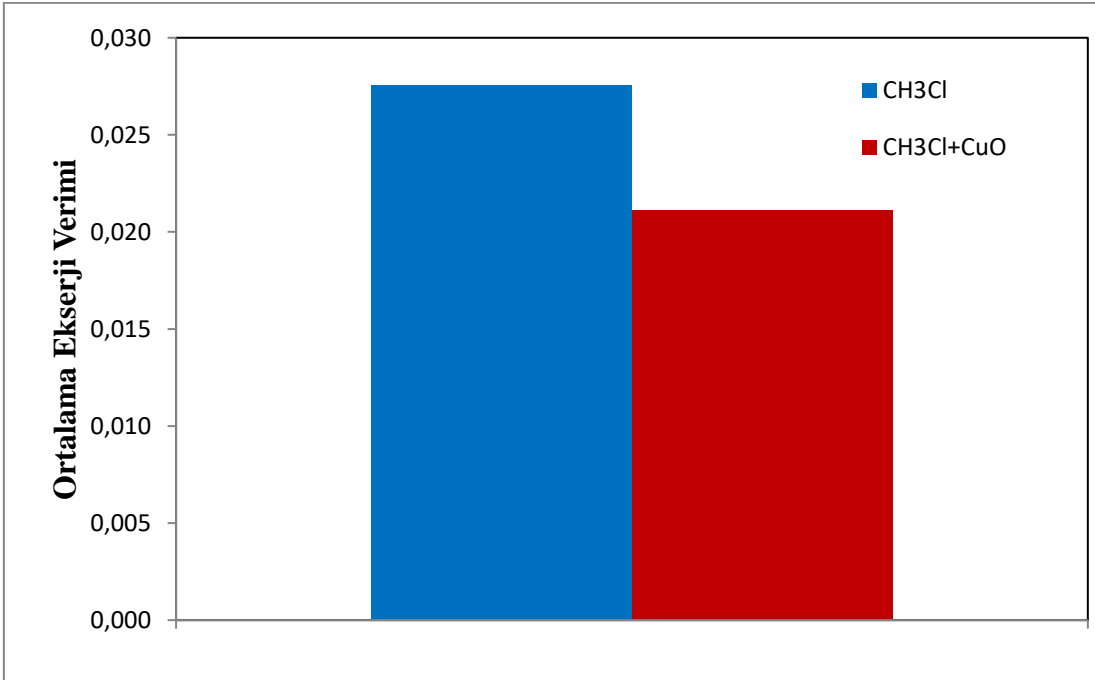
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h,300 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.75'de verilmiştir.



Şekil 6. 75. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.75’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,535 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,514 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %3,92 azaltmıştır.

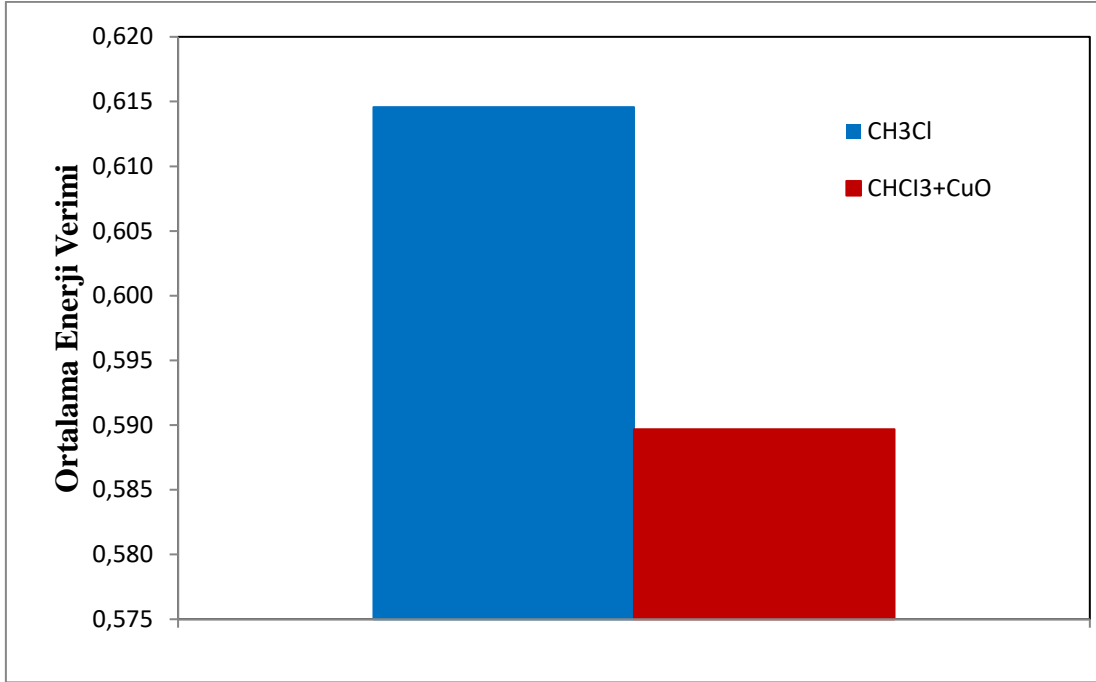
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 300 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.76’de verilmiştir.



Şekil 6. 76. 10 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.76’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,02755 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,021 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %23,29 oranında azaltmıştır.

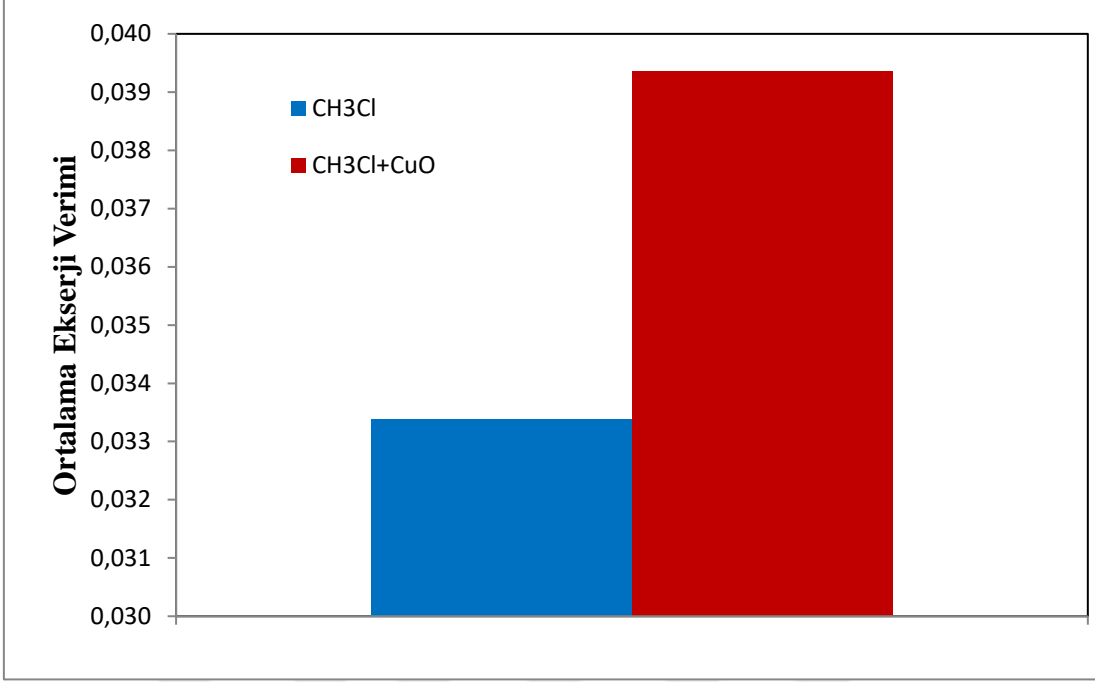
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h,400 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.77’de verilmiştir.



Şekil 6. 77. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.77’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,615 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,590 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun enerji verimini %4,05 azaltmıştır.

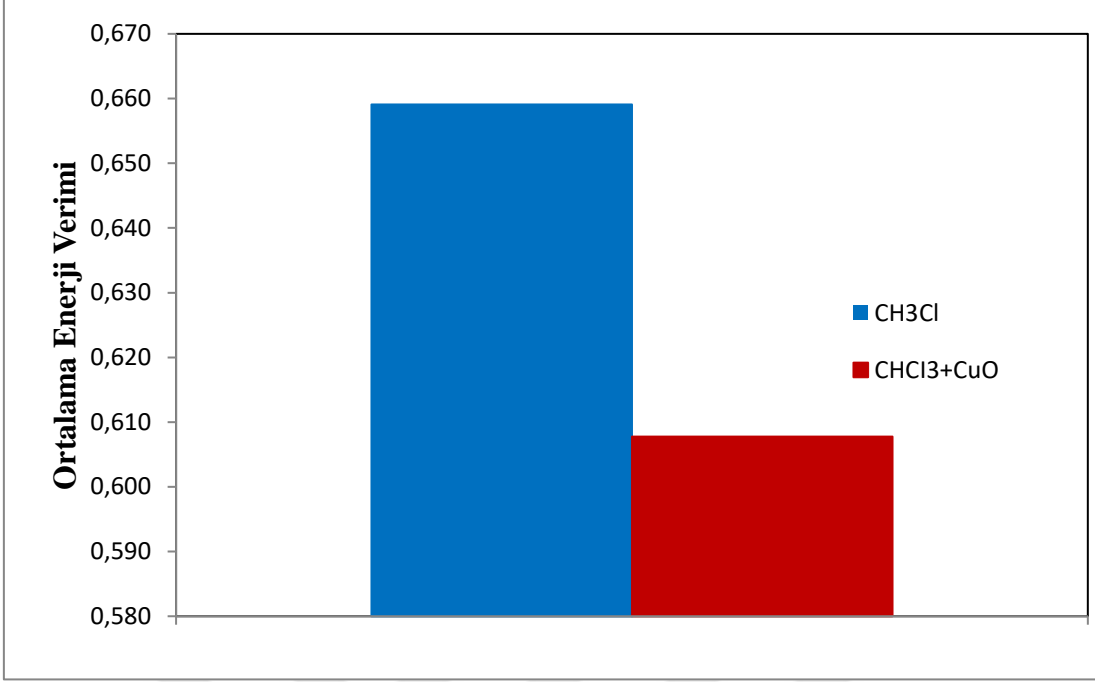
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 400 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.78’de verilmiştir.



Şekil 6. 78. 10 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.78’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,033379 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,039353 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %15,18 oranında arttırmıştır.

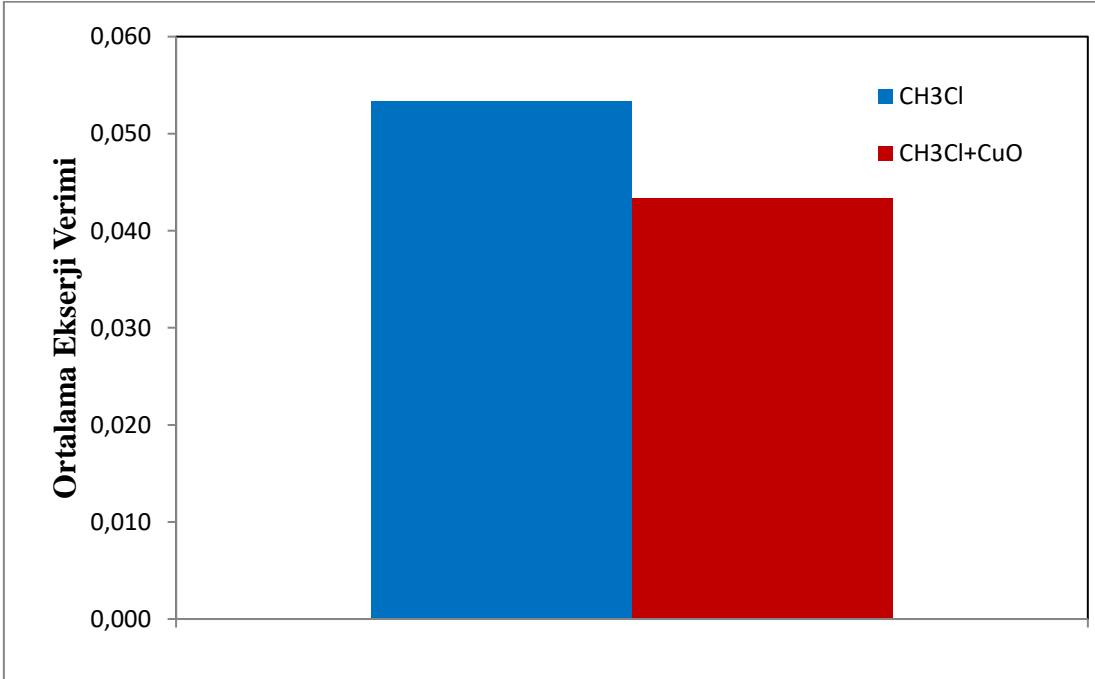
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h,500 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.79’de verilmiştir.



Şekil 6. 79. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.79’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,659 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,608 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %7,78 azaltmıştır.

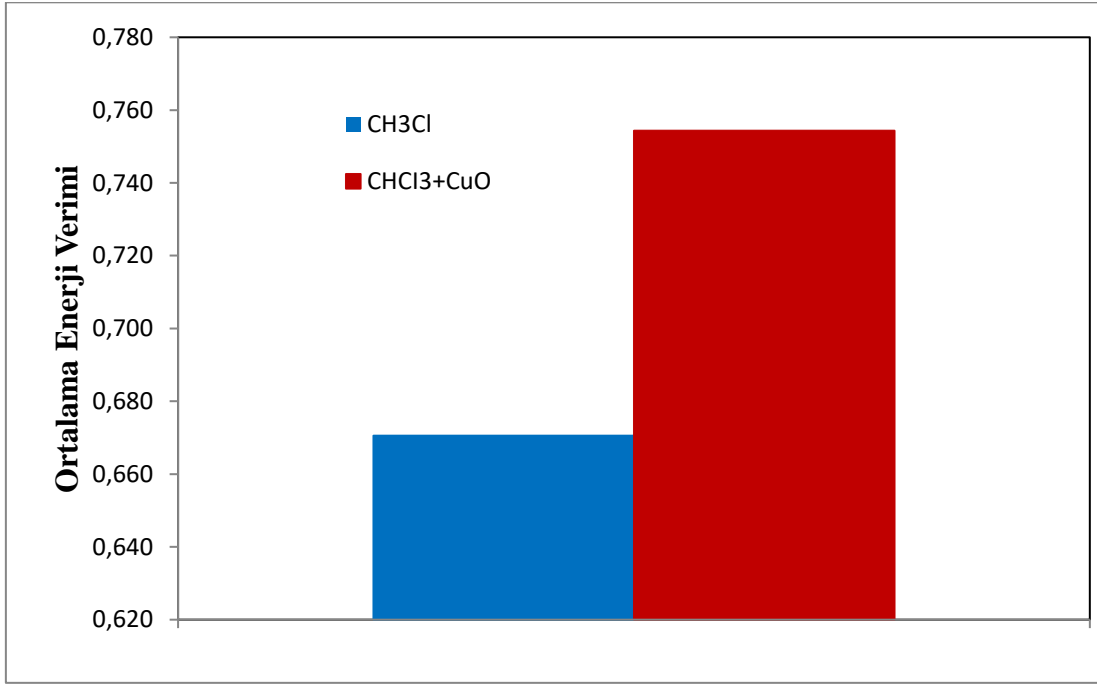
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 500 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.80’de verilmiştir.



Şekil 6. 80. 10 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.80’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,053356 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,043305 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %18,83 oranında azaltmıştır.

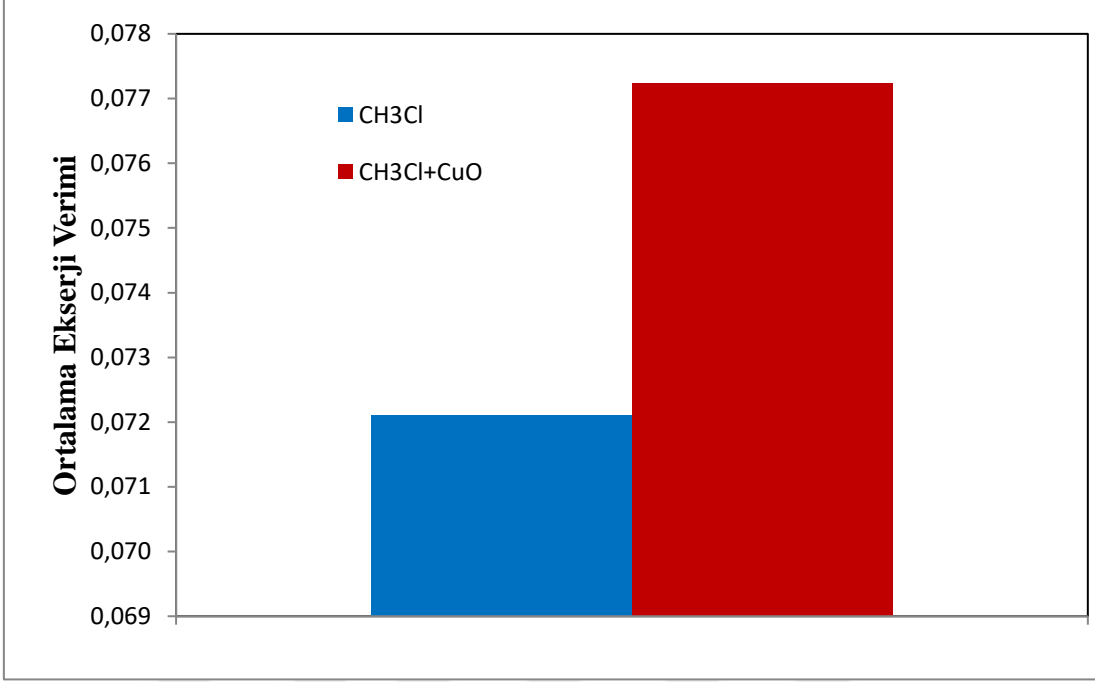
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h,800 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.81’de verilmiştir.



Şekil 6. 81. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.81’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,671 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,754 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun enerji verimini %11,10 arttırmıştır.

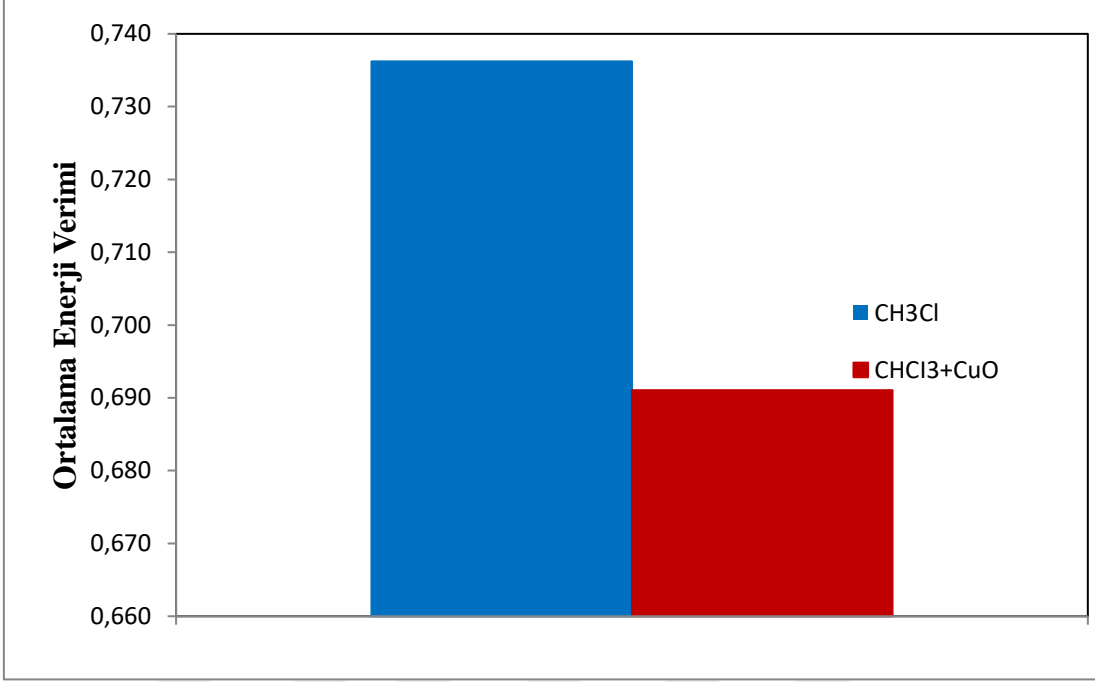
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 800 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.82’de verilmiştir.



Şekil 6. 82. 10 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.82’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,072113 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,077232 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %6,62 oranında arttırmıştır.

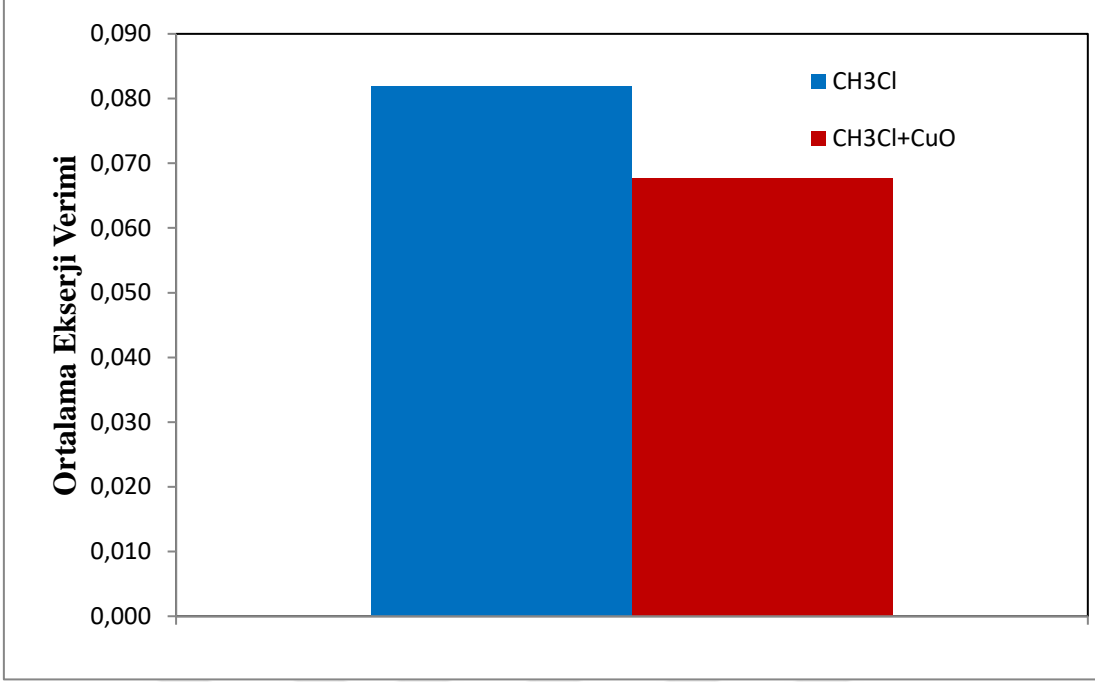
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h,1000 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.83’de verilmiştir.



Şekil 6. 83. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.83’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,736 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,691 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %6,13 azaltmıştır.

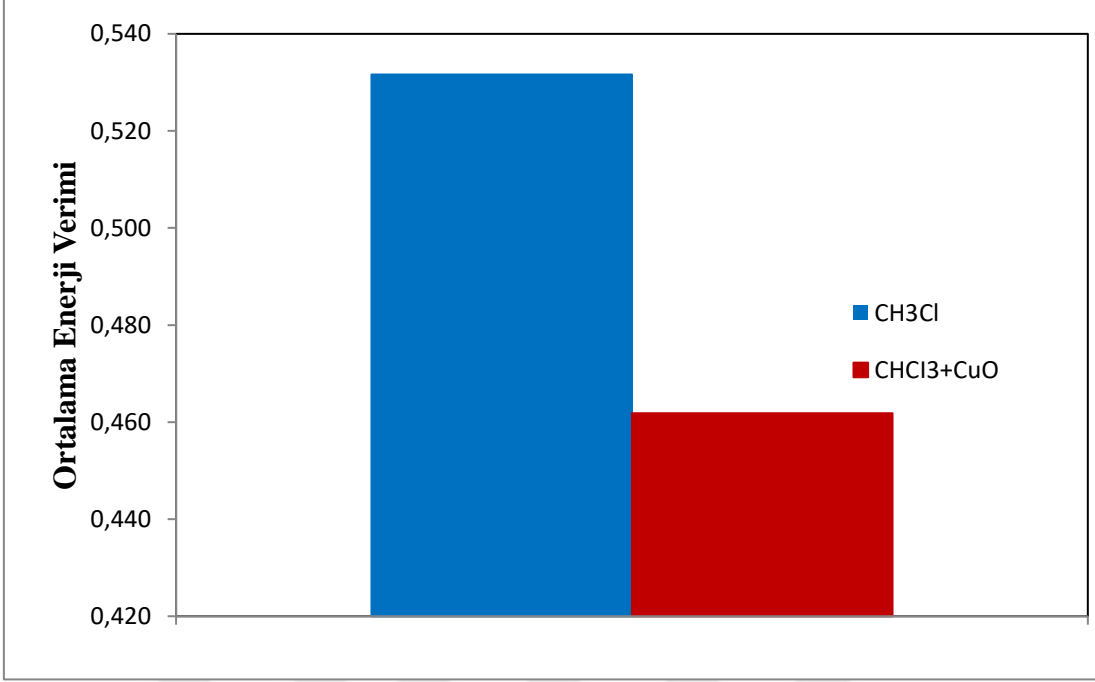
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 10 lt/h, 1000 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.84’de verilmiştir.



Şekil 6. 84. 10 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.84’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,081912 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,067694 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %17,35 oranında azaltmıştır.

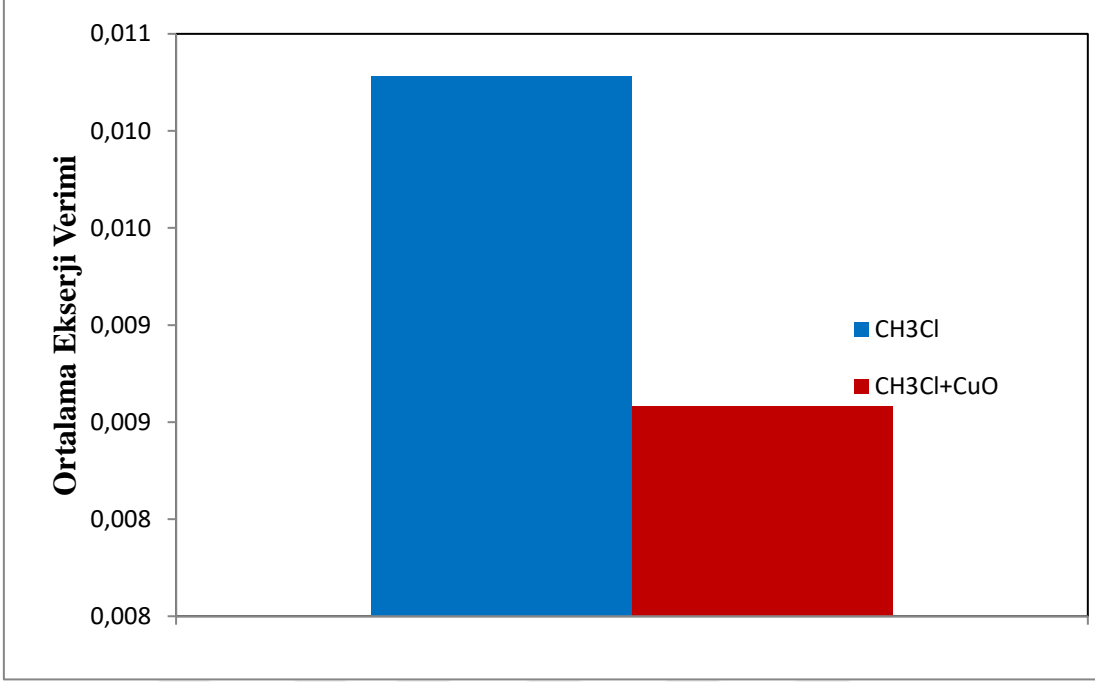
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,200 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.85’de verilmiştir.



Şekil 6. 85. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.85’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,532 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,462 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %13,12 azaltmıştır.

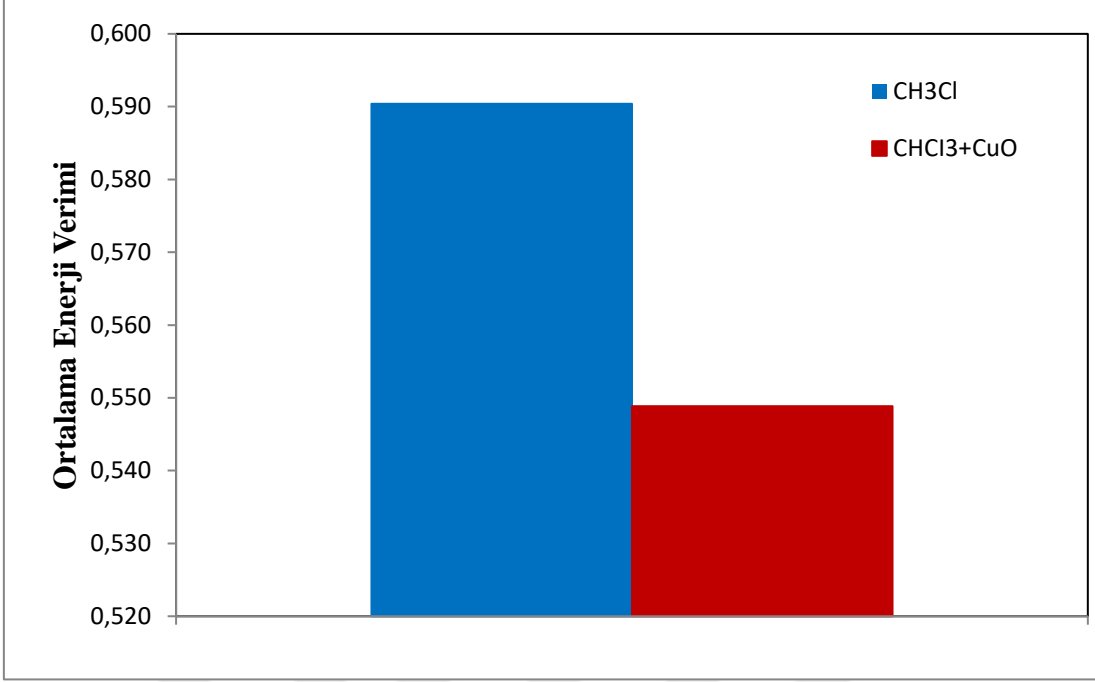
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 200 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.86’de verilmiştir.



Şekil 6. 86. 20 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.86’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,010281 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,008581 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %16,53 oranında azaltmıştır.

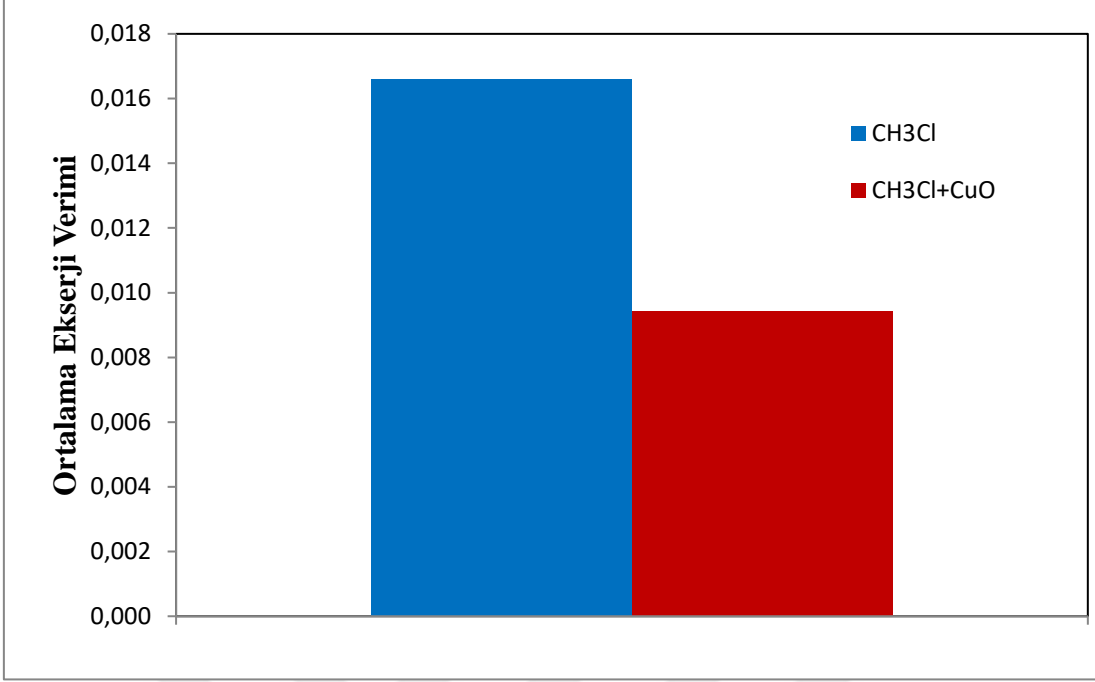
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,300 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.87’de verilmiştir.



Şekil 6. 87. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.87’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,590 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,549 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %7,03 azaltmıştır.

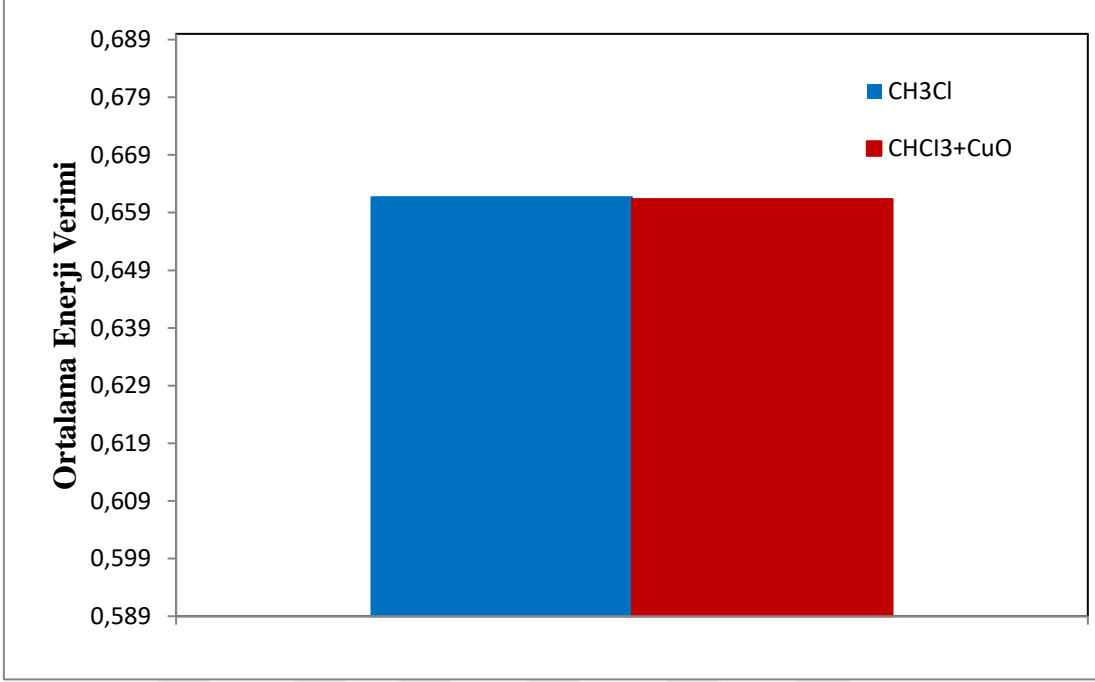
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 300 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.88’de verilmiştir.



Şekil 6. 88. 20 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.88’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,016590 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,009417 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %43,23 oranında azaltmıştır.

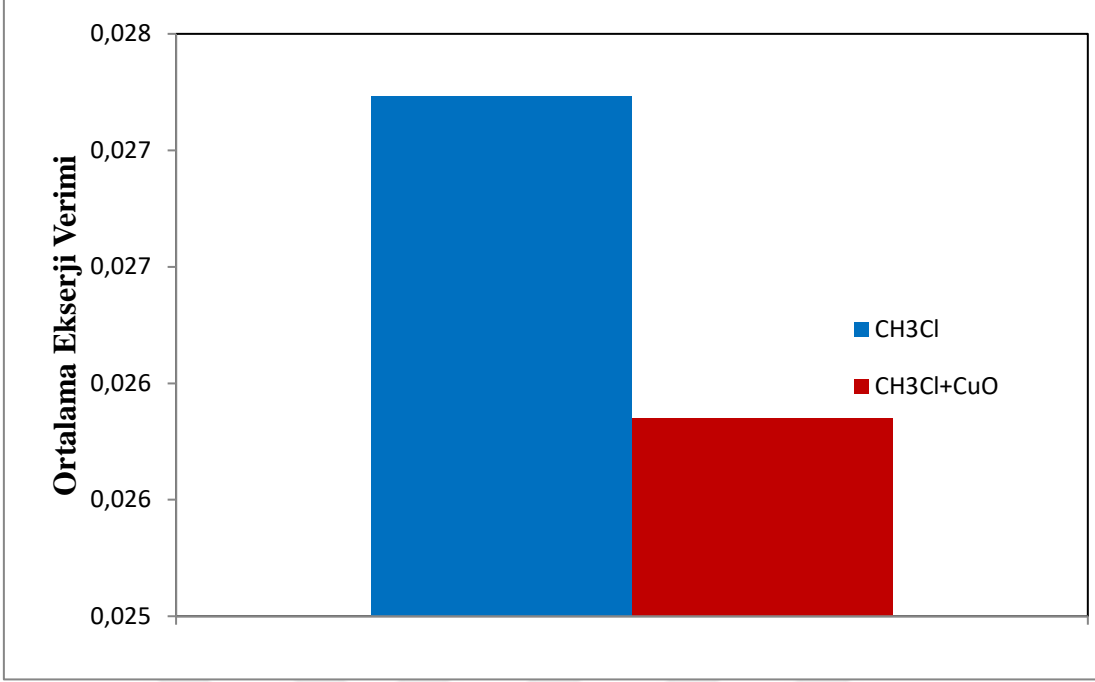
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,400 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.89’de verilmiştir.



Şekil 6. 89. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.89’da görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,662 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,661 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %0,048 azaltmıştır.

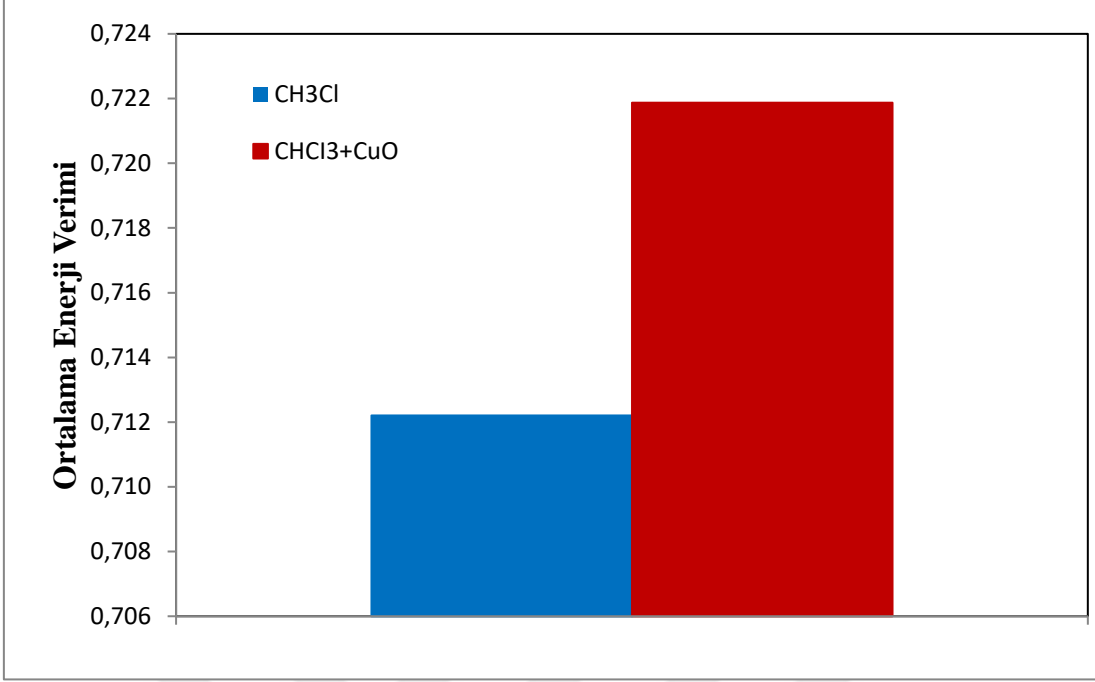
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 400 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.90’da verilmiştir.



Şekil 6. 90. 20 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.90'da görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,027232 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,025848 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %5,08 oranında azaltmıştır.

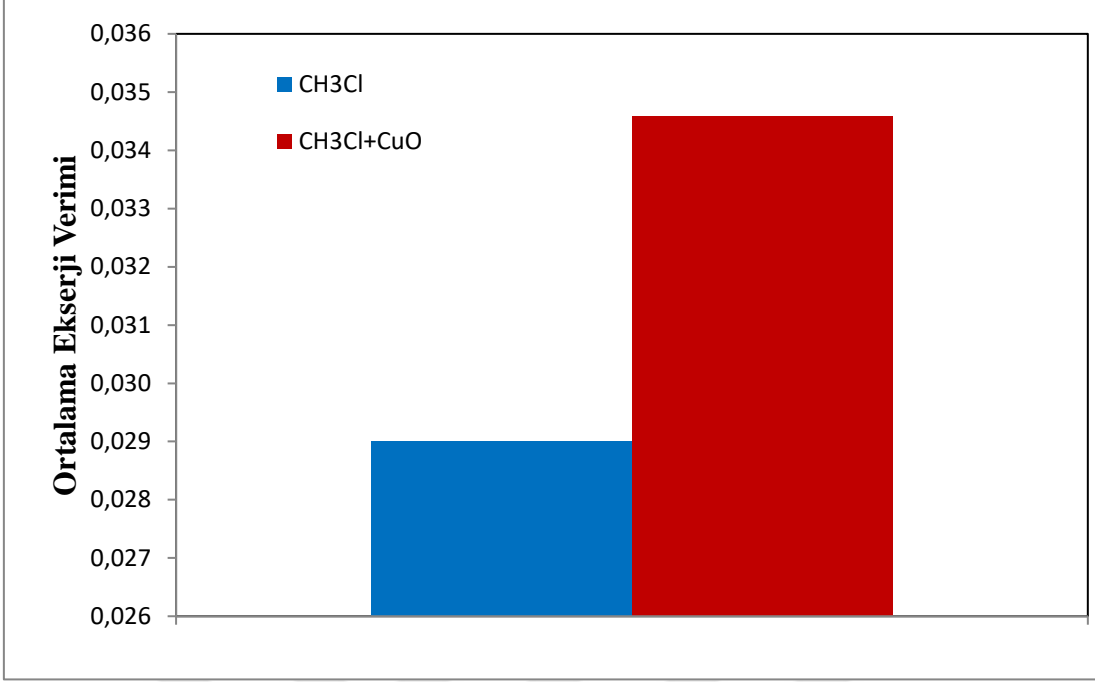
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,500 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.91'de verilmiştir.



Şekil 6. 91. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.91’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,712 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,722 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %1,33 arttırmıştır.

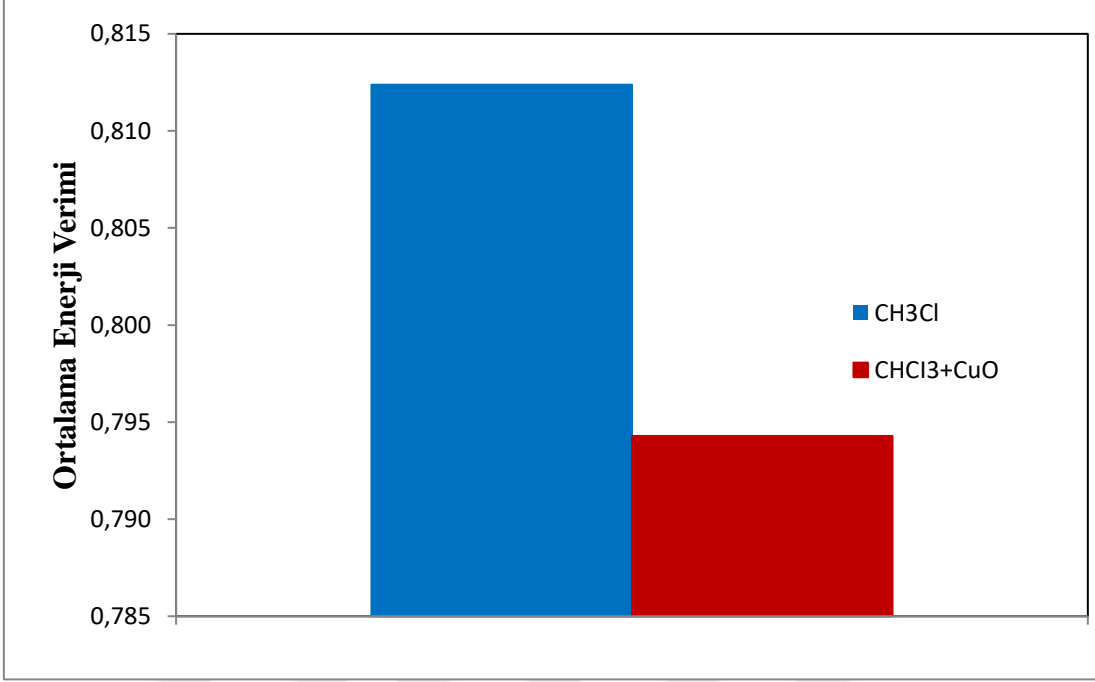
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 500 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.92’de verilmiştir.



Şekil 6. 92. 20 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.92’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,028998 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,034585 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %16,15 oranında arttırmıştır.

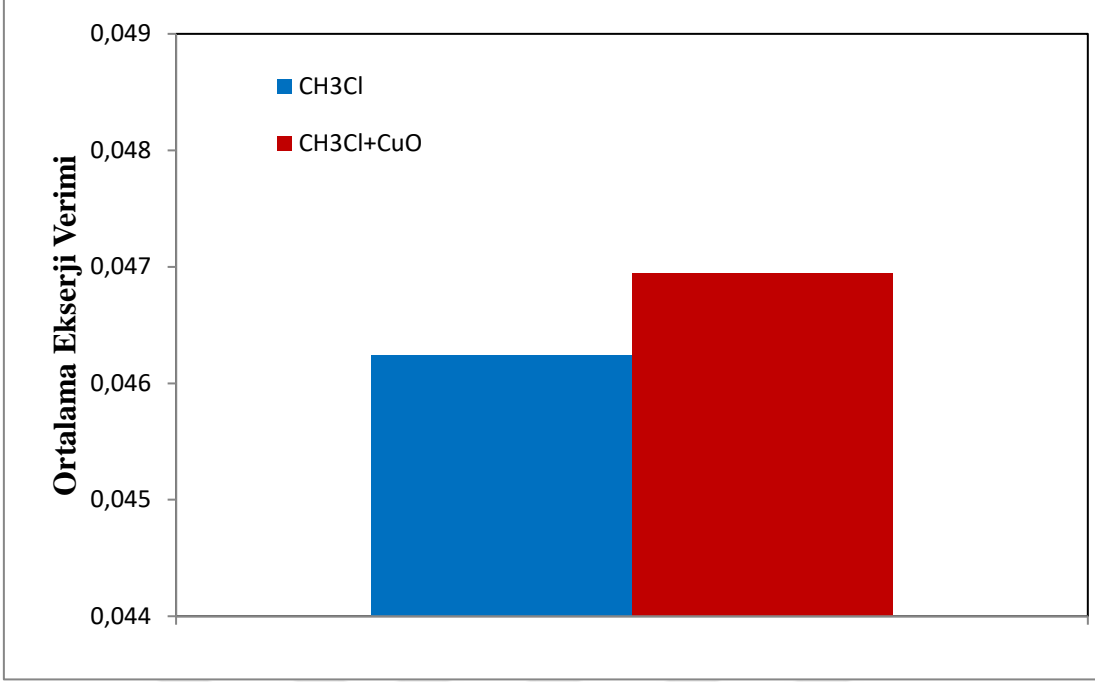
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,800 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.93’de verilmiştir.



Şekil 6. 93. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.93’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,812 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,794 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %2,22 azaltmıştır.

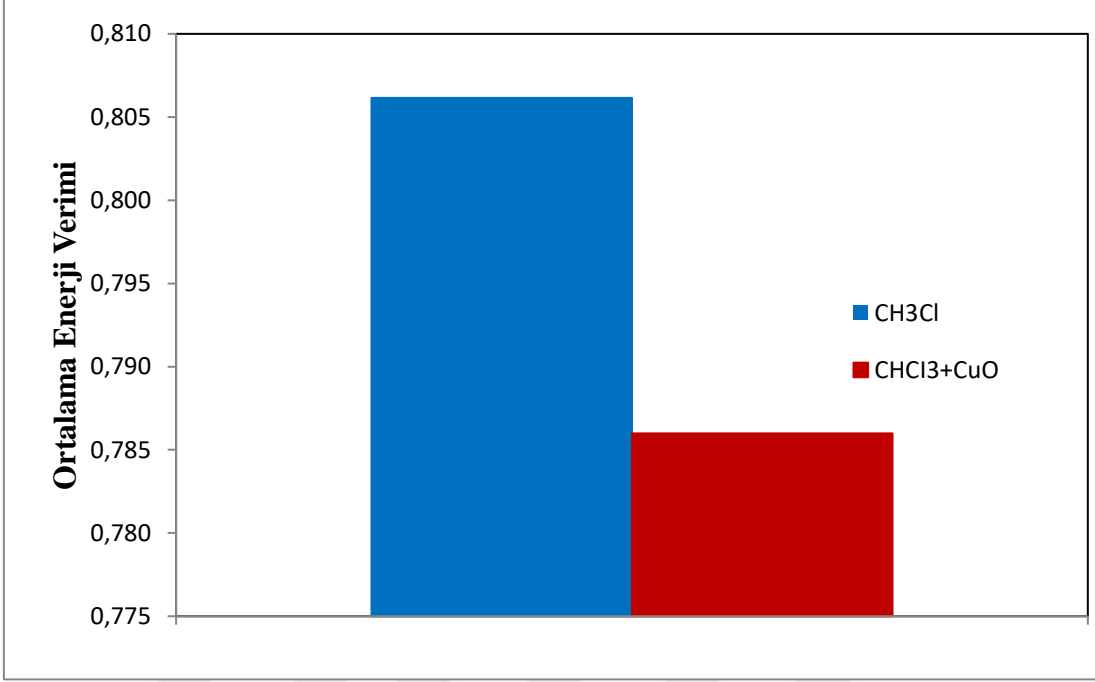
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 800 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.94’de verilmiştir.



Şekil 6. 94. 20 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.94’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,046239 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,046941 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %1,49 oranında arttırmıştır.

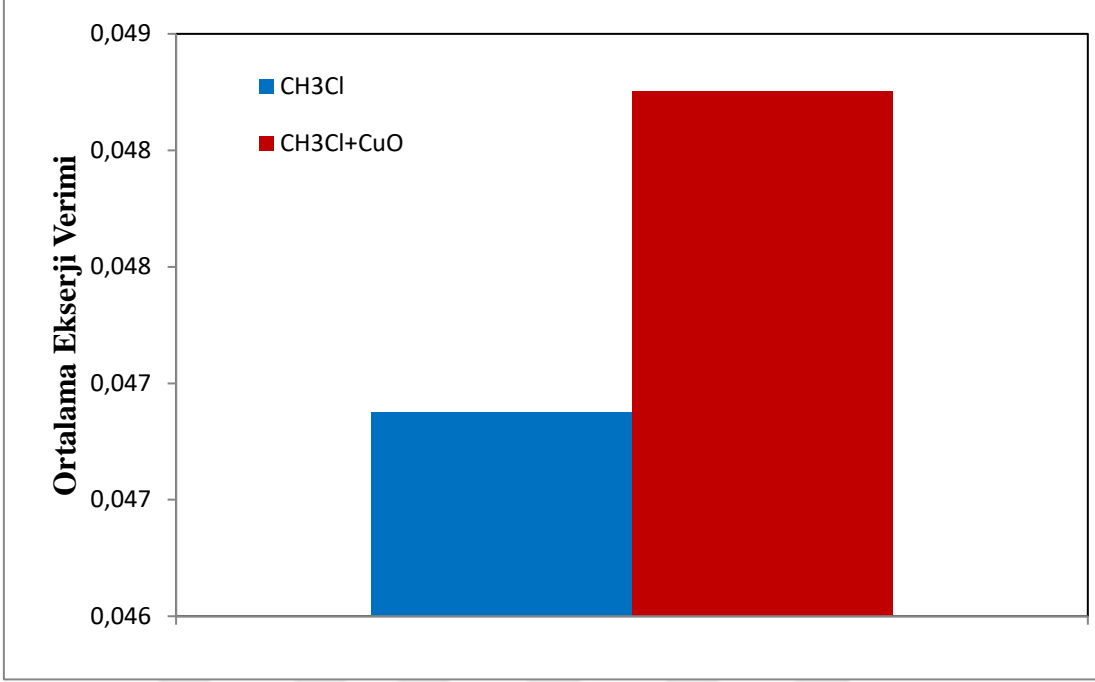
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h,1000 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.95’de verilmiştir.



Şekil 6. 95. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.95’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,806 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,786 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %2,5 azaltmıştır.

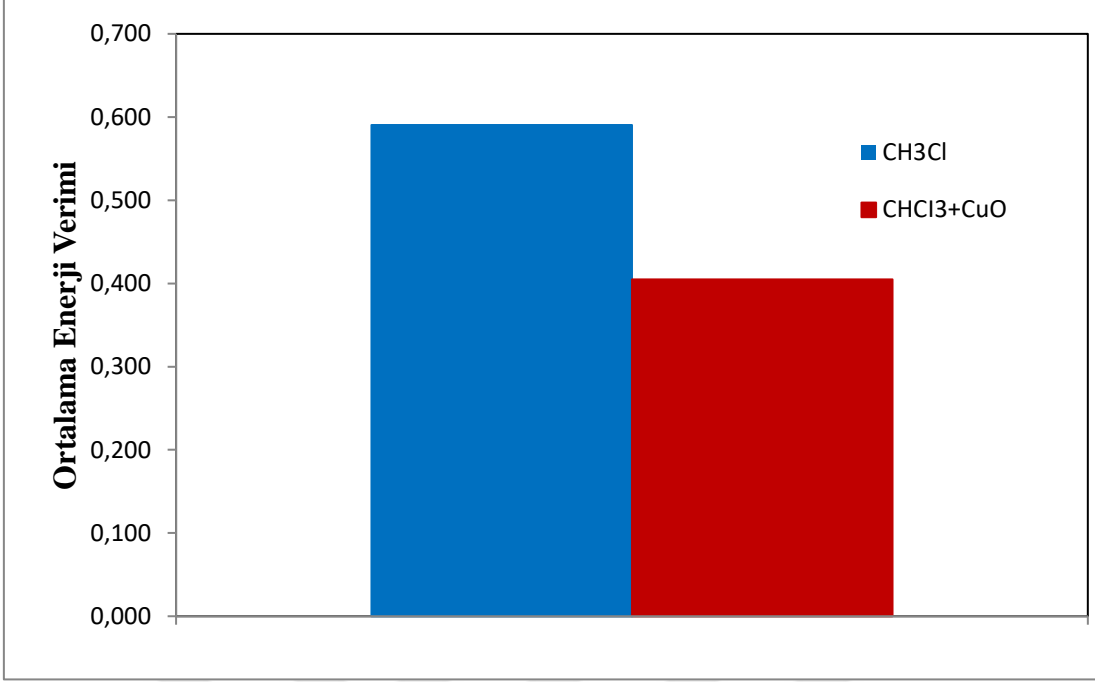
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 20 lt/h, 1000 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.96’de verilmiştir.



Şekil 6. 96. 20 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.96’da görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,046876 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,048252 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %2,85 oranında arttırmıştır.

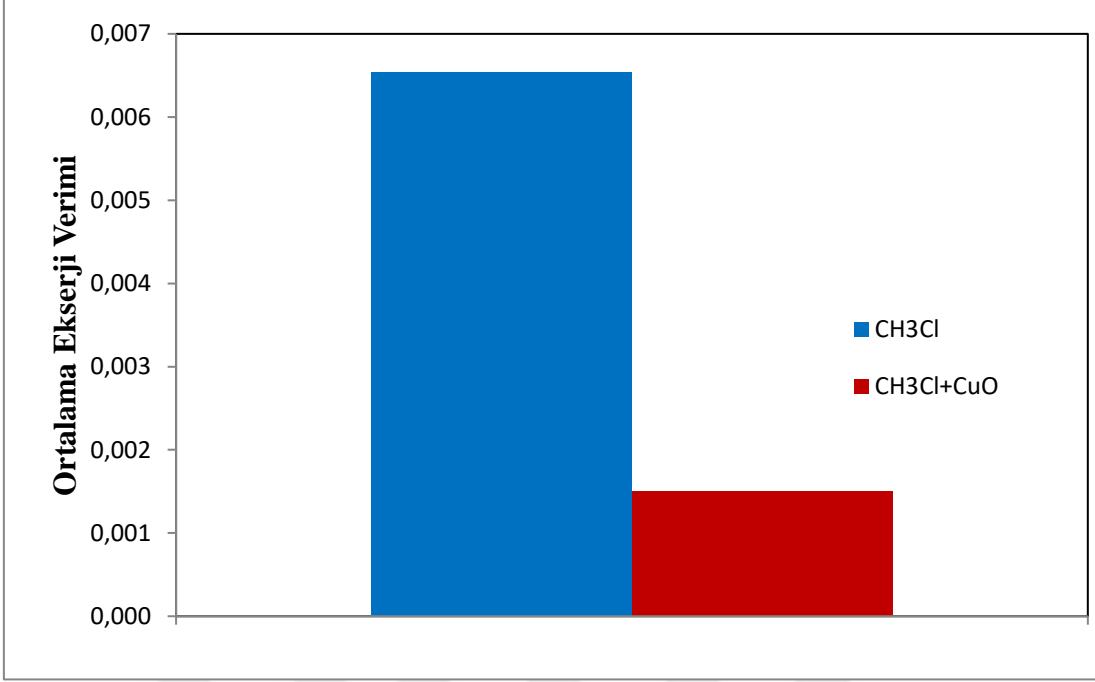
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,200 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.97’de verilmiştir.



Şekil 6. 97. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.97’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,590 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,405 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %31,44 azaltmıştır.

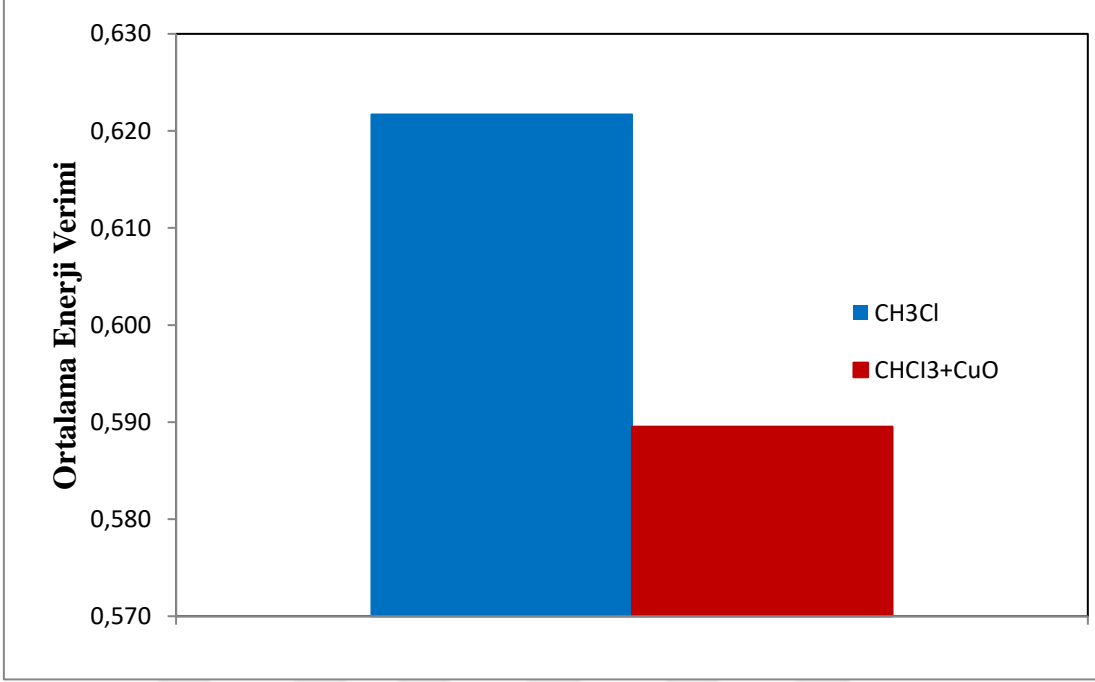
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 200 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.98’de verilmiştir.



Şekil 6. 98. 30 lt/h 200 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.98’de görüldüğü gibi, CHCl_3 kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,006538 olarak hesaplanırken, CHCl_3+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,001498 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %77,08 oranında azaltmıştır.

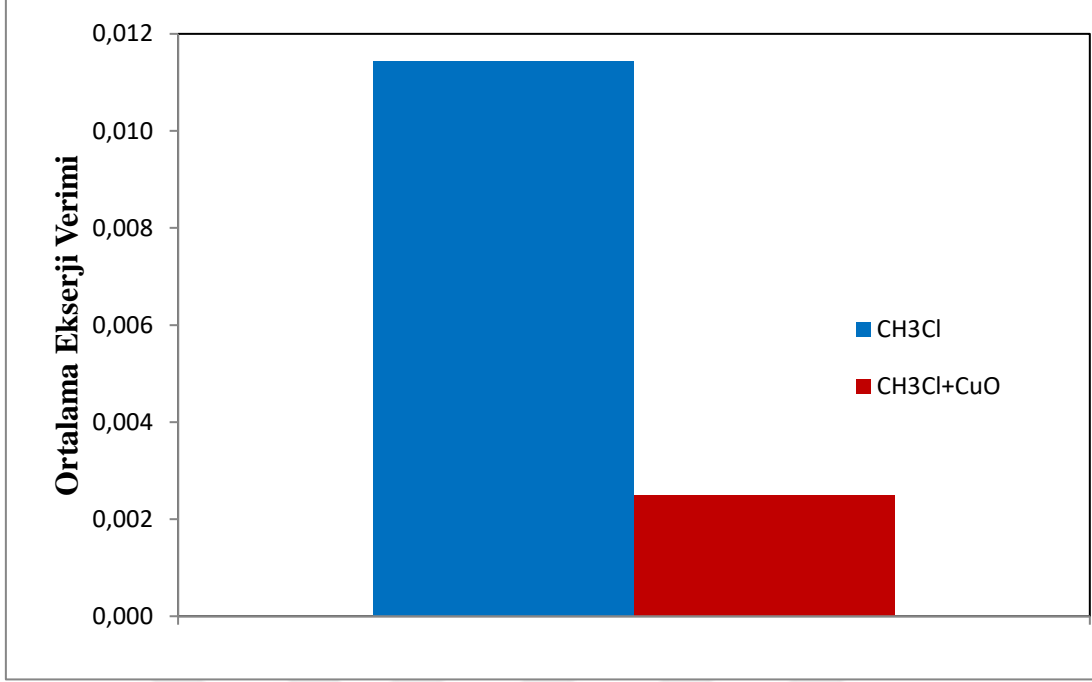
CHCl_3 ve CHCl_3+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,300 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.99’da verilmiştir.



Şekil 6. 99. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.99’da görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,622 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,590 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %5,17 azaltmıştır.

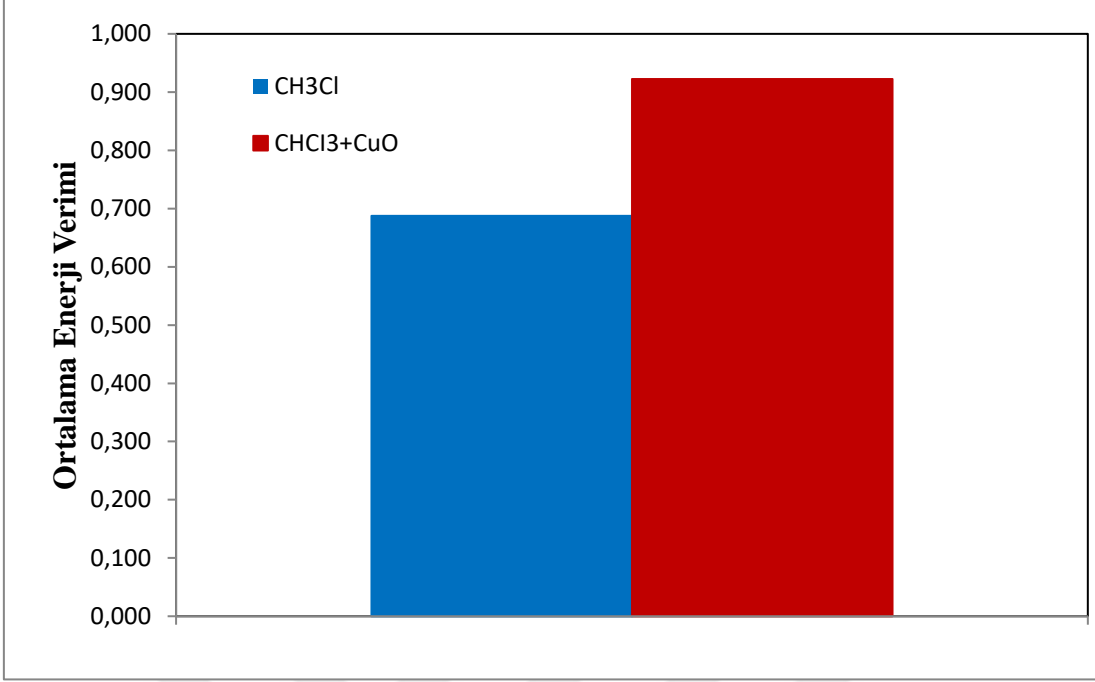
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 300 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.100’de verilmiştir.



Şekil 6. 100. 30 lt/h 300 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.100'de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,011425 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,002490 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %78,202 oranında azaltmıştır.

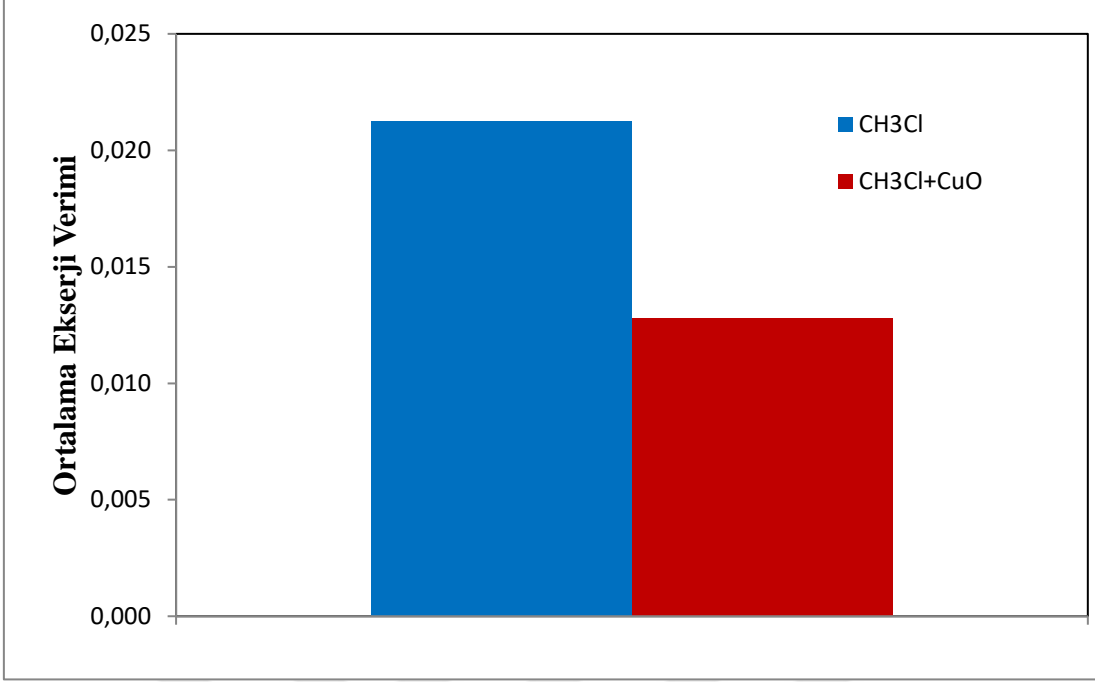
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,400 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.101'de verilmiştir.



Şekil 6. 101. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.101’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,688 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,923 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun enerji verimini %25,48 arttırmıştır.

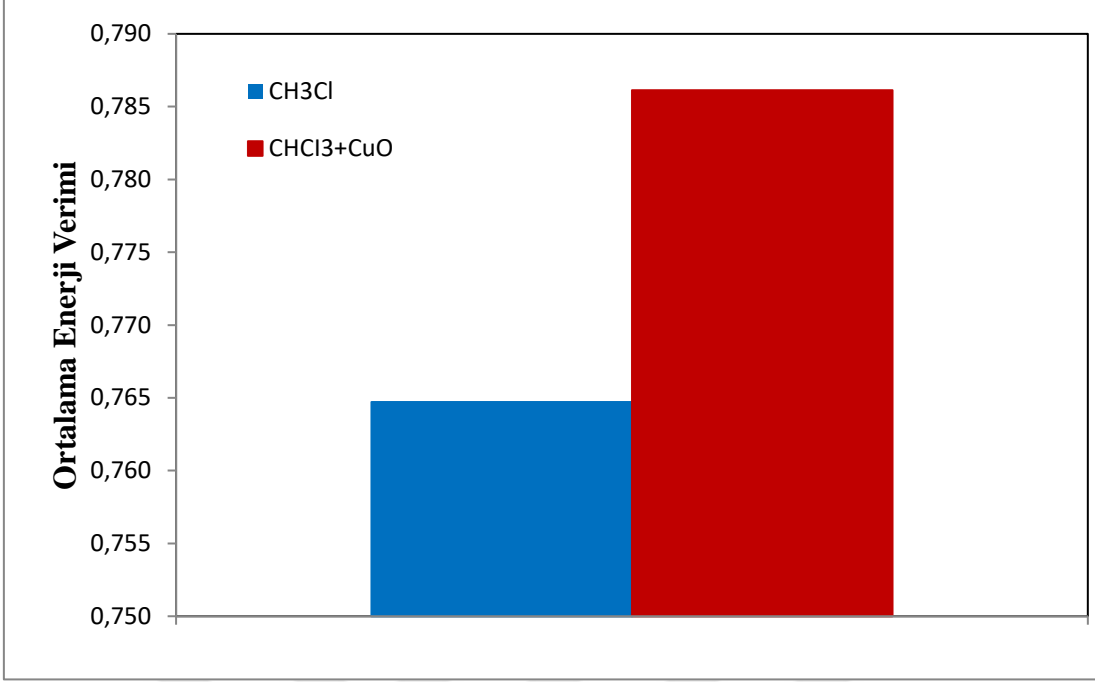
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 400 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.102’de verilmiştir.



Şekil 6. 102. 30 lt/h 400 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.102’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,021239 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,01287 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %39,79 oranında azaltmıştır.

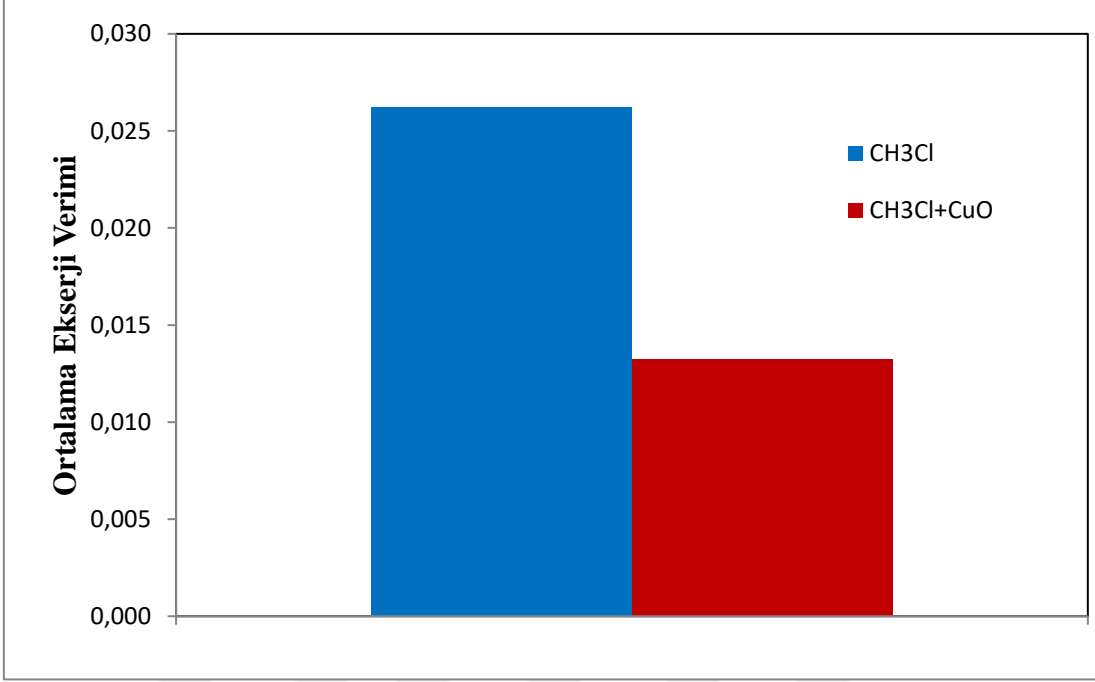
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,500 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.103’de verilmiştir.



Şekil 6. 103. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.103’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,765 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,786 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun enerji verimini %2,72 arttırmıştır.

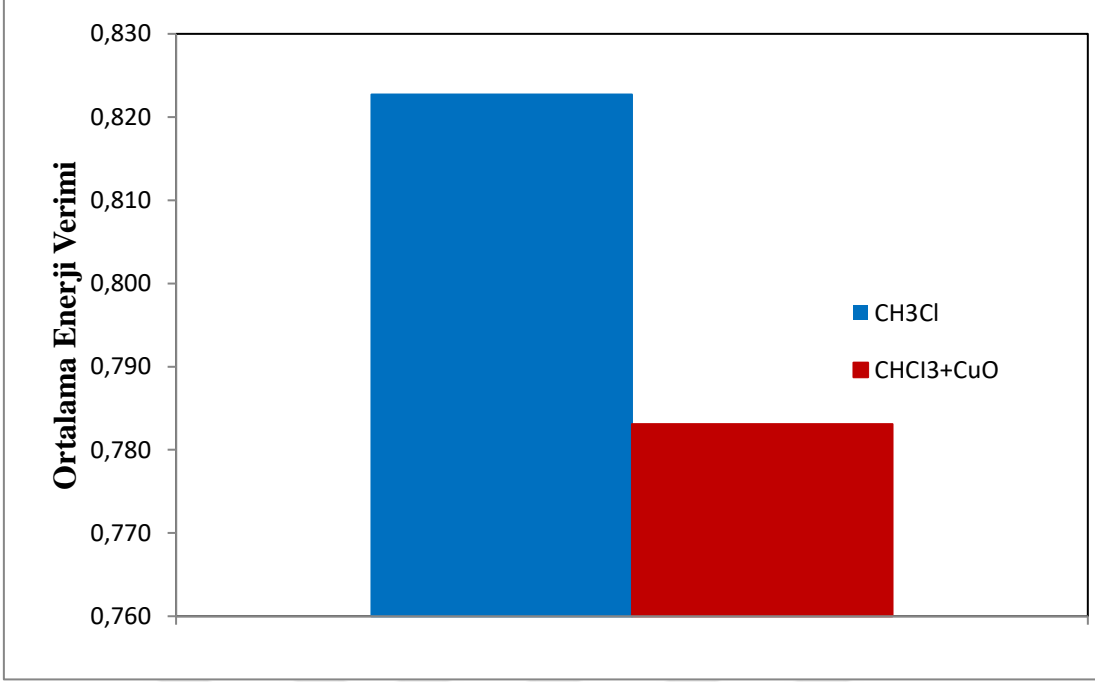
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 500 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.104’de verilmiştir.



Şekil 6. 104. 30 lt/h 500 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.104'de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,026222 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,013266 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %49,40 oranında azaltmıştır.

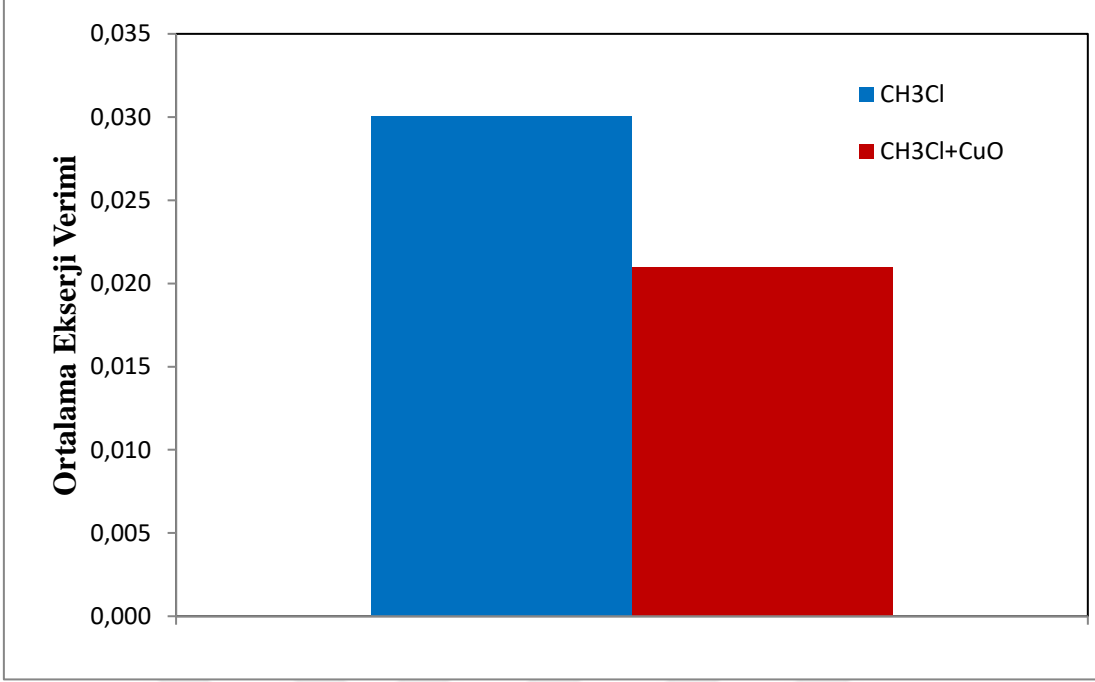
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,800 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.105'de verilmiştir.



Şekil 6. 105. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.105’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,823 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,783 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun enerji verimini %4,81 azaltmıştır.

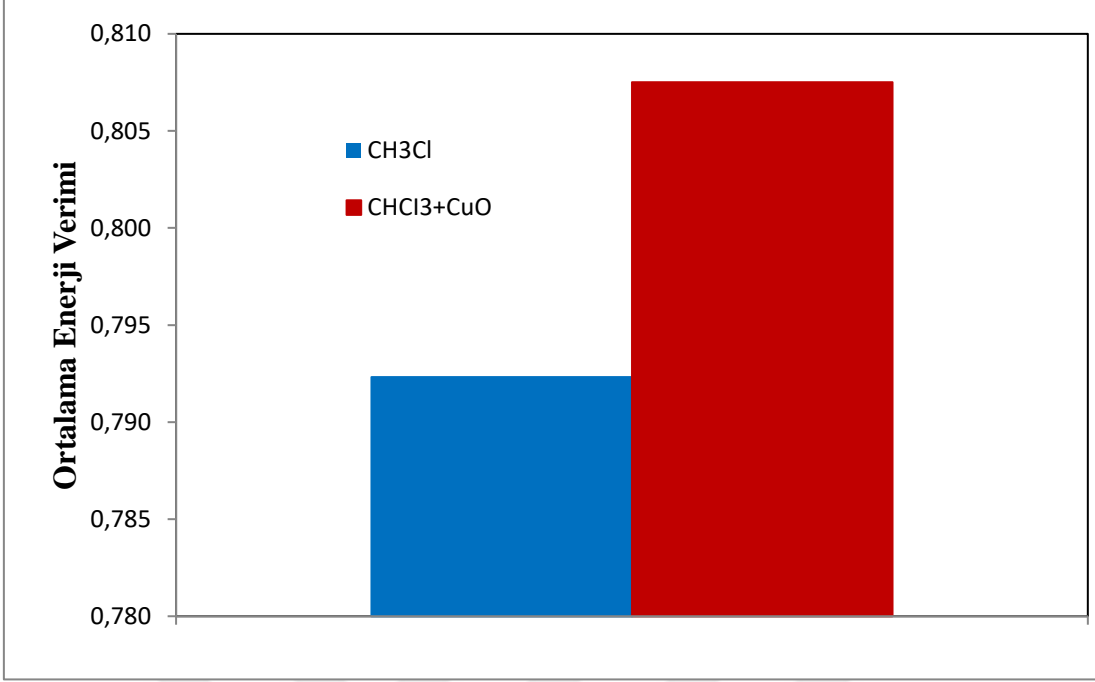
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımlı termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 800 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.106’da verilmiştir.



Şekil 6. 106. 30 lt/h 800 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.106’da görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,030036 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,020978 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartiküllü ısı borusunun ekserji verimini %30,15 oranında azaltmıştır.

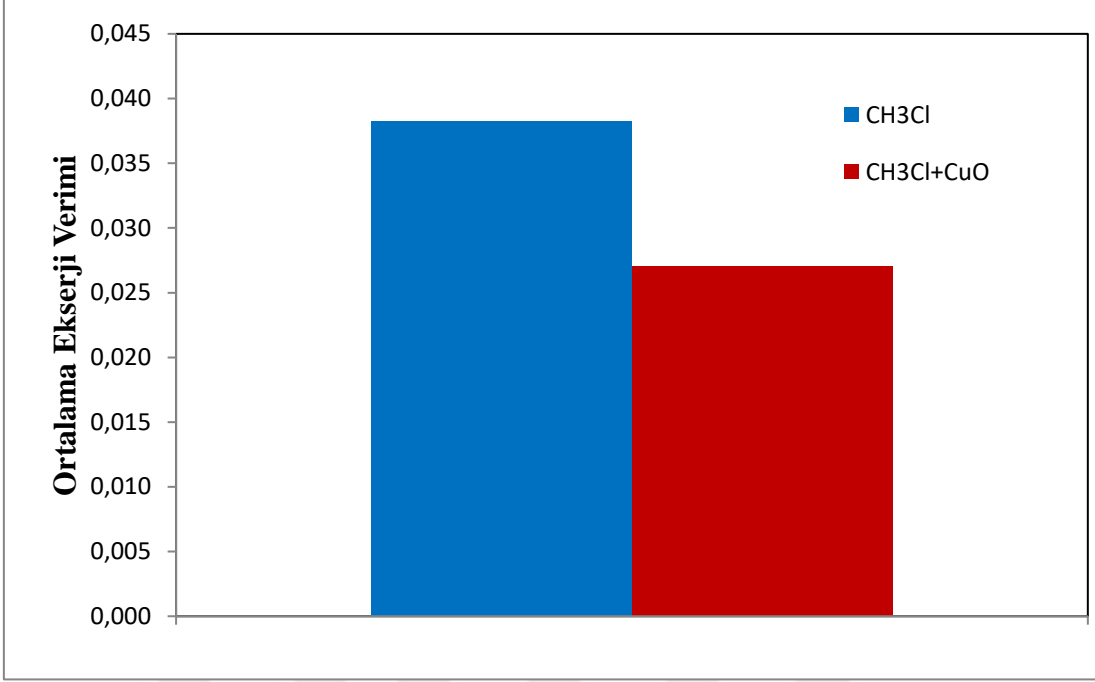
CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h,1000 W ısıtıcı gücü için ortalama enerji verimi değerleri Şekil 6.107’de verilmiştir.



Şekil 6. 107. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama enerji verimi

Şekil 6.107’de görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama enerji verimi 0,792 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin enerji verimi 0,808 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun enerji verimini %1,18 oranında arttırmıştır.

CHCl₃ ve CHCl₃+CuO karışımli termosifon tip ısı borusunun 30 lt/h, 1000 W ısıtıcı gücü için ortalama ekserji verimi değerleri Şekil 6.108’da verilmiştir.

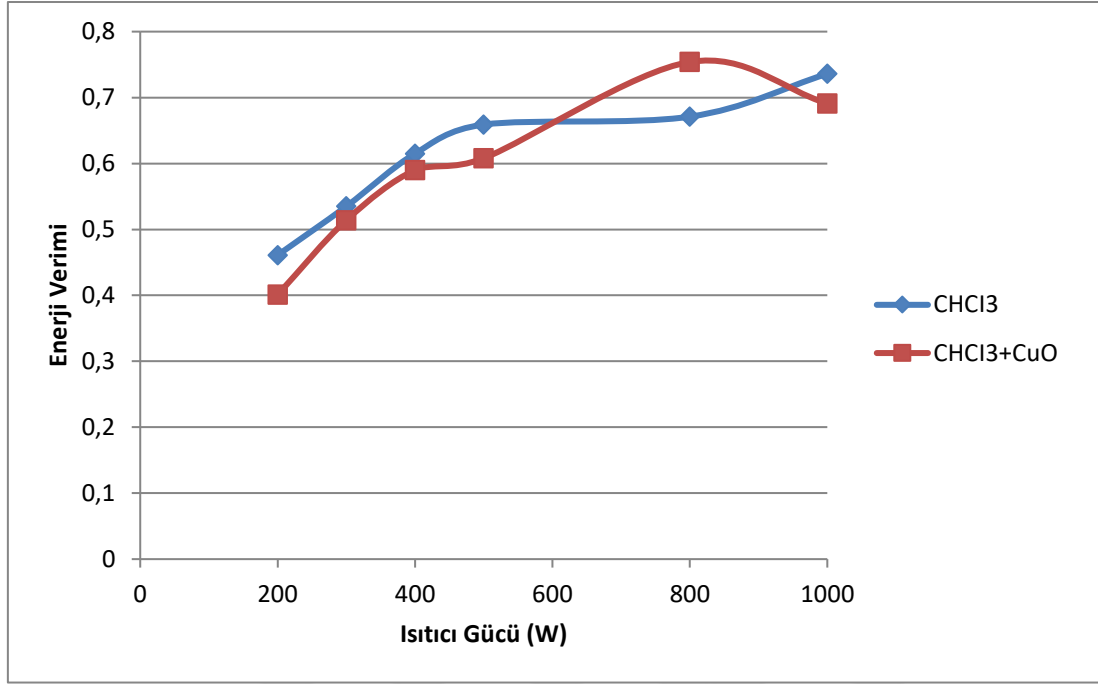


Şekil 6. 108. 30 lt/h 1000 W ısıtıcı gücünde ortalama ekserji verimi

Şekil 6.108’da görüldüğü gibi, CHCl₃ kullanılan sistemin ortalama ekserji verimi 0,038265 olarak hesaplanırken, CHCl₃+CuO kullanılan sistemin ekserji verimi 0,027038 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, CuO nanopartikülü ısı borusunun ekserji verimini %29,34 oranında azaltmıştır.

Bu çalışmada en yüksek ortalama enerji verimi 30 lt/h hacimsel debide 400 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemde 0,923 olarak hesaplanmıştır. En düşük ortalama enerji verimi 10 lt/h hacimsel debide 200 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemde 0,401 olarak hesaplanmıştır. En yüksek ortalama ekserji verimi 10 lt/h hacimsel debide 1000 W ısıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanlı sistemde 0,081912 olarak hesaplanmıştır. En düşük ortalama ekserji verimi 30 lt/h hacimsel debide 200 W ısıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanlı sistemde 0,001498 olarak hesaplanmıştır.

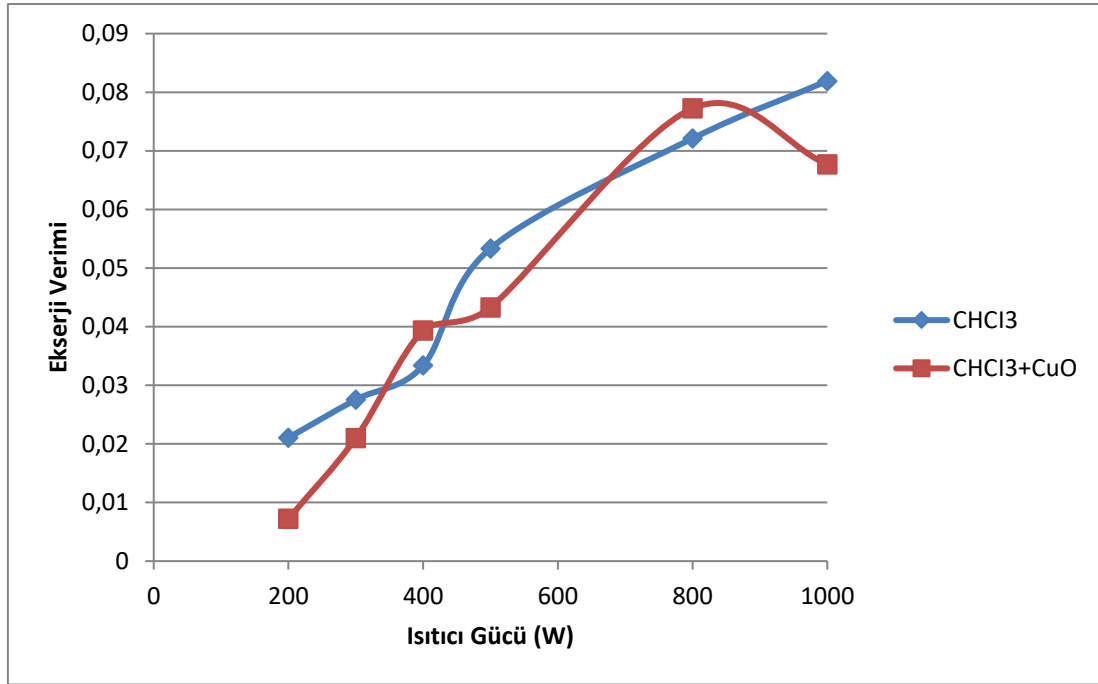
10 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.109’da verilmiştir.



Şekil 6. 109. 10 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri

Şekil 6.109’ da görüldüğü gibi 10 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi ısıtıcı gücü artırıldıkça artmıştır. Fakat, CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 10 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 800 W ısıtıcı gücünde 0,754 hesaplanmıştır. 10 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,401 hesaplanmıştır.

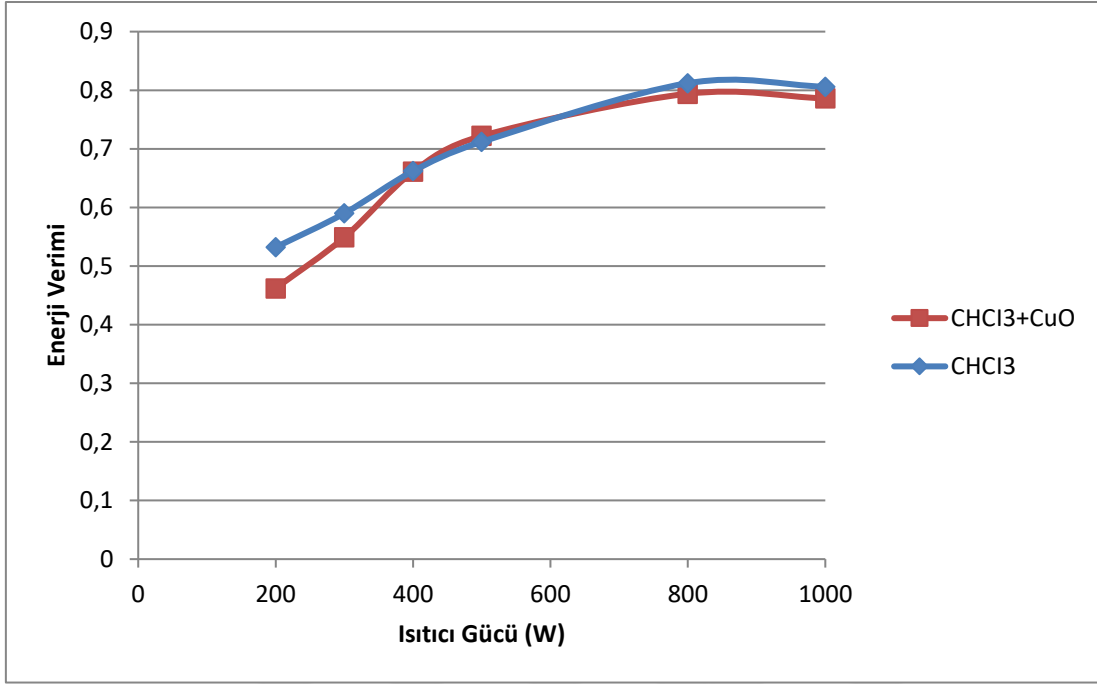
10 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin ekserji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.110'da verilmiştir.



Şekil 6. 110. 10 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri

Şekil 6.110' da görüldüğü gibi 10 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 10 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,081912 hesaplanmıştır. 10 lt/h en düşük ekserji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,007224 hesaplanmıştır.

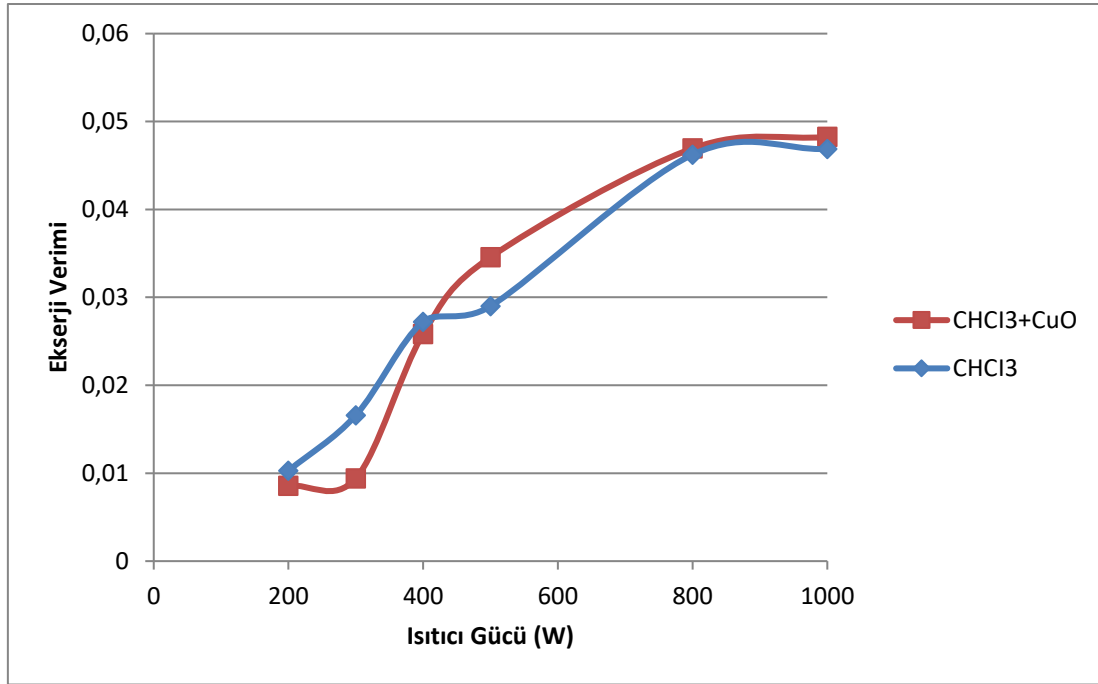
20 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.111’de verilmiştir.



Şekil 6. 111. 20 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri

Şekil 6.111’ de görüldüğü gibi 20 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistem ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 20 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 800 W ısıtıcı gücünde 0,812 hesaplanmıştır. 20 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,462 hesaplanmıştır.

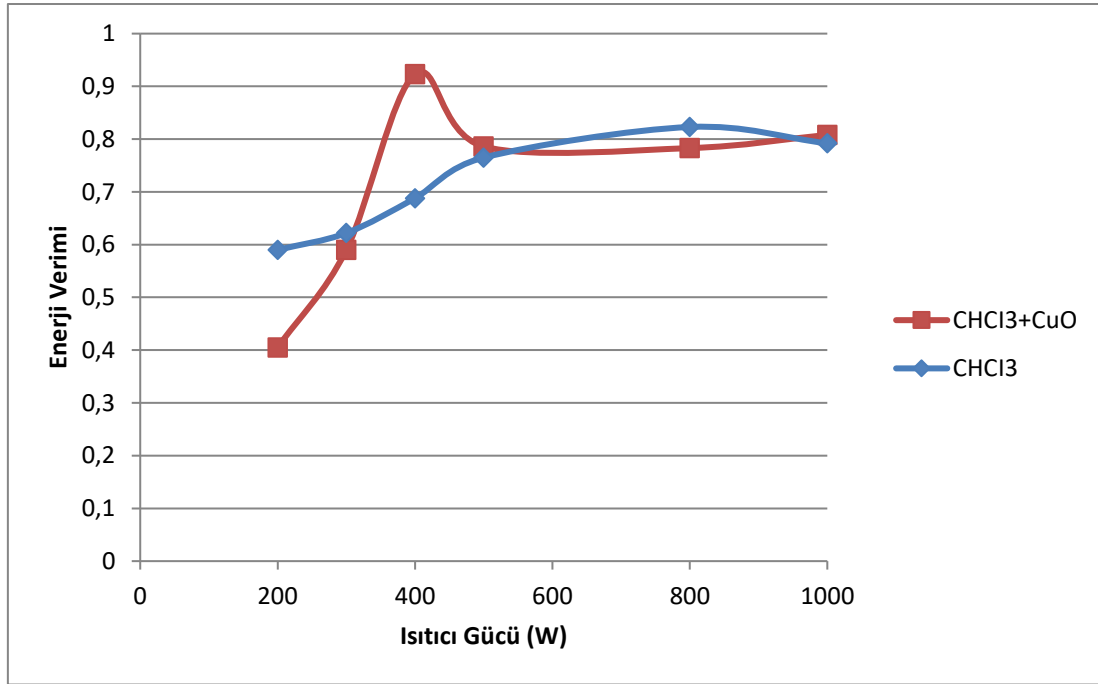
20 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin ekserji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.112’de verilmiştir.



Şekil 6. 112. 20 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri

Şekil 6.112’de görüldüğü gibi 20 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistem ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. 20 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,048252 hesaplanmıştır. 20 lt/h en düşük ekserji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,008581 hesaplanmıştır.

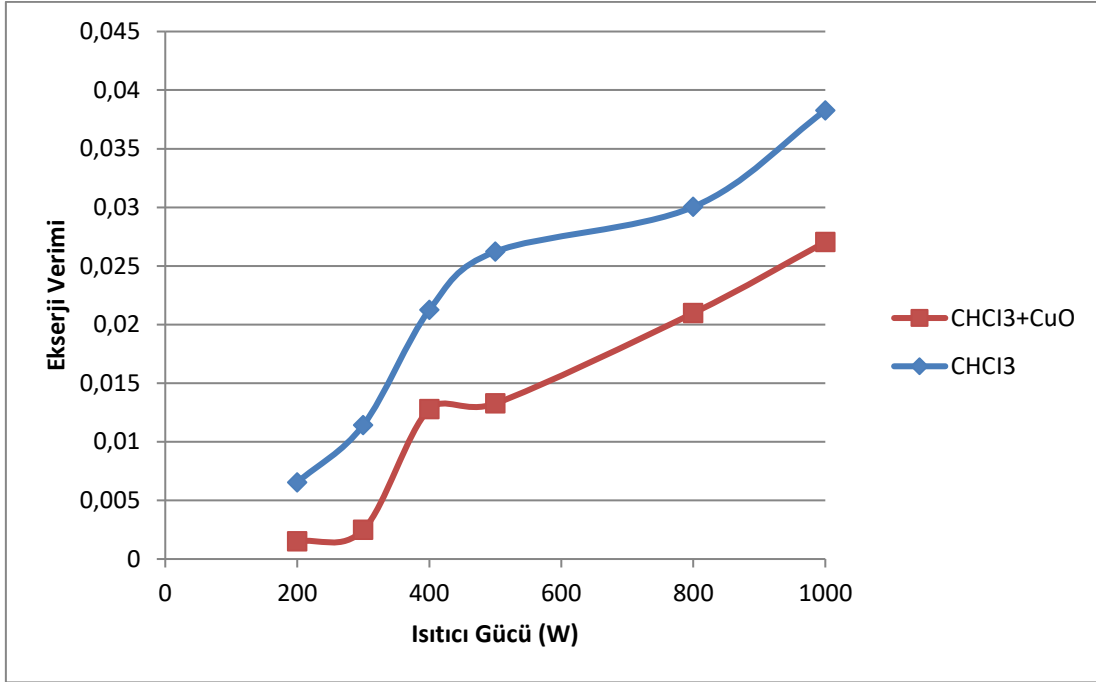
30 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin enerji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.113’de verilmiştir.



Şekil 6. 113. 30 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama enerji verimleri

Şekil 6.113’de görüldüğü gibi 30 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 800 W ısıtıcı gücüne kadar enerji verimi artmış 1000 W ısıtıcı gücünde azalmıştır. $\text{CHCl}_3 +\text{CuO}$ çalışma akışkanlı sistemde ise 400 W ısıtıcı gücüne kadar verim artmış 500 W, 800W, 1000W ısıtıcı güçlerinde verim azalmıştır. CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 400 W ısıtıcı gücünde verimde ani yükselme gözlemlenmiştir. 30 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 400 W ısıtıcı gücünde 0,923 hesaplanmıştır. 30 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,405 hesaplanmıştır.

30 lt/h hacimsel debisinde CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin ekserji verimlerinin karşılaştırması şekil 6.114’de verilmiştir.



Şekil 6. 114. 30 lt/h CHCl_3 ve CHCl_3+CuO 'nun ortalama ekserji verimleri

Şekil 6.114’de görüldüğü gibi 30 lt/h debide CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin ekserji verimleri ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. 30 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,038265 hesaplanmıştır. 30 lt/h en düşük ekserji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,001498 hesaplanmıştır.

Çizelge 6. 1. CHCl_3 ve CHCl_3+CuO akışkanlı ısı borusu için ortalama enerji, ekserji verimleri ve artış veya azalış değerleri verilmiştir

$m_w(\text{lt/h})$	Isıtıcı gücü (W)	CHCl_3		CHCl_3+CuO		Verimde artış	
		η_I	η_{II}	η_I	η_{II}	% η_I	% η_{II}
10	200	0,461	0,021	0,401	0,007	-13,12	-65,69
10	300	0,535	0,027	0,514	0,021	-3,92	-23,29
10	400	0,615	0,033	0,590	0,039	-4,05	+15,18
10	500	0,659	0,053	0,608	0,043	-7,78	-18,83
10	800	0,671	0,072	0,754	0,077	+11,10	+6,62
10	1000	0,736	0,082	0,691	0,067	-6,13	-17,35
20	200	0,532	0,010	0,462	0,008	-13,12	-16,53
20	300	0,590	0,016	0,549	0,009	-7,03	-43,23
20	400	0,662	0,027	0,661	0,025	-0,04	-5,08
20	500	0,712	0,028	0,722	0,034	+1,33	+16,15
20	800	0,812	0,0462	0,794	0,046	-2,22	+1,49
20	1000	0,806	0,0468	0,786	0,048	-2,5	+2,83
30	200	0,590	0,006	0,405	0,001	-31,44	-77,08
30	300	0,622	0,011	0,590	0,002	-5,17	-78,20
30	400	0,688	0,021	0,923	0,012	+25,48	-39,79
30	500	0,765	0,026	0,786	0,013	+2,72	-49,40
30	800	0,823	0,030	0,783	0,020	-4,81	-30,15
30	1000	0,792	0,038	0,808	0,027	+1,88	-29,34

Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi, 10 lt/h debi için, 200 W, 300 W, 400 W, 500 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde CuO nano partikülü enerji verimini %3,92-13,12 aralığında azaltırken, 800 W ısıtıcı gücünde enerji verimini %11,1 artırmıştır. CuO nano partikülü ekserji verimini 10 lt/h debi için, 200 W, 300 W, 500 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde %17,35-65,69 aralığında azaltırken 400 W ve 800 W ısıtıcı güçlerinde sırasıyla %15,18 ve %16,62 artırmıştır. 20 lt/h debi için, 200 W, 300 W, 400 W, 800 W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde CuO nano partikülü enerji verimini %2,5-13,12 aralığında azaltırken, 500 W ısıtıcı gücünde enerji verimini

%1,33 artırmıştır. CuO nano partikülü ekserji verimini 20 lt/h debi için, 200 W, 300 W ve 400 W ısıtıcı güçlerinde %5,08-16,53 aralığında azaltırken 500 W, 800W ve 1000 W ısıtıcı güçlerinde %2,83-16,15 aralığında artırmıştır. 30 lt/h debi için, 200 W, 300 W ve 800 W ısıtıcı güçlerinde CuO nano partikülü enerji verimini %4,81-31,44 aralığında azaltırken, 400W, 500 W ve 1000 W ısıtıcı gücünde enerji verimini %1,88-25,48 aralığında artırmıştır. CuO nano partikülü ekserji verimini 30 lt/h debi için, tüm ısıtıcı güçlerinde %29,34-77,08 aralığında azaltmıştır.



7. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, termosifon tip bir ısı borusunda çalışma akışkanı olarak kullanılan saf CHCl_3 ve CHCl_3+CuO nano partiküllü karışımı akışkanın sistemin enerji ve ekserji performansına etkisi deneysel olarak araştırılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- 10 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. Fakat, CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 10 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 800 W ısıtıcı gücünde 0,754 hesaplanmıştır. 10 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,401 hesaplanmıştır.
- 10 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 10 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,081912 hesaplanmıştır. 10 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,007224 hesaplanmıştır.
- 20 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistem ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi 800 W ısıtıcı gücüne kadar artmış, 1000 W ısıtıcı gücünde verim düşmüştür. 20 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 800 W ısıtıcı gücünde 0,812 hesaplanmıştır. 20 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,462 hesaplanmıştır.
- 20 lt/h debide CHCl_3 çalışma akışkanlı sistem ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin ekserji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. 20 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,048252 hesaplanmıştır. 20 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,008581 hesaplanmıştır.

- 30 lt/h debide CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemin enerji verimi ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 400 W ısıtıcı gücünde verimde ani yükselme gözlemlenmiştir. 30 lt/h debide en yüksek enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 400 W ısıtıcı gücünde 0,923 hesaplanmıştır. 30 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,405 hesaplanmıştır.
- 30 lt/h debide CHCl_3 ve CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemlerin ekserji verimleri ısıtıcı gücü arttırıldıkça artmıştır. 30 lt/h debide en yüksek ekserji verimi CHCl_3 çalışma akışkanlı sistemde 1000 W ısıtıcı gücünde 0,038265 hesaplanmıştır. 30 lt/h en düşük enerji verimi CHCl_3+CuO çalışma akışkanlı sistemde 200 W ısıtıcı gücünde 0,001498 hesaplanmıştır.

İlerleyen çalışmalarda farklı çalışma akışkanı ve farklı nano partikül oranlarının enerji ve ekserji performansı üzerine etkileri termoekonomik açıdanda araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Balcıoğlu, B., 2014, “Alümina nano akışkan kullanımının ısı borusu performansına etkisinin deneysel olarak incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-65
- [2] Hızal, G., ARAS, M., Sürücü, B., Akış, S., Buğatekin, R.A., 2011, “Isı borusu ile CPU soğutma”, Bitirme Tezi, *Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği*, Erzurum, 1-2
- [3] Seven, M., 2007, “Isı Borusunun Yalıtılmış Bölgesindeki Akının Analitik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü*, İstanbul, 1-13
- [4] Genceli, O.F., 1976, Isı Borusu, Yüksek Lisans Tezi, *İ.T.Ü. Makine Fakültesi Isı Tekniği ve Ekonomisi Araştırma Enstitüsü Bülteni*, İstanbul, 1-29
- [5] Huminic, G., Huminic, A., Morjan, I., Dumitrache, F., 2011, “Experimental study of the thermal performance of thermosyphon heat pipe using iron oxide nanoparticles”, *International Journal Of Heat And Mass Transfer*, 54: 656-661
- [6] Şahin, B., Çomaklı, K., Çomaklı, Ö., Yılmaz, M., 2010, “Nanoakışkanlar ile Isı Transferinin İyileştirilmesi”, *Mühendis ve Makine*, 47: 29-34
- [7] Sureshkumar, R., Mohideen, S., T., Nethaji, N., 2013, “Heat transfer characteristics of nanofluids in heat pipes: A review”, *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 20: 397-410
- [8] Chien, H.T., Tsai, C.Y., Chen, P.H. and Chen, P.Y., 2003, “Improvement on thermal performance of a disk-shaped miniature heat pipe with nanofluid”, *Proceedings of the Fifth International Conference on Electronic Packaging Technology*, IEEE, Shanghai,
- [9] Wei, W.C., Tsai, S.H., Yang, S.Y. and Kang, S.W., 2005, “Effect of structural character of gold nanoparticles in nanofluid on heat pipe thermal performance” *IASME Transactions*, 2: 1432-1439.
- [10] Kang, S.W., Wei, W.C., Tsai, S.H. and Yang, S.Y., 2006, “Experimental investigation of silver nano-fluid on heat pipe thermal performance” *Appl. Thermal Eng.*, 26(17): 2377-2382.
- [11] Xue, H., Fan, J., Hu, Y., Hong, R. and Cen, K., 2006, “The interface effect of carbon nanotube suspension on the thermal performance of a two-phase closed thermosyphon” *J. Appl. Phys.*, 100(10): 104909.

- [12] Shang, F.M., Liu, D.Y., Xian, H.Z., Yang, Y.P. and Du, X.Z., 2007, "Flow and heat transfer characteristics of different forms of nanometer particles in oscillating heat pipe" *J. Chem. Indust.*, 58: 2200-2204.
- [13] Liu, Z.H., Yang, X.F. Guo, G.L., 2007," Effect of nanoparticles in nanofluid on thermal performance in a miniature thermosyphon". *J. Appl. Phys.*, 102(1): 013526.
- [14] Liu, Z.H., Yang, X.F., Wang, G.S. and Guo, G.L., 2010, "Influence of carbon nanotube suspension on the thermal performance of a miniature thermosyphon." *J. Heat Mass Transfer*, 53:1914-1920.
- [15] Liu, Z.H. and Lu, L., 2009, "thermal performance of axially microgrooved heat pipe using carbon nanotube suspensions" *J. Thermophys Heat Transfer*, 23(1):170-175.
- [16] Yang, X.F., Liu, Z.H., Zhao, J. 2008, "Heat transfer performance of a horizontal microgrooved heat pipe using cuo nanofluid" *J. Micromech Microeng.*, 18(3): 035038
- [17] Liu, Z.H. and Shu, T., 2008, "Application of Nanofluids in Thermal Performance Enhancement of Horizontal Screen Heat Pipe" *J. Aerospace Power*, 23:1623-1627.
- [18] Chen, Y.T., Wei, W.C., Kang, S.W., Yu, C.S., 2008, "Effect of Nanofluids on Flat Heat Pipe Thermal Performance" *Proceedings of the 24th IEEE Semiconductor Thermal Measurement and Management Symposium*, IEEE, Dallas.
- [19] Khandekar, S., Joshi, Y. and Mehta, B., 2008, "Thermal Performance of Closed Two-Phase Thermosyphon Using Nanofluids" *J. Thermal Sci.*, 47: 659-667.
- [20] Naphon, P., Assadamongkol, P., Teerapong, B., 2008, "Experimental investigation of titanium nanofluids on the heat pipe thermal efficiency", *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 35:1316-1319.
- [21] Şimşak, O., 2009, "Isı geri kazanım amaçlı ısı borusu performansının deneysel olarak incelenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Karabük, 1-48.
- [22] Noie, S.H., Heris, S.Z., Kahani, M. and Nowee, S.M., 2009, "Heat transfer enhancement using Al₂O₃ water nanofluid in a two-phase closed thermosyphon", *J. HeatFluid Flow*, 30(4): 700-709.
- [23] Yıldırım, H., 2009, "Yerçekimi destekli ısı borularında fitil kullanılmasının ısı borusunun çalışma performansına etkisi", *T.C Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 1-43.
- [24] Huminic, G., Huminic, A., 2011, "Heat transfer characteristics of a two-phase closed thermosyphons using nanofluids", *Experimental Thermal And Fluid Science*, 35: 550-557
- [25] Huminic, G., Huminic, A., 2013, "Numerical study on heat transfer characteristics of thermosyphonheat pipes using nanofluids", *Energy Conversion and Management*, 76:393-399.

- [26] Sarafraz, M.M., Hormozi, F., 2014, “Experimental study on the thermal performance and efficiency of a copper made thermosyphon heat pipe charged with alumina–glycol based nanofluids”, *Powder Technology*, 266: 378–387.
- [27] Heris, S.Z., Mohammadpur, F., Shakouri, A., 2014, “Effect of electric field on thermal performance of thermosyphon heat pipes using nanofluids”, *Materials Research Bulletin*, 53:21–27.
- [28] Sarafraz, M.M., Hormozi, F., Peyghambarzadeh, S.M., 2014, “. Thermal performance and efficiency of a thermosyphon heat pipe working with a biologically ecofriendly nanofluid”, *International Communications in Heat and Mass Transfer* 57:297–303.
- [29] Menlik, T., Sözen, A., Gürü, M., Öztaş, S., 2015, “Heat transfer enhancement using MgO/water nanofluid in heat pipe”, *Journal of the Energy Institute*, 88:247-257.
- [30] Ersöz, M.A., Yıldız, A., 2016, “Thermoeconomic analysis of thermosyphon heat pipes” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58:666–673.
- [31] Mert, O., 2017, “Farklı çalışma akışkanları kullanılarak yerçekimi dektekli ısı borusunun performansının iyileştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği*, Karabük, 1-48.
- [32] Kamyar, A., Ong K.S., Saidur, R., 2013, “Effects of nanofluids on heat transfer characteristics of a two-phase closed thermosyphon”, *Int. J. Heat Mass Transf.*, 65:610-618.
- [33] Buschmann, M.H., Franzke, U., 2014, “Improvement of thermosyphon performance by employing nanofluid”, *Int. J. Refrig.*, 40:416–428.
- [34] Grab, T., Gross, U., Franzke, U., Buschmann, M.H., 2014, “Operation performance of thermosyphons employing titania and gold nanofluids”, *Int. J. Therm.* 86:352–364.
- [35] Amiri, A., Sadri, R., Shanbedi, M., Ahmadi, G., Chew, B.T., Kazi, S.N., 2015, “Performance dependence of thermosyphon on the functionalization approaches: an experimental study on thermo-physical properties of graphene nanoplatelet-based water nano fluids”, *Energy Convers. Manag.* 92:322-330.
- [36] Heris, S. Z., Fallahi, M., Shanbedi, M., Amiri, A., 2016, “Heat transfer performance of twophase closed thermosyphon with oxidized CNT/water nanofluids”, *Heat Mass Transf.*, 52:85–93.
- [37] Hoseinzadeh, S. Sahebi, S.A.R., Ghasemiasl, R.A., Majidian, R., 2017, “Experimental analysis to improving thermosyphon (TPCT) thermal efficiency using nanoparticles/based fluids (water)”, *Eur. Phys. J. Plus*, 132:197.
- [38] Alagappan, N., Karunakaran, N., 2017, “Performance investigation of 405 stainless steel thermosyphon using cerium (IV) Oxide Nano Fluid”, 30:575–581.
- [39] Asirvatham, L.G., Wongwises, S., Babu, J., 2015, “Heat transfer performance of a glass thermosyphon using graphene–acetone nanofluid”, *J. Heat Transf.* 137:111-502

- [40] Heris, S.Z., Mohammadpur, F., Mahian, O., Sahin, A.Z., 2015, “Experimental study of two phase closed thermosyphon using cuo/water nanofluid in the presence of electric field”, *Exp. Heat Transfer*, 28:328–343.
- [41] Shanbedi, M., Heris, S. Z., Amiri, A., Baniadam, M., Heris, S.Z., Amiri, A., et al., 2013, “Improvement in heat transfer of a two-phased closed thermosyphon using silverdecorated MWCNT/water”, *J. Dispers. Sci. Technol.*
- [42] Paramatthanuwat, T., Boothaisong, S., Rittidech, S., Booddachan, K., 2010, “Heat transfer characteristics of a two-phase closed thermosyphon using de ionized water mixed with silver nano”, *Heat Mass Transf.* 46:281–285.
- [43] Shanbedi, M., Heris, S.Z., Baniadam, M., Amiri, A., Maghrebi, M., 2012, “Investigation of heattransfer characterization of EDA-MWCNT/DI-water nanofluid in a two-phase closed thermosyphon”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 51:1423–1428.
- [44] Li, H., Jiang, F., Qi, G., Zhao, P., Jiang, T., Li, N., 2018, “Effect of particle size and solid holdup on heat transfer performance of a SiC/water three-phase closed thermosyphon”, *Appl. Therm. Eng.* 132: 808–816.
- [45] Qu, J., Wu, H., 2011, “Thermal performance comparison of oscillating heat pipes with SiO₂/water and Al₂O₃/water nanofluids. International Journal of Thermal Sciences”, *International Journal of Thermal Sciences* 50: 1954-1962.
- [46] Tsaia, C.Y., Chiena, H.T., Dingb, P.P., Chanc, B., Luhd, T.Y., Chena, P.H., 2004, “Effect of structural character of gold nanoparticles in nanofluid on heat pipe thermal performance”, *Materials Letters* 58 :1461– 1465
- [47] Ma, H. B., Wilson, C., Borgmeyer, B., Park, K., Yu, Q., 2006, “Effect of nanofluid on the heat transport capability in an oscillating heat pipe”, *Appl. Phys. Lett.* 88:143116.
- [48] Lin, Y.H., Kang, S.W., Chen, H.L.,2008, “Effect of silver nano-fluid on pulsating heat pipe thermal performance”, *Applied Thermal Engineering* 28:1312–1317
- [49] Naphon, P., Assadamongkol, P., Borirak, T., 2008, “Experimental investigation of titanium nanofluids on the heat pipe thermal efficiency”, *International Communications in Heat and Mass Transfer* 35:1316–1319
- [50] Do, K.H., PilJang, S., 2010, “Effect of nanofluids on the thermal performance of a flat micro heat pipe with a rectangular grooved wick”, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 53: 2183-2192
- [51] Shafahi, M., Bianco, V., Vafai, K., 2010, “Oronzio Manca b. An investigation of the thermal performance of cylindrical heat pipes using nanofluids”, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 53: 376–383.
- [52] Shafahi, M., Bianco, V., Vafai, K., 2010, “Oronzio Manca b. Thermal performance of flat-shaped heat pipes using nanofluids”, *International Journal of Heat and Mass Transfer* 53: 1438–1445.

- [53] Wang, G.S., Song, B., Liu, Z.H., 2010, "Operation characteristics of cylindrical miniature grooved heat pipe using aqueous CuO nanofluids", *Experimental Thermal and Fluid Science*, 34: 1415–1421.
- [54] Qu, J., Wu, H.Y., Cheng, P., 2010, "Thermal performance of an oscillating heat pipe with Al₂O₃–water nanofluids", *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 37: 111–115.
- [55] Bhuwakietkumjohn, N., Rittidech, S., 2010, "Internal flow patterns on heat transfer characteristics of a closed-loop oscillating heat-pipe with check valves using ethanol and a silver nano-ethanol mixture", *Experimental Thermal and Fluid Science* 34:1000–1007.
- [56] <https://turkish.alibaba.com/product-detail/chaoda-factory-solar-copper-heat-pipe-collector-tube-1802505047.html>.
- [57] Beşe, U., 1988, "Baca gazları için ısı borusu tasarımı ve optimizasyonu", Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 10-30.
- [58] Ong, K.S., Haider, E., Alahi, M., 2003, "Performance of a R-134A filled thermosyphon", *Applied Thermal Engineering*, 23: 2373-2381.
- [59] Noie, S.H., 2006, "Investigation of thermal performance of an air to air thermosyphon heat exchanger using e-NTU method", *Applied Thermal Engineering*, 26: 559-567.
- [60] Özsoy, A., Acar M.M., 2005, "Yerçekimi destekli bakır-su ısı borusu için deneysel bir çalışma", *Tesisat Mühendisliği dergisi*, 90: 13-18.
- [61] Alt, N., 2010, "Tek kanallı ısı borusu ile çok kanallı ısı borusu verimlerinin karşılaştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Karabük, 8-25.
- [62] <https://nanografi.com/>
- [63] Dincer I., Rosen MA., 2007, "Exergy: energy environment and sustainable development", Oxford: Elsevier.





EKLER

EK-1. 10 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	32,7	33,1	137,11	0,47379	138,78	0,47925	0,025	0,001	31	29,7	38	124,57	0,43259	159,26	0,54559	0,516	0,023
2	32,4	33,1	135,85	0,46968	138,78	0,47925	0,044	0,002	32	29,6	38	124,15	0,43121	159,26	0,54559	0,522	0,023
3	32,2	33,3	135,02	0,46695	139,61	0,48198	0,068	0,003	33	29,6	37,9	124,15	0,43121	158,84	0,54424	0,516	0,023
4	32	34	134,18	0,46421	142,54	0,49151	0,124	0,005	34	30	38,5	125,82	0,43673	161,35	0,5523	0,528	0,025
5	31,8	34,7	133,34	0,46147	145,46	0,50103	0,180	0,008	35	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
6	31,6	35,5	132,51	0,45873	148,81	0,51187	0,242	0,011	36	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
7	31,5	36,2	132,09	0,45736	151,73	0,52134	0,292	0,013	37	30	38,3	125,82	0,43673	160,51	0,54962	0,516	0,024
8	31,3	36,6	131,25	0,45461	153,41	0,52674	0,329	0,015	38	29,9	38,3	125,4	0,43535	160,51	0,54962	0,522	0,024
9	31,1	37	130,42	0,45186	155,08	0,53213	0,367	0,017	39	29,8	38,3	124,99	0,43397	160,51	0,54962	0,528	0,024
10	31	37,4	130	0,45049	156,75	0,53752	0,398	0,018	40	29,8	38,1	124,99	0,43397	159,67	0,54693	0,516	0,023
11	30,8	37,6	129,17	0,44774	157,58	0,54021	0,422	0,019	41	29,7	38,1	124,57	0,43259	159,67	0,54693	0,522	0,024
12	30,6	37,9	128,33	0,44499	158,84	0,54424	0,454	0,021	42	29,7	38	124,57	0,43259	159,26	0,54559	0,516	0,023
13	30,5	38	127,91	0,44361	159,26	0,54559	0,466	0,022	43	29,6	38	124,15	0,43121	159,26	0,54559	0,522	0,023
14	30,4	38	127,49	0,44224	159,26	0,54559	0,472	0,022	44	29,6	37,9	124,15	0,43121	158,84	0,54424	0,516	0,023
15	30,2	38,1	126,66	0,43948	159,67	0,54693	0,491	0,022	45	30	38,5	125,82	0,43673	161,35	0,5523	0,528	0,025
16	30,1	38,2	126,24	0,4381	160,09	0,54827	0,503	0,023	46	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
17	30,1	38,1	126,24	0,4381	159,67	0,54693	0,497	0,023	47	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
18	30,1	38	126,24	0,4381	159,26	0,54559	0,491	0,022	48	30	38,5	125,82	0,43673	161,35	0,5523	0,528	0,025
19	30,2	37,9	126,66	0,43948	158,84	0,54424	0,478	0,022	49	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
20	30,2	38,2	126,66	0,43948	160,09	0,54827	0,497	0,023	50	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024
21	30,2	38,5	126,66	0,43948	161,35	0,5523	0,516	0,024	51	30	38,3	125,82	0,43673	160,51	0,54962	0,516	0,024
22	30,2	38,7	126,66	0,43948	162,18	0,55498	0,528	0,025	52	29,9	38,3	125,4	0,43535	160,51	0,54962	0,522	0,024
23	30	38,5	125,82	0,43673	161,35	0,5523	0,528	0,025	53	29,8	38,3	124,99	0,43397	160,51	0,54962	0,528	0,024
24	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024	54	29,8	38,1	124,99	0,43397	159,67	0,54693	0,516	0,023
25	29,9	38,4	125,4	0,43535	160,93	0,55096	0,528	0,024	55	29,7	38,1	124,57	0,43259	159,67	0,54693	0,522	0,024
26	30	38,3	125,82	0,43673	160,51	0,54962	0,516	0,024	56	29,7	38	124,57	0,43259	159,26	0,54559	0,516	0,023
27	29,9	38,3	125,4	0,43535	160,51	0,54962	0,522	0,024	57	29,6	38	124,15	0,43121	159,26	0,54559	0,522	0,023
28	29,8	38,3	124,99	0,43397	160,51	0,54962	0,528	0,024	58	29,6	37,9	124,15	0,43121	158,84	0,54424	0,516	0,023
29	29,8	38,1	124,99	0,43397	159,67	0,54693	0,516	0,023	59	29,8	37,8	124,99	0,43397	158,42	0,5429	0,497	0,022
30	29,7	38,1	124,57	0,43259	159,67	0,54693	0,522	0,024	60	29,8	37,8	124,99	0,43397	158,42	0,5429	0,497	0,022

EK-2. 10 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	21,2	21,4	89,026	0,31355	89,863	0,3164	0,012752625	0,00	31	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621
2	21,2	22,2	89,026	0,31355	93,209	0,32774	0,063732653	0,000353501	32	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621
3	21,3	23,2	89,445	0,31497	97,392	0,34188	0,121081375	0,000888776	33	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621
4	21,4	24,2	89,863	0,3164	101,57	0,35597	0,178369153	0,001631094	34	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621
5	21,4	25,1	89,863	0,3164	105,34	0,3686	0,235809292	0,002659768	35	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
6	21,5	25,8	90,281	0,31782	108,26	0,3784	0,273930042	0,003351533	36	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
7	21,6	26,4	90,7	0,31923	110,77	0,38679	0,30578875	0,004034309	37	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
8	21,6	27	90,7	0,31923	113,28	0,39515	0,344031389	0,004937292	38	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
9	21,7	27,4	91,118	0,32065	114,95	0,40072	0,363107	0,00547707	39	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
10	21,7	27,7	91,118	0,32065	116,21	0,40489	0,3823045	0,006049406	40	22,2	29,1	93,209	0,32774	122,06	0,4243	0,439577042	0,008295087
11	21,7	28	91,118	0,32065	117,46	0,40906	0,401349639	0,006469382	41	22,2	29	93,209	0,32774	121,64	0,42291	0,433177875	0,008104308
12	21,8	28,2	91,536	0,32207	118,3	0,41183	0,407779278	0,006869292	42	22,3	28,9	93,628	0,32916	121,22	0,42153	0,420394778	0,007827316
13	21,8	28,4	91,536	0,32207	119,13	0,41461	0,42042525	0,007098489	43	22,3	29	93,628	0,32916	121,64	0,42291	0,426793944	0,00806276
14	21,8	28,5	91,536	0,32207	119,55	0,41599	0,426824417	0,007333933	44	22,3	29	93,628	0,32916	121,64	0,42291	0,426793944	0,00806276
15	21,8	28,7	91,536	0,32207	120,39	0,41876	0,43962275	0,007760155	45	22,3	29	93,628	0,32916	121,64	0,42291	0,426793944	0,00806276
16	21,8	28,7	91,536	0,32207	120,39	0,41876	0,43962275	0,007760155	46	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
17	21,9	28,8	91,955	0,32349	120,81	0,42015	0,439637986	0,007909385	47	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
18	21,9	28,9	91,955	0,32349	121,22	0,42153	0,445884792	0,007992468	48	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
19	22	28,9	92,373	0,32491	121,22	0,42153	0,439516097	0,007966155	49	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
20	21,9	29	91,955	0,32349	121,64	0,42291	0,452283958	0,008227911	50	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
21	21,9	29	91,955	0,32349	121,64	0,42291	0,452283958	0,008227911	51	22,3	29	93,628	0,32916	121,64	0,42291	0,426793944	0,00806276
22	21,9	29	91,955	0,32349	121,64	0,42291	0,452283958	0,008227911	52	22,3	29,2	93,628	0,32916	122,48	0,42568	0,439592278	0,008488982
23	22	29,1	92,373	0,32491	122,06	0,4243	0,452314431	0,008392378	53	22,3	29,2	93,628	0,32916	122,48	0,42568	0,439592278	0,008488982
24	22	29,1	92,373	0,32491	122,06	0,4243	0,452314431	0,008392378	54	22,3	29,1	93,628	0,32916	122,06	0,4243	0,433193111	0,008253539
25	22	29,1	92,373	0,32491	122,06	0,4243	0,452314431	0,008392378	55	22,4	29,1	94,046	0,33057	122,06	0,4243	0,426824417	0,008182561
26	22	29,1	92,373	0,32491	122,06	0,4243	0,452314431	0,008392378	56	22,4	29,2	94,046	0,33057	122,48	0,42568	0,433223583	0,008418005
27	22	29	92,373	0,32491	121,64	0,42291	0,445915264	0,008201599	57	22,4	29,2	94,046	0,33057	122,48	0,42568	0,433223583	0,008418005
28	22	29	92,373	0,32491	121,64	0,42291	0,445915264	0,008201599	58	22,5	29,1	94,464	0,33199	122,06	0,4243	0,420455722	0,008156248
29	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621	59	22,5	29,2	94,464	0,33199	122,48	0,42568	0,426854889	0,008391692
30	22,1	29	92,791	0,32632	121,64	0,42291	0,439546569	0,008130621	60	22,5	29,2	94,464	0,33199	122,48	0,42568	0,426854889	0,008391692

EK-3. 10 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	29,2	30,3	122,48	0,42568	127,08	0,44086	0,046425926	0,001513717	31	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049
2	29,2	32,2	122,48	0,42568	135,02	0,46695	0,126561111	0,004457893	32	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457
3	29,2	34,2	122,48	0,42568	143,38	0,49423	0,210935185	0,008120172	33	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937
4	29,3	35,7	122,9	0,42706	149,64	0,51458	0,269875926	0,010935445	34	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971
5	29,3	37	122,9	0,42706	155,08	0,53213	0,32477963	0,013914955	35	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891
6	29,3	38,3	122,9	0,42706	160,51	0,54962	0,379582407	0,016971058	36	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412
7	29,3	39,3	122,9	0,42706	164,69	0,56301	0,421769444	0,019541858	37	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893
8	29,4	40,1	123,31	0,42844	168,03	0,5737	0,451340741	0,021568183	38	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049
9	29,4	40,8	123,31	0,42844	170,96	0,58303	0,480912037	0,023535336	39	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457
10	29,4	41,2	123,31	0,42844	172,63	0,58835	0,497766667	0,024649982	40	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937
11	29,4	41,8	123,31	0,42844	175,14	0,59632	0,523099074	0,026402	41	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971
12	29,4	42	123,31	0,42844	175,97	0,59897	0,531475926	0,026938447	42	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891
13	29,4	42,3	123,31	0,42844	177,23	0,60295	0,544192593	0,027879712	43	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412
14	29,4	42,4	123,31	0,42844	177,65	0,60428	0,548431481	0,028183605	44	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893
15	29,5	42,5	123,73	0,42983	178,06	0,6056	0,548330556	0,028289784	45	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049
16	29,5	42,8	123,73	0,42983	179,32	0,60957	0,561047222	0,029260636	46	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457
17	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049	47	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937
18	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457	48	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971
19	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937	49	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891
20	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971	50	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412
21	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891	51	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893
22	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412	52	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049
23	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893	53	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457
24	29,4	42,9	123,31	0,42844	179,74	0,61089	0,569525	0,02972049	54	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937
25	29,4	43	123,31	0,42844	180,15	0,61222	0,573662963	0,029923457	55	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971
26	29,4	43,1	123,31	0,42844	180,57	0,61354	0,577901852	0,030256937	56	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891
27	29,3	43,1	122,9	0,42706	180,57	0,61354	0,582039815	0,030311971	57	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412
28	29,2	43,3	122,48	0,42568	181,41	0,61618	0,594756481	0,031134891	58	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893
29	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412	59	29,2	43,2	122,48	0,42568	180,99	0,61486	0,590517593	0,030801412
30	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893	60	29,3	43,3	122,9	0,42706	181,41	0,61618	0,590517593	0,03097893

EK-4. 10 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	23,8	26,4	99,901	0,35034	110,77	0,38679	0,100035056	0,00	31	25,6	40,3	107,43	0,37561	168,87	0,57637	0,565475556	0,023811877
2	23,8	28,3	99,901	0,35034	118,72	0,41322	0,1732045	0,003550126	32	25,7	40,4	107,85	0,37701	169,29	0,5777	0,565475556	0,024000742
3	23,9	30	100,32	0,35174	125,82	0,43673	0,234694444	0,005385837	33	25,9	40,4	108,68	0,3798	169,29	0,5777	0,557836481	0,023889271
4	24	31,5	100,74	0,35315	132,09	0,45736	0,288536111	0,00737068	34	25,9	40,5	108,68	0,3798	169,7	0,57903	0,56161	0,024074362
5	24,1	32,7	101,16	0,35456	137,11	0,47379	0,330873148	0,00918277	35	25,9	40,6	108,68	0,3798	170,12	0,58037	0,565475556	0,02432451
6	24,1	33,8	101,16	0,35456	141,7	0,48879	0,373118148	0,010956784	36	26	40,7	109,1	0,3812	170,54	0,5817	0,565475556	0,024513375
7	24,3	34,7	101,99	0,35737	145,46	0,50103	0,400085	0,012480876	37	26	40,7	109,1	0,3812	170,54	0,5817	0,565475556	0,024513375
8	24,3	35,5	101,99	0,35737	148,81	0,51187	0,430917407	0,01406625	38	26,2	40,8	109,94	0,38399	170,96	0,58303	0,56161	0,024586995
9	24,4	36,2	102,41	0,35878	151,73	0,52134	0,453926667	0,0153291	39	26,2	41	109,94	0,38399	171,79	0,58569	0,569249074	0,025049214
10	24,5	36,7	102,83	0,36018	153,82	0,52809	0,469296852	0,016264633	40	26,2	41	109,94	0,38399	171,79	0,58569	0,569249074	0,025049214
11	24,6	37,1	103,25	0,36159	155,5	0,53348	0,480893519	0,017122998	41	26,4	40,9	110,77	0,38679	171,38	0,58436	0,557836481	0,024779633
12	24,7	37,5	103,66	0,36299	157,17	0,53887	0,492490185	0,017954383	42	26,4	41	110,77	0,38679	171,79	0,58569	0,56161	0,024964724
13	24,8	37,8	104,08	0,36439	158,42	0,5429	0,500129259	0,018497544	43	26,4	40,9	110,77	0,38679	171,38	0,58436	0,557836481	0,024779633
14	24,9	38,2	104,5	0,3658	160,09	0,54827	0,511633889	0,019317833	44	26,3	41	110,35	0,38539	171,79	0,58569	0,565475556	0,025052988
15	25	38,5	104,92	0,3672	161,35	0,5523	0,519365	0,019953031	45	26,3	41	110,35	0,38539	171,79	0,58569	0,565475556	0,025052988
16	25	38,7	104,92	0,3672	162,18	0,55498	0,527004074	0,020361289	46	26,3	41	110,35	0,38539	171,79	0,58569	0,565475556	0,025052988
17	25,2	39	105,76	0,37	163,44	0,559	0,53086963	0,020935205	47	26,3	41	110,35	0,38539	171,79	0,58569	0,565475556	0,025052988
18	25,1	39,2	105,34	0,3686	164,27	0,56168	0,542374259	0,021431726	48	26,3	41	110,35	0,38539	171,79	0,58569	0,565475556	0,025052988
19	25,2	39,4	105,76	0,37	165,11	0,56435	0,546239815	0,021870738	49	26,4	41	110,77	0,38679	171,79	0,58569	0,56161	0,024964724
20	25,1	39,6	105,34	0,3686	165,94	0,56702	0,557744444	0,02239424	50	26,4	41	110,77	0,38679	171,79	0,58569	0,56161	0,024964724
21	25,2	39,6	105,76	0,37	165,94	0,56702	0,553878889	0,022305977	51	26,3	40,9	110,35	0,38539	171,38	0,58436	0,561702037	0,024867897
22	25,2	39,7	105,76	0,37	166,36	0,56836	0,557744444	0,022556124	52	26,5	41	111,19	0,38818	171,79	0,58569	0,557744444	0,02484948
23	25,3	39,8	106,17	0,37141	166,78	0,5697	0,557836481	0,022837026	53	26,5	40,9	111,19	0,38818	171,38	0,58436	0,553970926	0,024664389
24	25,4	39,9	106,59	0,37281	167,2	0,57103	0,557836481	0,02302589	54	26,5	40,9	111,19	0,38818	171,38	0,58436	0,553970926	0,024664389
25	25,4	39,9	106,59	0,37281	167,2	0,57103	0,557836481	0,02302589	55	26,6	40,9	111,61	0,38958	171,38	0,58436	0,55010537	0,024576125
26	25,5	40	107,01	0,37421	167,62	0,57237	0,557836481	0,023187774	56	26,6	41	111,61	0,38958	171,79	0,58569	0,553878889	0,024761216
27	25,6	40,1	107,43	0,37561	168,03	0,5737	0,557744444	0,023284602	57	26,6	41	111,61	0,38958	171,79	0,58569	0,553878889	0,024761216
28	25,7	40,2	107,85	0,37701	168,45	0,57503	0,557744444	0,023473466	58	26,6	40,9	111,61	0,38958	171,38	0,58436	0,55010537	0,024576125
29	25,7	40,2	107,85	0,37701	168,45	0,57503	0,557744444	0,023473466	59	26,6	41	111,61	0,38958	171,79	0,58569	0,553878889	0,024761216
30	25,7	40,3	107,85	0,37701	168,87	0,57637	0,56161	0,023723614	60	26,6	41	111,61	0,38958	171,79	0,58569	0,553878889	0,024761216

EK-5. 10 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	25,8	27,4	108,26	0,3784	114,95	0,40072	0,048595417	0,001067007	31	26,4	48,6	110,77	0,38679	203,56	0,68561	0,67401625	0,037706244
2	25,9	30,2	108,68	0,3798	126,66	0,43948	0,130604722	0,003521591	32	26,6	48,7	111,61	0,38958	203,98	0,68691	0,670965417	0,03782823
3	25,9	33,2	108,68	0,3798	139,2	0,48061	0,221693889	0,007028165	33	26,4	48,6	110,77	0,38679	203,56	0,68561	0,67401625	0,037706244
4	26	35,9	109,1	0,3812	150,48	0,51729	0,300579722	0,010788448	34	26,5	48,7	111,19	0,38818	203,98	0,68691	0,67401625	0,037897891
5	26,1	38	109,52	0,3826	159,26	0,54559	0,361305833	0,014233456	35	26,5	48,6	111,19	0,38818	203,56	0,68561	0,670965417	0,03761529
6	26,2	40	109,94	0,38399	167,62	0,57237	0,418981111	0,017843038	36	26,4	48,7	110,77	0,38679	203,98	0,68691	0,677067083	0,037988846
7	26,2	41,5	109,94	0,38399	173,88	0,59234	0,464453056	0,020790685	37	26,4	48,8	110,77	0,38679	204,4	0,68821	0,680117917	0,038271448
8	26,3	42,9	110,35	0,38539	179,74	0,61089	0,50404125	0,023859514	38	26,4	48,8	110,77	0,38679	204,4	0,68821	0,680117917	0,038271448
9	26,3	43,9	110,35	0,38539	183,92	0,6241	0,534404306	0,026093077	39	26,4	48,7	110,77	0,38679	203,98	0,68691	0,677067083	0,037988846
10	26,3	44,9	110,35	0,38539	188,1	0,63726	0,564767361	0,028433109	40	26,4	48,8	110,77	0,38679	204,4	0,68821	0,680117917	0,038271448
11	26,3	45,5	110,35	0,38539	190,6	0,64514	0,582927083	0,029813088	41	26,3	48,8	110,35	0,38539	204,4	0,68821	0,68316875	0,038341108
12	26,4	46,2	110,77	0,38679	193,53	0,65431	0,601159444	0,031499941	42	26,4	48,8	110,77	0,38679	204,4	0,68821	0,680117917	0,038271448
13	26,4	46,5	110,77	0,38679	194,78	0,65824	0,610239306	0,032211225	43	26,4	48,6	110,77	0,38679	203,56	0,68561	0,67401625	0,037706244
14	26,4	46,9	110,77	0,38679	196,46	0,66347	0,622442639	0,033277749	44	26,3	48,7	110,35	0,38539	203,98	0,68691	0,680117917	0,038058507
15	26,4	47,2	110,77	0,38679	197,71	0,66738	0,6315225	0,034031621	45	26,4	48,7	110,77	0,38679	203,98	0,68691	0,677067083	0,037988846
16	26,5	47,4	111,19	0,38818	198,55	0,66999	0,634573333	0,034484575	46	26,3	48,7	110,35	0,38539	203,98	0,68691	0,680117917	0,038058507
17	26,5	47,5	111,19	0,38818	198,96	0,6713	0,637551528	0,034673244	47	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528
18	26,5	47,7	111,19	0,38818	199,8	0,6739	0,643653194	0,035238447	48	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528
19	26,5	47,8	111,19	0,38818	200,22	0,67521	0,646704028	0,035499755	49	26,3	48,7	110,35	0,38539	203,98	0,68691	0,680117917	0,038058507
20	26,4	48	110,77	0,38679	201,06	0,67781	0,655856528	0,036155913	50	26,3	48,7	110,35	0,38539	203,98	0,68691	0,680117917	0,038058507
21	26,5	48,2	111,19	0,38818	201,89	0,68041	0,658834722	0,036557522	51	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528
22	26,5	48,3	111,19	0,38818	202,31	0,68171	0,661885556	0,036840124	52	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528
23	26,4	48,4	110,77	0,38679	202,73	0,68301	0,667987222	0,03721368	53	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528
24	26,4	48,4	110,77	0,38679	202,73	0,68301	0,667987222	0,03721368	54	26,2	48,6	109,94	0,38399	203,56	0,68561	0,680045278	0,037772927
25	26,4	48,5	110,77	0,38679	203,15	0,68431	0,671038056	0,037496282	55	26,1	48,7	109,52	0,3826	203,98	0,68691	0,686146944	0,038146483
26	26,5	48,4	111,19	0,38818	202,73	0,68301	0,664936389	0,037122725	56	26,2	48,6	109,94	0,38399	203,56	0,68561	0,680045278	0,037772927
27	26,4	48,4	110,77	0,38679	202,73	0,68301	0,667987222	0,03721368	57	26,1	48,7	109,52	0,3826	203,98	0,68691	0,686146944	0,038146483
28	26,5	48,5	111,19	0,38818	203,15	0,68431	0,667987222	0,037405327	58	26,2	48,6	109,94	0,38399	203,56	0,68561	0,680045278	0,037772927
29	26,4	48,6	110,77	0,38679	203,56	0,68561	0,67401625	0,037706244	59	26,2	48,6	109,94	0,38399	203,56	0,68561	0,680045278	0,037772927
30	26,5	48,6	111,19	0,38818	203,56	0,68561	0,670965417	0,03761529	60	26,2	48,7	109,94	0,38399	203,98	0,68691	0,683096111	0,038055528

EK-6. 10 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	28,9	30,7	121,22	0,42153	128,75	0,44637	0,052866875	0,00	31	30,7	52,7	128,75	0,44637	220,71	0,73856	0,645635833	0,044262854
2	29	33,5	121,64	0,42291	140,45	0,4847	0,132061875	0,004888336	32	30,7	52,9	128,75	0,44637	221,54	0,74113	0,651463125	0,044800682
3	29,1	36,4	122,06	0,4243	152,57	0,52404	0,214205625	0,008925017	33	30,7	52,7	128,75	0,44637	220,71	0,73856	0,645635833	0,044262854
4	29,2	39	122,48	0,42568	163,44	0,559	0,287573333	0,013179803	34	30,8	52,7	129,17	0,44774	220,71	0,73856	0,642687083	0,04413378
5	29,3	41,3	122,9	0,42706	173,05	0,58968	0,352094792	0,017397253	35	30,8	52,8	129,17	0,44774	221,13	0,73985	0,645635833	0,044427507
6	29,4	43,2	123,31	0,42844	180,99	0,61486	0,404961667	0,021279984	36	30,7	53	128,75	0,44637	221,96	0,74241	0,654411875	0,04511499
7	29,5	44,9	123,73	0,42983	188,1	0,63726	0,451931042	0,025007475	37	30,7	53,1	128,75	0,44637	222,38	0,74369	0,657360625	0,045429299
8	29,6	46,1	124,15	0,43121	193,11	0,653	0,484156667	0,027677961	38	30,7	53,2	128,75	0,44637	222,8	0,74497	0,660309375	0,045743608
9	29,7	47,1	124,57	0,43259	197,29	0,66608	0,510555	0,029995854	39	30,8	53,2	129,17	0,44774	222,8	0,74497	0,657360625	0,045614533
10	29,8	48,1	124,99	0,43397	201,47	0,67911	0,536953333	0,032416655	40	30,9	53,1	129,58	0,44912	222,38	0,74369	0,651533333	0,04526194
11	29,8	48,8	124,99	0,43397	204,4	0,68821	0,557524375	0,034258465	41	30,8	53,2	129,17	0,44774	222,8	0,74497	0,657360625	0,045614533
12	29,8	49,3	124,99	0,43397	206,49	0,6947	0,572197917	0,035574566	42	30,9	53	129,58	0,44912	221,96	0,74241	0,648584583	0,044947631
13	29,9	50	125,4	0,43535	209,42	0,70377	0,589890417	0,037439836	43	30,9	53,3	129,58	0,44912	223,22	0,74626	0,657430833	0,045869976
14	30	50,5	125,82	0,43673	211,51	0,71023	0,601615208	0,038709189	44	31	53	130	0,45049	221,96	0,74241	0,645635833	0,044818557
15	30	50,7	125,82	0,43673	212,34	0,71282	0,6074425	0,039205853	45	30,9	53,2	129,58	0,44912	222,8	0,74497	0,654482083	0,045576249
16	30,1	50,9	126,24	0,4381	213,18	0,7154	0,61039125	0,039664233	46	30,8	53,3	129,17	0,44774	223,22	0,74626	0,660309375	0,04590826
17	30,1	51,2	126,24	0,4381	214,44	0,71927	0,6192375	0,040545414	47	30,9	53,2	129,58	0,44912	222,8	0,74497	0,654482083	0,045576249
18	30,2	51,4	126,66	0,43948	215,27	0,72184	0,622116042	0,040974749	48	31	53,2	130	0,45049	222,8	0,74497	0,651533333	0,045447174
19	30,2	51,6	126,66	0,43948	216,11	0,72442	0,628013542	0,041562203	49	31	53,2	130	0,45049	222,8	0,74497	0,651533333	0,045447174
20	30,3	51,9	127,08	0,44086	217,36	0,72828	0,633840833	0,042285265	50	31	53	130	0,45049	221,96	0,74241	0,645635833	0,044818557
21	30,3	51,9	127,08	0,44086	217,36	0,72828	0,633840833	0,042285265	51	31,1	53	130,42	0,45186	221,96	0,74241	0,642687083	0,044689482
22	30,3	52,1	127,08	0,44086	218,2	0,73085	0,639738333	0,0428933	52	31	53,2	130	0,45049	222,8	0,74497	0,651533333	0,045447174
23	30,4	52,2	127,49	0,44224	218,62	0,73214	0,639808542	0,043148743	53	31	53,1	130	0,45049	222,38	0,74369	0,648584583	0,045132865
24	30,4	52,3	127,49	0,44224	219,04	0,73343	0,642757292	0,04344247	54	31,1	53,1	130,42	0,45186	222,38	0,74369	0,645635833	0,045003791
25	30,4	52,3	127,49	0,44224	219,04	0,73343	0,642757292	0,04344247	55	31,2	53,1	130,84	0,45324	222,38	0,74369	0,642687083	0,044895298
26	30,5	52,3	127,91	0,44361	219,04	0,73343	0,639808542	0,043313395	56	31,1	53,1	130,42	0,45186	222,38	0,74369	0,645635833	0,045003791
27	30,6	52,4	128,33	0,44499	219,45	0,73471	0,639738333	0,043449003	57	31,3	53,2	131,25	0,45461	222,8	0,74497	0,642757292	0,04515074
28	30,5	52,6	127,91	0,44361	220,29	0,73728	0,648584583	0,044165531	58	31,2	53	130,84	0,45324	221,96	0,74241	0,639738333	0,044580989
29	30,6	52,5	128,33	0,44499	219,87	0,73599	0,642687083	0,043763311	59	31,3	53,4	131,25	0,45461	223,64	0,74754	0,648654792	0,045758776
30	30,6	52,6	128,33	0,44499	220,29	0,73728	0,645635833	0,044057039	60	31,3	53,4	131,25	0,45461	223,64	0,74754	0,648654792	0,045758776

EK-7. 10 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	30,1	31,1	126,24	0,4381	130,42	0,45186	0,024290444	0,00084991	31	31,8	61,6	133,34	0,46147	257,94	0,8513	0,724064444	0,059978427
2	30,2	34,3	126,66	0,43948	143,79	0,49559	0,099544333	0,003959421	32	31,8	61,8	133,34	0,46147	258,78	0,8538	0,728945778	0,060600943
3	30,3	38,1	127,08	0,44086	159,67	0,54693	0,189384111	0,008690979	33	31,8	61,8	133,34	0,46147	258,78	0,8538	0,728945778	0,060600943
4	30,5	42,2	127,91	0,44361	176,81	0,60163	0,284163333	0,014971962	34	31,9	61,7	133,76	0,46284	258,36	0,85255	0,724064444	0,060182851
5	30,7	45,5	128,75	0,44637	190,6	0,64514	0,359417222	0,020807116	35	31,8	61,8	133,34	0,46147	258,78	0,8538	0,728945778	0,060600943
6	30,9	48,4	129,58	0,44912	202,73	0,68301	0,425082778	0,026644796	36	31,9	61,7	133,76	0,46284	258,36	0,85255	0,724064444	0,060182851
7	30,8	50,7	129,17	0,44774	212,34	0,71282	0,483310111	0,031739115	37	31,8	61,9	133,34	0,46147	259,2	0,85505	0,731386444	0,0609122
8	30,9	52,9	129,58	0,44912	221,54	0,74113	0,534389778	0,036942794	38	31,8	62,1	133,34	0,46147	260,04	0,85755	0,736267778	0,061534716
9	31	54,3	130	0,45049	227,4	0,75905	0,566002222	0,040361863	39	31,8	62,1	133,34	0,46147	260,04	0,85755	0,736267778	0,061534716
10	31	55,7	130	0,45049	233,26	0,77689	0,600055333	0,044024048	40	31,9	62,2	133,76	0,46284	260,46	0,8588	0,736267778	0,061739139
11	31,2	56,7	130,84	0,45324	237,44	0,7896	0,619464444	0,046466028	41	31,9	62,2	133,76	0,46284	260,46	0,8588	0,736267778	0,061739139
12	31,2	57,5	130,84	0,45324	240,79	0,79973	0,638931667	0,048676519	42	31,9	62,1	133,76	0,46284	260,04	0,85755	0,733827111	0,061427881
13	31,2	58,4	130,84	0,45324	244,55	0,8111	0,660781444	0,051157193	43	32	62,5	134,18	0,46421	261,71	0,86254	0,741091	0,062525002
14	31,1	58,9	130,42	0,45186	246,64	0,81741	0,675367333	0,052642957	44	32	62,4	134,18	0,46421	261,29	0,86129	0,738650333	0,062213744
15	31,2	59,3	130,84	0,45324	248,32	0,82245	0,682689333	0,053730048	45	32	62,3	134,18	0,46421	260,87	0,86005	0,736209667	0,061885451
16	31,2	59,8	130,84	0,45324	250,41	0,82874	0,694834556	0,055160084	46	32	62,3	134,18	0,46421	260,87	0,86005	0,736209667	0,061885451
17	31,4	60,1	131,67	0,45598	251,67	0,83251	0,697333333	0,055904228	47	32	62,3	134,18	0,46421	260,87	0,86005	0,736209667	0,061885451
18	31,4	60,2	131,67	0,45598	252,08	0,83376	0,699715889	0,056157375	48	32,1	62,2	134,6	0,46558	260,46	0,8588	0,731386444	0,06152547
19	31,5	60,4	132,09	0,45736	252,92	0,83627	0,702156556	0,056673056	49	32,1	62,2	134,6	0,46558	260,46	0,8588	0,731386444	0,06152547
20	31,4	60,7	131,67	0,45598	254,18	0,84003	0,711919222	0,057679593	50	32	62,2	134,18	0,46421	260,46	0,8588	0,733827111	0,061632304
21	31,4	60,9	131,67	0,45598	255,01	0,84254	0,716742444	0,058226961	51	32,1	62,3	134,6	0,46558	260,87	0,86005	0,733769	0,061778617
22	31,4	60,9	131,67	0,45598	255,01	0,84254	0,716742444	0,058226961	52	32,1	62,2	134,6	0,46558	260,46	0,8588	0,731386444	0,06152547
23	31,5	61,2	132,09	0,45736	256,27	0,8463	0,721623778	0,0590539	53	32,2	62,4	135,02	0,46695	261,29	0,86129	0,733769	0,062000075
24	31,6	61	132,51	0,45873	255,43	0,84379	0,714301778	0,058341586	54	32,3	62,5	135,43	0,46832	261,71	0,86254	0,733827111	0,06226261
25	31,4	61,3	131,67	0,45598	256,69	0,84755	0,726505111	0,059454957	55	32,2	62,7	135,02	0,46695	262,55	0,86504	0,741091	0,062933848
26	31,5	60,9	132,09	0,45736	255,01	0,84254	0,714301778	0,058137162	56	32,2	62,6	135,02	0,46695	262,13	0,86379	0,738650333	0,06262259
27	31,8	61,5	133,34	0,46147	257,53	0,85005	0,721681889	0,059725281	57	32,4	62,7	135,85	0,46968	262,55	0,86504	0,736267778	0,062761255
28	31,7	61,5	132,93	0,4601	257,53	0,85005	0,724064444	0,059774004	58	32,4	62,6	135,85	0,46968	262,13	0,86379	0,733827111	0,062449998
29	31,7	61,4	132,93	0,4601	257,11	0,8488	0,721623778	0,059462747	59	32,3	62,7	135,43	0,46832	262,55	0,86504	0,738708444	0,062885125
30	31,8	61,6	133,34	0,46147	257,94	0,8513	0,724064444	0,059978427	60	32,3	61,9	135,43	0,46832	259,2	0,85505	0,719241222	0,06043614

EK-8. 10 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	30	30,4	125,82	0,43673	127,49	0,44224	0,010177722	0,00	31	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
2	30	32,7	125,82	0,43673	137,11	0,47379	0,068806278	0,002595386	32	30,3	56,3	127,08	0,44086	235,77	0,78452	0,662405167	0,048426888
3	30	36,7	125,82	0,43673	153,82	0,52809	0,170644444	0,007421912	33	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
4	30	40,6	125,82	0,43673	170,12	0,58037	0,269983889	0,01335862	34	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
5	29,9	44	125,4	0,43535	184,33	0,62542	0,359145611	0,019569136	35	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
6	29,9	46,6	125,4	0,43535	195,2	0,65955	0,425392222	0,024839554	36	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
7	29,9	48,6	125,4	0,43535	203,56	0,68561	0,476341778	0,029230668	37	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
8	29,9	50,3	125,4	0,43535	210,67	0,70765	0,519673278	0,033185804	38	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
9	29,9	51,5	125,4	0,43535	215,69	0,72313	0,550267389	0,036123558	39	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
10	29,9	52,6	125,4	0,43535	220,29	0,73728	0,578301833	0,038877805	40	30,2	56,4	126,66	0,43948	236,18	0,78579	0,667463556	0,048750823
11	29,9	53,4	125,4	0,43535	223,64	0,74754	0,598718222	0,040963817	41	30,1	56,4	126,24	0,4381	236,18	0,78579	0,670023222	0,048845001
12	29,9	54	125,4	0,43535	226,15	0,75522	0,614015278	0,04253989	42	30,2	56,4	126,66	0,43948	236,18	0,78579	0,667463556	0,048750823
13	29,9	54,6	125,4	0,43535	228,65	0,76288	0,629251389	0,044090749	43	30,1	56,4	126,24	0,4381	236,18	0,78579	0,670023222	0,048845001
14	29,9	54,9	125,4	0,43535	229,91	0,76671	0,636930389	0,044927123	44	30,1	56,1	126,24	0,4381	234,93	0,78198	0,662405167	0,048033839
15	29,9	55,2	125,4	0,43535	231,16	0,77053	0,644548444	0,045720419	45	30,1	56,2	126,24	0,4381	235,35	0,78325	0,664964833	0,048324541
16	30	55,5	125,82	0,43673	232,42	0,77435	0,649667778	0,046480481	46	30,1	56,2	126,24	0,4381	235,35	0,78325	0,664964833	0,048324541
17	30	55,7	125,82	0,43673	233,26	0,77689	0,654787111	0,047061885	47	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
18	30	55,8	125,82	0,43673	233,67	0,77817	0,657285833	0,047273777	48	30,3	56,3	127,08	0,44086	235,77	0,78452	0,662405167	0,048426888
19	30	55,7	125,82	0,43673	233,26	0,77689	0,654787111	0,047061885	49	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
20	30	56	125,82	0,43673	234,51	0,78071	0,662405167	0,047855181	50	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
21	30	56,1	125,82	0,43673	234,93	0,78198	0,664964833	0,048145883	51	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
22	30	56,1	125,82	0,43673	234,93	0,78198	0,664964833	0,048145883	52	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
23	30	56,1	125,82	0,43673	234,93	0,78198	0,664964833	0,048145883	53	30,1	56,3	126,24	0,4381	235,77	0,78452	0,6675245	0,048615243
24	30	56	125,82	0,43673	234,51	0,78071	0,662405167	0,047855181	54	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
25	30	56	125,82	0,43673	234,51	0,78071	0,662405167	0,047855181	55	30,2	56,3	126,66	0,43948	235,77	0,78452	0,664964833	0,048521066
26	30	56,1	125,82	0,43673	234,93	0,78198	0,664964833	0,048145883	56	30,2	56,4	126,66	0,43948	236,18	0,78579	0,667463556	0,048750823
27	30	56,1	125,82	0,43673	234,93	0,78198	0,664964833	0,048145883	57	30,1	56,4	126,24	0,4381	236,18	0,78579	0,670023222	0,048845001
28	30,1	56,1	126,24	0,4381	234,93	0,78198	0,662405167	0,048033839	58	30,2	56,4	126,66	0,43948	236,18	0,78579	0,667463556	0,048750823
29	30,1	56,2	126,24	0,4381	235,35	0,78325	0,664964833	0,048324541	59	30,1	56,4	126,24	0,4381	236,18	0,78579	0,670023222	0,048845001
30	30,1	56,2	126,24	0,4381	235,35	0,78325	0,664964833	0,048324541	60	30,1	56,4	126,24	0,4381	236,18	0,78579	0,670023222	0,048845001

EK-9. 10 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	31,5	37,6	132,09	0,45736	157,58	0,54021	0,090985139	0,004292337	31	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
2	31,7	44,9	132,93	0,4601	188,1	0,63726	0,19692625	0,011549102	32	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
3	31,8	51,9	133,34	0,46147	217,36	0,72828	0,299904722	0,02071937	33	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
4	32	57,9	134,18	0,46421	242,46	0,80479	0,386499444	0,030122445	34	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
5	32	63,2	134,18	0,46421	264,64	0,87126	0,465669722	0,039739669	35	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
6	32,3	66,8	135,43	0,46832	279,72	0,91584	0,515035139	0,04675798	36	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
7	32,4	69,9	135,85	0,46968	292,7	0,95387	0,559867361	0,053219351	37	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
8	32,4	72,5	135,85	0,46968	303,6	0,98551	0,598774306	0,059018749	38	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
9	32,5	74,8	136,27	0,47105	313,24	1,0133	0,631684583	0,064283597	39	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
10	32,4	76,2	135,85	0,46968	319,11	1,0302	0,654136389	0,067617992	40	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
11	32,5	77,7	136,27	0,47105	325,4	1,0481	0,675089028	0,071273926	41	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
12	32,6	78,9	136,69	0,47242	330,44	1,0625	0,691579861	0,074130394	42	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
13	32,6	79,6	136,69	0,47242	333,38	1,0708	0,702074028	0,075939584	43	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
14	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	44	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
15	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	45	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
16	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	46	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
17	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	47	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
18	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	48	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
19	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	49	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
20	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	50	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
21	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	51	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
22	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	52	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
23	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	53	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
24	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	54	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
25	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	55	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
26	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	56	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
27	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	57	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
28	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	58	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966
29	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664	59	32,7	81,2	137,11	0,47379	340,09	1,0898	0,724525833	0,079943664
30	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966	60	32,7	80,4	137,11	0,47379	336,73	1,0803	0,7125325	0,077890966

EK-10. 10 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	27,1	27,5	113,7	0,39654	115,37	0,40211	0,006100139	0,00	31	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
2	27,3	32	114,53	0,39933	134,18	0,46421	0,071777083	0,002302813	32	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
3	27,5	40,6	115,37	0,40211	170,12	0,58037	0,199989583	0,009106671	33	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
4	27,6	48,1	115,79	0,4035	201,47	0,67911	0,31297	0,017843558	34	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
5	27,6	55,3	115,79	0,4035	231,58	0,7718	0,422955139	0,028575151	35	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
6	27,7	61	116,21	0,40489	255,43	0,84379	0,508539722	0,038560421	36	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
7	27,7	65,8	116,21	0,40489	275,53	0,90351	0,581960556	0,048032373	37	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
8	27,8	69,6	116,63	0,40628	291,45	0,9502	0,638578611	0,056142654	38	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
9	27,9	72,8	117,04	0,40767	304,86	0,98915	0,686064722	0,063409074	39	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
10	27,9	75,7	117,04	0,40767	317,01	1,0241	0,730445972	0,070365451	40	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
11	27,9	77,8	117,04	0,40767	325,82	1,0493	0,762626944	0,075561966	41	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
12	27,9	79	117,04	0,40767	330,86	1,0636	0,781036944	0,078659357	42	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
13	28	80	117,46	0,40906	335,05	1,0755	0,794807917	0,081176097	43	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
14	28	80,6	117,46	0,40906	337,57	1,0827	0,804012917	0,082671252	44	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
15	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849	45	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
16	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532	46	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
17	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383	47	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
18	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435	48	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
19	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849	49	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
20	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532	50	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
21	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383	51	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849
22	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435	52	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532
23	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849	53	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383
24	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532	54	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
25	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383	55	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435
26	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435	56	28	83,1	117,46	0,40906	348,07	1,1122	0,842367083	0,08943647
27	28,1	81,1	117,88	0,41044	339,67	1,0886	0,810149583	0,083967849	57	28,1	83,2	117,88	0,41044	348,49	1,1134	0,842367083	0,089629217
28	28	81,7	117,46	0,40906	342,19	1,0957	0,82088875	0,085626532	58	28	83,1	117,46	0,40906	348,07	1,1122	0,842367083	0,08943647
29	28	82,1	117,46	0,40906	343,87	1,1004	0,827025417	0,086730383	59	28,1	83,2	117,88	0,41044	348,49	1,1134	0,842367083	0,089629217
30	28,2	82,7	118,3	0,41183	346,39	1,1075	0,833162083	0,088230435	60	28	83,1	117,46	0,40906	348,07	1,1122	0,842367083	0,08943647

EK-11. 10 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	29,2	39,5	122,48	0,42568	165,53	0,56569	0,138613799	0,006459205	31	29,6	87,2	124,15	0,43121	365,29	1,1603	0,776430466	0,088246814
2	29,3	49,3	122,9	0,42706	206,49	0,6947	0,269145818	0,016522037	32	29,5	87,5	123,73	0,42983	366,55	1,1638	0,781839785	0,08904993
3	29,3	57,6	122,9	0,42706	241,2	0,801	0,380906213	0,027946503	33	29,3	87,4	122,9	0,42706	366,13	1,1626	0,783159916	0,088888148
4	29,3	64,2	122,9	0,42706	268,83	0,88369	0,469870191	0,038859889	34	29,4	87,4	123,31	0,42844	366,13	1,1626	0,781839785	0,08887059
5	29,4	69,7	123,31	0,42844	291,86	0,95143	0,542702808	0,049055702	35	29,5	86,8	123,73	0,42983	363,61	1,1556	0,772373477	0,087323553
6	29,3	73,6	122,9	0,42706	308,21	0,99883	0,596667204	0,056976951	36	29,6	87,5	124,15	0,43121	366,55	1,1638	0,780487455	0,089000174
7	29,4	77	123,31	0,42844	322,47	1,0397	0,641261888	0,064297262	37	29,6	87,4	124,15	0,43121	366,13	1,1626	0,779135125	0,088780517
8	29,4	79,6	123,31	0,42844	333,38	1,0708	0,676390263	0,070070534	38	29,6	87,1	124,15	0,43121	364,87	1,1591	0,775078136	0,088027157
9	29,5	81,3	123,73	0,42983	340,51	1,091	0,697995341	0,073920967	39	29,3	87,6	122,9	0,42706	366,97	1,165	0,785864576	0,089327462
10	29,5	83,1	123,73	0,42983	348,07	1,1122	0,722337276	0,07825235	40	29,3	87,9	122,9	0,42706	368,23	1,1685	0,789921565	0,090080823
11	29,6	83,7	124,15	0,43121	350,59	1,1193	0,729098925	0,079614925	41	29,3	88	122,9	0,42706	368,65	1,1696	0,791273895	0,090394869
12	29,5	84,8	123,73	0,42983	355,21	1,1322	0,745326882	0,082364076	42	29,6	87,9	124,15	0,43121	368,23	1,1685	0,785896774	0,089973192
13	29,5	85,4	123,73	0,42983	357,73	1,1393	0,75344086	0,083776408	43	29,4	88,3	123,31	0,42844	369,91	1,1731	0,794010753	0,091130672
14	29,5	86	123,73	0,42983	360,25	1,1463	0,761554839	0,085283128	44	29,5	89	123,73	0,42983	372,86	1,1812	0,80215693	0,09294332
15	29,4	86,4	123,31	0,42844	361,93	1,151	0,768316487	0,086296463	45	29,3	87,6	122,9	0,42706	366,97	1,165	0,785864576	0,089327462
16	29,4	86,1	123,31	0,42844	360,67	1,1475	0,764259498	0,085543103	46	29,3	87,9	122,9	0,42706	368,23	1,1685	0,789921565	0,090080823
17	29,6	86,5	124,15	0,43121	362,35	1,1521	0,766964158	0,086520436	47	29,3	88	122,9	0,42706	368,65	1,1696	0,791273895	0,090394869
18	29,5	86,8	123,73	0,42983	363,61	1,1556	0,772373477	0,087323553	48	29,4	88,3	123,31	0,42844	369,91	1,1731	0,794010753	0,091130672
19	29,4	86,9	123,31	0,42844	364,03	1,1568	0,775078136	0,087583527	49	29,5	89	123,73	0,42983	372,86	1,1812	0,80215693	0,09294332
20	29,3	87	122,9	0,42706	364,45	1,158	0,777750597	0,087820741	50	29,3	87,6	122,9	0,42706	366,97	1,165	0,785864576	0,089327462
21	29,1	86,8	122,06	0,4243	363,61	1,1556	0,777750597	0,08748094	51	29,3	87,9	122,9	0,42706	368,23	1,1685	0,789921565	0,090080823
22	29,1	86,8	122,06	0,4243	363,61	1,1556	0,777750597	0,08748094	52	29,6	87,9	124,15	0,43121	368,23	1,1685	0,785896774	0,089973192
23	29,1	86,4	122,06	0,4243	361,93	1,151	0,772341278	0,086413533	53	29,4	88,3	123,31	0,42844	369,91	1,1731	0,794010753	0,091130672
24	29,3	86,7	122,9	0,42706	363,19	1,1545	0,773693608	0,087067381	54	29,5	89	123,73	0,42983	372,86	1,1812	0,80215693	0,09294332
25	29,5	87,3	123,73	0,42983	365,71	1,1615	0,779135125	0,088516227	55	29,3	87,6	122,9	0,42706	366,97	1,165	0,785864576	0,089327462
26	29,4	87,3	123,31	0,42844	365,71	1,1615	0,780487455	0,088556544	56	29,3	87,9	122,9	0,42706	368,23	1,1685	0,789921565	0,090080823
27	29,3	87,2	122,9	0,42706	365,29	1,1603	0,780455257	0,088354445	57	29,3	88	122,9	0,42706	368,65	1,1696	0,791273895	0,090394869
28	29,3	86,9	122,9	0,42706	364,03	1,1568	0,776398268	0,087601084	58	29,4	88,3	123,31	0,42844	369,91	1,1731	0,794010753	0,091130672
29	29,3	87,1	122,9	0,42706	364,87	1,1591	0,779102927	0,088134788	59	29,5	89	123,73	0,42983	372,86	1,1812	0,80215693	0,09294332
30	29,5	87,1	123,73	0,42983	364,87	1,1591	0,776430466	0,088076913	60	29,3	87,6	122,9	0,42706	366,97	1,165	0,785864576	0,089327462

EK-12. 10 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	23,5	39,5	98,646	0,34611	165,53	0,56569	0,203279475	0,01	31	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
2	23,6	47,9	99,065	0,34752	200,64	0,67651	0,308715278	0,015596334	32	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
3	23,8	54,9	99,901	0,35034	229,91	0,76671	0,395134281	0,024162717	33	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
4	23,9	60,5	100,32	0,35174	253,34	0,83753	0,465071246	0,032248814	34	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
5	24	64,9	100,74	0,35315	271,76	0,89237	0,519778359	0,039351607	35	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
6	24,2	68,7	101,57	0,35597	287,67	0,93919	0,565610762	0,045981502	36	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
7	24,3	71,6	101,99	0,35737	299,83	0,97459	0,601291957	0,051369848	37	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
8	24,4	73,8	102,41	0,35878	309,05	1,0012	0,628037657	0,055663202	38	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
9	24,5	76	102,83	0,36018	318,27	1,0278	0,654783357	0,059956555	39	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
10	24,6	77,8	103,25	0,36159	325,82	1,0493	0,676453452	0,063727141	40	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
11	24,7	78,7	103,66	0,36299	329,6	1,0601	0,686695839	0,065594447	41	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
12	24,7	80,1	103,66	0,36299	335,47	1,0767	0,704536437	0,068645007	42	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
13	24,8	80,9	104,08	0,36439	338,83	1,0862	0,713471932	0,070363676	43	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
14	24,8	81,2	104,08	0,36439	340,09	1,0898	0,71730143	0,070985696	44	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
15	24,8	81,8	104,08	0,36439	342,61	1,0969	0,724960425	0,072318833	45	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
16	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	46	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
17	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	47	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
18	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	48	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
19	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	49	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
20	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	50	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
21	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	51	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
22	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	52	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
23	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	53	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
24	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	54	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
25	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	55	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
26	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	56	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
27	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	57	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
28	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	58	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712
29	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702	59	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702
30	24,9	82,1	104,5	0,3658	343,87	1,1004	0,727513424	0,073009712	60	25	82,7	104,92	0,3672	346,39	1,1075	0,733895921	0,074313702

EK-13. 20 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	22,9	27,2	96,137	0,33764	114,12	0,39794	0,469959317	0,007998298	31	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
2	22,9	27,4	96,137	0,33764	114,95	0,40072	0,491650149	0,008391425	32	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
3	22,9	27,5	96,137	0,33764	115,37	0,40211	0,502626233	0,008718656	33	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
4	22,9	27,6	96,137	0,33764	115,79	0,4035	0,513602317	0,009045887	34	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
5	22,9	27,7	96,137	0,33764	116,21	0,40489	0,524578401	0,009373118	35	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
6	23	27,8	96,555	0,33905	116,63	0,40628	0,524630668	0,009578606	36	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
7	23,1	27,9	96,974	0,34047	117,04	0,40767	0,524395466	0,009573236	37	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
8	23,2	28	97,392	0,34188	117,46	0,40906	0,524447733	0,009778724	38	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
9	23,2	28	97,392	0,34188	117,46	0,40906	0,524447733	0,009778724	39	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
10	23,2	28	97,392	0,34188	117,46	0,40906	0,524447733	0,009778724	40	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
11	23,2	28,1	97,392	0,34188	117,88	0,41044	0,535423817	0,010182565	41	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
12	23,2	28,1	97,392	0,34188	117,88	0,41044	0,535423817	0,010182565	42	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053
13	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	43	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
14	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	44	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
15	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	45	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
16	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	46	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
17	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	47	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
18	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541	48	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
19	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	49	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
20	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	50	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
21	23,3	28,2	97,81	0,34329	118,3	0,41183	0,535476084	0,010388053	51	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
22	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541	52	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
23	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541	53	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
24	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541	54	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
25	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541	55	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
26	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694	56	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
27	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694	57	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694
28	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694	58	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
29	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694	59	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541
30	23,5	28,4	98,646	0,34611	119,13	0,41461	0,535319283	0,010537694	60	23,4	28,3	98,228	0,3447	118,72	0,41322	0,535528351	0,010593541

EK-14. 20 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	24,1	26,5	101,16	0,35456	111,19	0,38818	0,271224677	0,00	31	23,5	27,7	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114
2	24,1	27	101,16	0,35456	113,28	0,39515	0,327741085	0,005977259	32	23,5	27,6	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114
3	24,1	27,3	101,16	0,35456	114,53	0,39933	0,361542765	0,006643369	33	23,4	27,6	98,646	0,34611	115,79	0,4035	0,463596796	0,008656515
4	24,1	27,6	101,16	0,35456	115,79	0,4035	0,395614858	0,007659163	34	23,4	27,5	98,228	0,3447	115,79	0,4035	0,474900078	0,008782488
5	24,2	27,8	101,57	0,35597	116,63	0,40628	0,407242636	0,008426718	35	23,4	27,6	98,228	0,3447	115,37	0,40211	0,463542713	0,008443889
6	24,1	28	101,16	0,35456	117,46	0,40906	0,440773902	0,008743142	36	23,3	27,5	98,228	0,3447	115,79	0,4035	0,474900078	0,008782488
7	24,1	28,1	101,16	0,35456	117,88	0,41044	0,452131266	0,009161012	37	23,3	27,5	97,81	0,34329	115,37	0,40211	0,474845995	0,008569862
8	24,2	28,2	101,57	0,35597	118,3	0,41183	0,45240168	0,009589969	38	23,2	27,5	97,81	0,34329	115,37	0,40211	0,474845995	0,008569862
9	24,1	28,2	101,16	0,35456	118,3	0,41183	0,46348863	0,009499611	39	23,2	27,4	97,392	0,34188	115,37	0,40211	0,486149276	0,008695834
10	24,1	28,2	101,16	0,35456	118,3	0,41183	0,46348863	0,009499611	40	23,2	27,4	97,392	0,34188	114,95	0,40072	0,474791912	0,008357235
11	24,1	28,3	101,16	0,35456	118,72	0,41322	0,474845995	0,009838209	41	23,2	27,4	97,392	0,34188	114,95	0,40072	0,474791912	0,008357235
12	24,1	28,3	101,16	0,35456	118,72	0,41322	0,474845995	0,009838209	42	23,1	27,4	97,392	0,34188	114,95	0,40072	0,474791912	0,008357235
13	24,1	28,2	101,16	0,35456	118,3	0,41183	0,46348863	0,009499611	43	23,2	27,4	96,974	0,34047	114,95	0,40072	0,486095194	0,008483208
14	23,9	28,2	100,32	0,35174	118,3	0,41183	0,486203359	0,00985972	44	23,1	27,4	97,392	0,34188	114,95	0,40072	0,474791912	0,008357235
15	24	28,2	100,74	0,35315	118,3	0,41183	0,474845995	0,009679665	45	23,1	27,3	96,974	0,34047	114,95	0,40072	0,486095194	0,008483208
16	24	28,1	100,74	0,35315	117,88	0,41044	0,46348863	0,009341067	46	23,1	27,3	96,974	0,34047	114,53	0,39933	0,474737829	0,008144609
17	23,9	28,1	100,32	0,35174	117,88	0,41044	0,474845995	0,009521122	47	23,1	27,3	96,974	0,34047	114,53	0,39933	0,474737829	0,008144609
18	23,8	28,1	99,901	0,35034	117,88	0,41044	0,486176318	0,009753407	48	23,1	27,3	96,974	0,34047	114,53	0,39933	0,474737829	0,008144609
19	23,7	28	99,483	0,34893	117,46	0,40906	0,486122235	0,009461509	49	23	27,3	96,974	0,34047	114,53	0,39933	0,474737829	0,008144609
20	23,7	27,9	99,483	0,34893	117,04	0,40767	0,474764871	0,009122911	50	23	27,2	96,555	0,33905	114,53	0,39933	0,486068152	0,008218351
21	23,6	27,9	99,065	0,34752	117,04	0,40767	0,486068152	0,009248883	51	23	27,2	96,555	0,33905	114,12	0,39794	0,474981202	0,008150166
22	23,7	27,9	99,483	0,34893	117,04	0,40767	0,474764871	0,009122911	52	23	27,1	96,555	0,33905	114,12	0,39794	0,474981202	0,008150166
23	23,6	27,8	99,065	0,34752	116,63	0,40628	0,474981202	0,009180698	53	23	27,1	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084
24	23,6	27,8	99,065	0,34752	116,63	0,40628	0,474981202	0,009180698	54	23	27,1	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084
25	23,5	27,7	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114	55	23,1	27,2	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084
26	23,5	27,7	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114	56	23	27,2	96,974	0,34047	114,12	0,39794	0,463650879	0,008076425
27	23,6	27,7	99,065	0,34752	116,21	0,40489	0,463623837	0,0088421	57	23	27,1	96,555	0,33905	114,12	0,39794	0,474981202	0,008150166
28	23,6	27,7	99,065	0,34752	116,21	0,40489	0,463623837	0,0088421	58	23	27,1	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084
29	23,5	27,7	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114	59	23	27,1	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084
30	23,5	27,7	98,646	0,34611	116,21	0,40489	0,47495416	0,008995114	60	23,1	27,2	96,555	0,33905	113,7	0,39654	0,463623837	0,00789084

EK-15. 20 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	23,6	26,3	99,065	0,34752	110,35	0,38539	0,211280278	0,003433833	31	24,4	32,3	102,41	0,35878	135,43	0,46832	0,618207778	0,017006312
2	23,7	27,7	99,483	0,34893	116,21	0,40489	0,313166611	0,006034659	32	24,5	32,3	102,83	0,36018	135,43	0,46832	0,610344444	0,016826766
3	23,8	28,8	99,901	0,35034	120,81	0,42015	0,391462944	0,008316383	33	24,5	32,3	102,83	0,36018	135,43	0,46832	0,610344444	0,016826766
4	23,9	29,7	100,32	0,35174	124,57	0,43259	0,454013889	0,010275177	34	24,6	32,4	103,25	0,36159	135,85	0,46968	0,610344444	0,017101187
5	23,8	30,3	99,901	0,35034	127,08	0,44086	0,508851278	0,01203955	35	24,8	32,5	104,08	0,36439	136,27	0,47105	0,602668333	0,017273515
6	23,9	30,7	100,32	0,35174	128,75	0,44637	0,532272778	0,012903646	36	24,9	32,6	104,5	0,3658	136,69	0,47242	0,602668333	0,017493052
7	23,9	31,1	100,32	0,35174	130,42	0,45186	0,563538889	0,014038334	37	24,9	32,6	104,5	0,3658	136,69	0,47242	0,602668333	0,017493052
8	23,9	31,3	100,32	0,35174	131,25	0,45461	0,579078333	0,014484625	38	24,9	32,7	104,5	0,3658	137,11	0,47379	0,610531667	0,017837251
9	23,9	31,5	100,32	0,35174	132,09	0,45736	0,594805	0,015118138	39	25	32,7	104,92	0,3672	137,11	0,47379	0,602668333	0,017657705
10	23,9	31,6	100,32	0,35174	132,51	0,45873	0,602668333	0,015462337	40	25,2	32,9	105,76	0,37	137,94	0,47652	0,602481111	0,017854672
11	24	31,7	100,74	0,35315	132,93	0,4601	0,602668333	0,015681874	41	25,3	33	106,17	0,37141	138,36	0,47788	0,602668333	0,018316315
12	24	31,7	100,74	0,35315	132,93	0,4601	0,602668333	0,015681874	42	25,4	33,1	106,59	0,37281	138,78	0,47925	0,602668333	0,018480968
13	24	31,8	100,74	0,35315	133,34	0,46147	0,610344444	0,01583885	43	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
14	24	31,8	100,74	0,35315	133,34	0,46147	0,610344444	0,01583885	44	25,5	33,2	107,01	0,37421	139,2	0,48061	0,602668333	0,018700504
15	24	31,9	100,74	0,35315	133,76	0,46284	0,618207778	0,016183049	45	25,5	33,3	107,01	0,37421	139,61	0,48198	0,610344444	0,018857481
16	24,1	31,9	101,16	0,35456	133,76	0,46284	0,610344444	0,016058387	46	25,4	33,3	106,59	0,37281	139,61	0,48198	0,618207778	0,019037027
17	24,1	32	101,16	0,35456	134,18	0,46421	0,618207778	0,016402586	47	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
18	24,1	32	101,16	0,35456	134,18	0,46421	0,618207778	0,016402586	48	25,4	33,1	106,59	0,37281	138,78	0,47925	0,602668333	0,018480968
19	24,2	32	101,57	0,35597	134,18	0,46421	0,610531667	0,016465146	49	25,4	33,1	106,59	0,37281	138,78	0,47925	0,602668333	0,018480968
20	24,2	32,1	101,57	0,35597	134,6	0,46558	0,618395	0,016809345	50	25,4	33,1	106,59	0,37281	138,78	0,47925	0,602668333	0,018480968
21	24,3	32,2	101,99	0,35737	135,02	0,46695	0,618395	0,016973997	51	25,3	33,2	106,17	0,37141	139,2	0,48061	0,618395	0,019059597
22	24,4	32,2	102,41	0,35878	135,02	0,46695	0,610531667	0,016849335	52	25,3	33,2	106,17	0,37141	139,2	0,48061	0,618395	0,019059597
23	24,3	32,2	101,99	0,35737	135,02	0,46695	0,618395	0,016973997	53	25,2	33,2	105,76	0,37	139,2	0,48061	0,626071111	0,018997036
24	24,2	32,2	101,57	0,35597	135,02	0,46695	0,626258333	0,017153543	54	25,3	33,2	106,17	0,37141	139,2	0,48061	0,618395	0,019059597
25	24,3	32,3	101,99	0,35737	135,43	0,46832	0,626071111	0,017130974	55	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
26	24,3	32,4	101,99	0,35737	135,85	0,46968	0,633934444	0,017530057	56	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
27	24,5	32,6	102,83	0,36018	136,69	0,47242	0,633934444	0,017914246	57	25,3	33,2	106,17	0,37141	139,2	0,48061	0,618395	0,019059597
28	24,2	32,2	101,57	0,35597	135,02	0,46695	0,626258333	0,017153543	58	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
29	24,2	32,3	101,57	0,35597	135,43	0,46832	0,633934444	0,01731052	59	25,4	33,2	106,59	0,37281	139,2	0,48061	0,610531667	0,018880051
30	24,3	32,3	101,99	0,35737	135,43	0,46832	0,626071111	0,017130974	60	25,3	33,2	106,17	0,37141	139,2	0,48061	0,618395	0,019059597

EK-16. 20 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	21,1	23,7	88,608	0,31213	99,483	0,34893	0,201388889	0,00	31	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
2	21,2	25	89,026	0,31355	104,92	0,3672	0,294333333	0,00308338	32	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
3	21,2	26	89,026	0,31355	109,1	0,3812	0,371740741	0,004488935	33	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
4	21,3	26,8	89,445	0,31497	112,44	0,39237	0,425833333	0,005651667	34	21,7	29	91,118	0,32065	121,64	0,42291	0,565222222	0,010082981
5	21,3	27,3	89,445	0,31497	114,53	0,39933	0,464537037	0,006571593	35	21,6	29,1	90,7	0,31923	122,06	0,4243	0,580740741	0,010346843
6	21,4	27,7	89,863	0,3164	116,21	0,40489	0,487907407	0,007521417	36	21,7	29,1	91,118	0,32065	122,06	0,4243	0,573	0,010314861
7	21,4	28	89,863	0,3164	117,46	0,40906	0,511055556	0,00803187	37	21,7	29,1	91,118	0,32065	122,06	0,4243	0,573	0,010314861
8	21,4	28,2	89,863	0,3164	118,3	0,41183	0,526611111	0,008549917	38	21,7	29	91,118	0,32065	121,64	0,42291	0,565222222	0,010082981
9	21,4	28,4	89,863	0,3164	119,13	0,41461	0,541981481	0,008828491	39	21,7	29,1	91,118	0,32065	122,06	0,4243	0,573	0,010314861
10	21,5	28,6	90,281	0,31782	119,97	0,41738	0,549796296	0,009314556	40	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
11	21,4	28,7	89,863	0,3164	120,39	0,41876	0,565314815	0,009632704	41	21,7	29,1	91,118	0,32065	122,06	0,4243	0,573	0,010314861
12	21,4	28,7	89,863	0,3164	120,39	0,41876	0,565314815	0,009632704	42	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
13	21,5	28,8	90,281	0,31782	120,81	0,42015	0,565351852	0,009832602	43	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
14	21,5	28,8	90,281	0,31782	120,81	0,42015	0,565351852	0,009832602	44	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
15	21,5	28,8	90,281	0,31782	120,81	0,42015	0,565351852	0,009832602	45	21,7	29	91,118	0,32065	121,64	0,42291	0,565222222	0,010082981
16	21,5	28,8	90,281	0,31782	120,81	0,42015	0,565351852	0,009832602	46	21,7	29	91,118	0,32065	121,64	0,42291	0,565222222	0,010082981
17	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	47	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
18	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	48	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
19	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	49	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
20	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	50	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
21	21,5	28,8	90,281	0,31782	120,81	0,42015	0,565351852	0,009832602	51	21,6	28,9	90,7	0,31923	121,22	0,42153	0,565185185	0,009828796
22	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	52	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
23	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	53	21,6	28,9	90,7	0,31923	121,22	0,42153	0,565185185	0,009828796
24	21,4	28,9	89,863	0,3164	121,22	0,42153	0,580685185	0,009965565	54	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
25	21,4	28,9	89,863	0,3164	121,22	0,42153	0,580685185	0,009965565	55	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
26	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	56	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
27	21,6	28,9	90,7	0,31923	121,22	0,42153	0,565185185	0,009828796	57	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
28	21,5	28,9	90,281	0,31782	121,22	0,42153	0,572944444	0,009933583	58	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
29	21,6	28,9	90,7	0,31923	121,22	0,42153	0,565185185	0,009828796	59	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963
30	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963	60	21,6	29	90,7	0,31923	121,64	0,42291	0,572962963	0,010114963

EK-17. 20 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	26,6	28	111,61	0,38958	117,46	0,40906	0,085028125	0,002026693	31	27,7	39	116,21	0,40489	163,44	0,559	0,686474931	0,029834748
2	26,6	30,9	111,61	0,38958	129,58	0,44912	0,261188958	0,007497722	32	27,7	39,1	116,21	0,40489	163,85	0,56034	0,692434167	0,03008444
3	26,6	33,4	111,61	0,38958	140,03	0,48334	0,413076806	0,013579151	33	27,7	39,1	116,21	0,40489	163,85	0,56034	0,692434167	0,03008444
4	26,6	35	111,61	0,38958	146,72	0,5051	0,510314097	0,018100264	34	27,6	39,1	115,79	0,4035	163,85	0,56034	0,69853875	0,030266437
5	26,6	36,1	111,61	0,38958	151,32	0,51999	0,577173819	0,021515873	35	27,6	39	115,79	0,4035	163,44	0,559	0,692579514	0,030016745
6	26,6	36,6	111,61	0,38958	153,41	0,52674	0,607551389	0,023132679	36	27,6	39	115,79	0,4035	163,44	0,559	0,692579514	0,030016745
7	26,5	36,4	111,19	0,38818	152,57	0,52404	0,601446806	0,022567206	37	27,5	39	115,37	0,40211	163,44	0,559	0,698684097	0,030198741
8	26,4	36,9	110,77	0,38679	154,66	0,53079	0,637928958	0,024366008	38	27,5	38,9	115,37	0,40211	163,02	0,55766	0,692579514	0,029803702
9	26,4	37,1	110,77	0,38679	155,5	0,53348	0,650138125	0,025113478	39	27,4	39	114,95	0,40072	163,44	0,559	0,704788681	0,030380738
10	26,5	37,3	111,19	0,38818	156,33	0,53618	0,656097361	0,025490996	40	27,3	39,1	114,53	0,39933	163,85	0,56034	0,7168525	0,030812427
11	26,7	37,8	112,03	0,39097	158,42	0,5429	0,674265764	0,026914243	41	27,4	39	114,95	0,40072	163,44	0,559	0,704788681	0,030380738
12	26,7	37,6	112,03	0,39097	157,58	0,54021	0,662056597	0,026166773	42	27,2	38,9	114,12	0,39794	163,02	0,55766	0,710747917	0,030204345
13	26,8	37,9	112,44	0,39237	158,84	0,54424	0,674411111	0,027315242	43	27,2	38,8	114,12	0,39794	162,6	0,55632	0,704643333	0,029809305
14	26,8	38	112,44	0,39237	159,26	0,54559	0,680515694	0,027667672	44	27,1	38,8	113,7	0,39654	162,6	0,55632	0,710747917	0,029948693
15	26,9	38,2	112,86	0,39376	160,09	0,54827	0,686474931	0,028130407	45	27,1	38,7	113,7	0,39654	162,18	0,55498	0,704643333	0,029553654
16	27	38,3	113,28	0,39515	160,51	0,54962	0,686474931	0,028300841	46	27	38,6	113,28	0,39515	161,76	0,55364	0,704643333	0,029340611
17	27,1	38,3	113,7	0,39654	160,51	0,54962	0,680370347	0,028118845	47	26,9	38,5	112,86	0,39376	161,35	0,5523	0,704788681	0,029272916
18	27,2	38,3	114,12	0,39794	160,51	0,54962	0,674265764	0,027979457	48	26,8	38,4	112,44	0,39237	160,93	0,55096	0,704788681	0,029059873
19	27,3	38,4	114,53	0,39933	160,93	0,55096	0,674411111	0,028337846	49	26,7	38,4	112,03	0,39097	160,93	0,55096	0,710747917	0,029053914
20	27,3	38,4	114,53	0,39933	160,93	0,55096	0,674411111	0,028337846	50	26,6	38,2	111,61	0,38958	160,09	0,54827	0,704643333	0,028488441
21	27,4	38,5	114,95	0,40072	161,35	0,5523	0,674411111	0,028550889	51	26,5	38,3	111,19	0,38818	160,51	0,54962	0,7168525	0,028980259
22	27,4	38,5	114,95	0,40072	161,35	0,5523	0,674411111	0,028550889	52	26,5	38,2	111,19	0,38818	160,09	0,54827	0,710747917	0,028627829
23	27,5	38,5	115,37	0,40211	161,35	0,5523	0,668306528	0,028368893	53	26,4	38,2	110,77	0,38679	160,09	0,54827	0,7168525	0,028809825
24	27,5	38,5	115,37	0,40211	161,35	0,5523	0,668306528	0,028368893	54	26,4	38,2	110,77	0,38679	160,09	0,54827	0,7168525	0,028809825
25	27,6	38,6	115,79	0,4035	161,76	0,55364	0,668161181	0,028436588	55	26,4	38,3	110,77	0,38679	160,51	0,54962	0,722957083	0,029162256
26	27,6	38,7	115,79	0,4035	162,18	0,55498	0,674265764	0,028831627	56	26,5	38,3	111,19	0,38818	160,51	0,54962	0,7168525	0,028980259
27	27,7	38,8	116,21	0,40489	162,6	0,55632	0,674265764	0,02904467	57	26,5	38,2	111,19	0,38818	160,09	0,54827	0,710747917	0,028627829
28	27,8	38,8	116,63	0,40628	162,6	0,55632	0,668161181	0,028862673	58	26,4	38,2	110,77	0,38679	160,09	0,54827	0,7168525	0,028809825
29	27,7	38,9	116,21	0,40489	163,02	0,55766	0,680370347	0,029439709	59	26,4	38,2	110,77	0,38679	160,09	0,54827	0,7168525	0,028809825
30	27,7	38,9	116,21	0,40489	163,02	0,55766	0,680370347	0,029439709	60	26,4	38,3	110,77	0,38679	160,51	0,54962	0,722957083	0,029162256

EK-18. 20 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	25,2	26	105,76	0,37	109,1	0,3812	0,048545972	0,00	31	26,4	37,9	110,77	0,38679	158,84	0,54424	0,698684097	0,027812663
2	25,2	28,3	105,76	0,37	118,72	0,41322	0,18837	0,004215898	32	26,5	38	111,19	0,38818	159,26	0,54559	0,698684097	0,027983098
3	25,4	30,6	106,59	0,37281	128,33	0,44499	0,315984861	0,008436432	33	26,5	38	111,19	0,38818	159,26	0,54559	0,698684097	0,027983098
4	25,5	32,4	107,01	0,37421	135,85	0,46968	0,419181389	0,012397675	34	26,5	38	111,19	0,38818	159,26	0,54559	0,698684097	0,027983098
5	25,6	33,7	107,43	0,37561	141,29	0,48743	0,492145694	0,01569702	35	26,5	38,1	111,19	0,38818	159,67	0,54693	0,704643333	0,028232789
6	25,6	34,7	107,43	0,37561	145,46	0,50103	0,552755486	0,0183592	36	26,5	38,1	111,19	0,38818	159,67	0,54693	0,704643333	0,028232789
7	25,6	35,4	107,43	0,37561	148,39	0,51052	0,595342222	0,020510433	37	26,6	38,2	111,61	0,38958	160,09	0,54827	0,704643333	0,028488441
8	25,7	35,9	107,85	0,37701	150,48	0,51729	0,619615208	0,021902635	38	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
9	25,7	36,3	107,85	0,37701	152,15	0,52269	0,643888194	0,02316701	39	26,6	38,2	111,61	0,38958	160,09	0,54827	0,704643333	0,028488441
10	25,7	36,6	107,85	0,37701	153,41	0,52674	0,662201944	0,024224302	40	26,6	38,2	111,61	0,38958	160,09	0,54827	0,704643333	0,028488441
11	25,8	36,9	108,26	0,3784	154,66	0,53079	0,674411111	0,025099598	41	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
12	25,8	37,2	108,26	0,3784	155,91	0,53483	0,692579514	0,026054151	42	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
13	25,8	37,3	108,26	0,3784	156,33	0,53618	0,698684097	0,026406582	43	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
14	25,8	37,4	108,26	0,3784	156,75	0,53752	0,704788681	0,026801621	44	26,6	38,2	111,61	0,38958	160,09	0,54827	0,704643333	0,028488441
15	25,9	37,5	108,68	0,3798	157,17	0,53887	0,704788681	0,027014663	45	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
16	25,9	37,6	108,68	0,3798	157,58	0,54021	0,710747917	0,027264355	46	26,7	38,1	112,03	0,39097	159,67	0,54693	0,692434167	0,027911405
17	26	37,6	109,1	0,3812	157,58	0,54021	0,704643333	0,027124968	47	26,7	38,1	112,03	0,39097	159,67	0,54693	0,692434167	0,027911405
18	25,9	37,6	108,68	0,3798	157,58	0,54021	0,710747917	0,027264355	48	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
19	26	37,7	109,1	0,3812	158	0,54156	0,710747917	0,027477398	49	26,7	38,1	112,03	0,39097	159,67	0,54693	0,692434167	0,027911405
20	26	37,7	109,1	0,3812	158	0,54156	0,710747917	0,027477398	50	26,7	38,2	112,03	0,39097	160,09	0,54827	0,69853875	0,028306444
21	26	37,7	109,1	0,3812	158	0,54156	0,710747917	0,027477398	51	26,8	38,3	112,44	0,39237	160,51	0,54962	0,698684097	0,028664834
22	26,1	37,8	109,52	0,3826	158,42	0,5429	0,710747917	0,027733049	52	26,8	38,4	112,44	0,39237	160,93	0,55096	0,704788681	0,029059873
23	26,1	37,8	109,52	0,3826	158,42	0,5429	0,710747917	0,027733049	53	26,8	38,4	112,44	0,39237	160,93	0,55096	0,704788681	0,029059873
24	26,2	37,8	109,94	0,38399	158,42	0,5429	0,704643333	0,027551053	54	26,9	38,5	112,86	0,39376	161,35	0,5523	0,704788681	0,029272916
25	26,2	37,8	109,94	0,38399	158,42	0,5429	0,704643333	0,027551053	55	26,9	38,4	112,86	0,39376	160,93	0,55096	0,698684097	0,028877877
26	26,2	37,8	109,94	0,38399	158,42	0,5429	0,704643333	0,027551053	56	26,9	38,5	112,86	0,39376	161,35	0,5523	0,704788681	0,029272916
27	26,2	37,9	109,94	0,38399	158,84	0,54424	0,710747917	0,027946092	57	27	38,6	113,28	0,39515	161,76	0,55364	0,704643333	0,029340611
28	26,2	37,9	109,94	0,38399	158,84	0,54424	0,710747917	0,027946092	58	26,9	38,6	112,86	0,39376	161,76	0,55364	0,710747917	0,029522608
29	26,2	37,8	109,94	0,38399	158,42	0,5429	0,704643333	0,027551053	59	26,9	38,6	112,86	0,39376	161,76	0,55364	0,710747917	0,029522608
30	26,3	37,9	110,35	0,38539	158,84	0,54424	0,704788681	0,027952051	60	26,9	38,6	112,86	0,39376	161,76	0,55364	0,710747917	0,029522608

EK-19. 20 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	24,4	26,4	102,41	0,35878	110,77	0,38679	0,096047111	0,001710334	31	25,2	40,8	105,76	0,37	170,96	0,58303	0,749075556	0,03159738
2	24,5	29,9	102,83	0,36018	125,4	0,43535	0,259304222	0,006134084	32	25,2	40,9	105,76	0,37	171,38	0,58436	0,753900889	0,031943316
3	24,4	33	102,41	0,35878	138,36	0,47788	0,413025556	0,011900593	33	25,2	40,8	105,76	0,37	170,96	0,58303	0,749075556	0,03159738
4	24,4	35,4	102,41	0,35878	148,39	0,51052	0,528259111	0,017203681	34	25,1	40,8	105,34	0,3686	170,96	0,58303	0,753900889	0,031707558
5	24,5	37	102,83	0,36018	155,08	0,53213	0,600294444	0,021172385	35	25,1	40,7	105,34	0,3686	170,54	0,5817	0,749075556	0,031361622
6	24,5	37,9	102,83	0,36018	158,84	0,54424	0,643492667	0,023584517	36	25,1	40,7	105,34	0,3686	170,54	0,5817	0,749075556	0,031361622
7	24,4	38,5	102,41	0,35878	161,35	0,5523	0,677155111	0,025385987	37	25,2	40,8	105,76	0,37	170,96	0,58303	0,749075556	0,03159738
8	24,4	39,2	102,41	0,35878	164,27	0,56168	0,710702667	0,027342005	38	25,1	40,6	105,34	0,3686	170,12	0,58037	0,744250222	0,031015686
9	24,4	39,4	102,41	0,35878	165,11	0,56435	0,720353333	0,028000197	39	25,2	40,6	105,76	0,37	170,12	0,58037	0,739424889	0,030905507
10	24,4	39,8	102,41	0,35878	166,78	0,5697	0,739539778	0,029168014	40	25,2	40,7	105,76	0,37	170,54	0,5817	0,744250222	0,031251444
11	24,5	39,9	102,83	0,36018	167,2	0,57103	0,739539778	0,029403772	41	25,2	40,6	105,76	0,37	170,12	0,58037	0,739424889	0,030905507
12	24,6	40	103,25	0,36159	167,62	0,57237	0,739539778	0,02963953	42	25,3	40,6	106,17	0,37141	170,12	0,58037	0,734714444	0,030943898
13	24,6	40,1	103,25	0,36159	168,03	0,5737	0,744250222	0,029870577	43	25,2	40,8	105,76	0,37	170,96	0,58303	0,749075556	0,03159738
14	24,6	40,1	103,25	0,36159	168,03	0,5737	0,744250222	0,029870577	44	25,3	40,8	106,17	0,37141	170,96	0,58303	0,744365111	0,03163577
15	24,7	40,2	103,66	0,36299	168,45	0,57503	0,744365111	0,030221224	45	25,2	40,8	105,76	0,37	170,96	0,58303	0,749075556	0,03159738
16	24,6	40,2	103,25	0,36159	168,45	0,57503	0,749075556	0,030216513	46	25,3	40,8	106,17	0,37141	170,96	0,58303	0,744365111	0,03163577
17	24,8	40,1	104,08	0,36439	168,03	0,5737	0,734714444	0,029765109	47	25,3	40,9	106,17	0,37141	171,38	0,58436	0,749190444	0,031981706
18	24,9	40,3	104,5	0,3658	168,87	0,57637	0,739539778	0,030346803	48	25,2	40,5	105,76	0,37	169,7	0,57903	0,734599556	0,030593251
19	24,9	40,4	104,5	0,3658	169,29	0,5777	0,744365111	0,030692739	49	25,2	40,9	105,76	0,37	171,38	0,58436	0,753900889	0,031943316
20	24,9	40,5	104,5	0,3658	169,7	0,57903	0,749075556	0,030923786	50	25,1	40,8	105,34	0,3686	170,96	0,58303	0,753900889	0,031707558
21	25	40,5	104,92	0,3672	169,7	0,57903	0,744250222	0,030813608	51	25	40,6	104,92	0,3672	170,12	0,58037	0,749075556	0,031125864
22	24,9	40,5	104,5	0,3658	169,7	0,57903	0,749075556	0,030923786	52	25	40,7	104,92	0,3672	170,54	0,5817	0,753900889	0,031471801
23	25,1	40,6	105,34	0,3686	170,12	0,58037	0,744250222	0,031015686	53	24,9	40,6	104,5	0,3658	170,12	0,58037	0,753900889	0,031236043
24	25,1	40,6	105,34	0,3686	170,12	0,58037	0,744250222	0,031015686	54	24,8	40,6	104,08	0,36439	170,12	0,58037	0,758726222	0,031312542
25	25	40,6	104,92	0,3672	170,12	0,58037	0,749075556	0,031125864	55	24,8	40,5	104,08	0,36439	169,7	0,57903	0,753900889	0,031000285
26	25	40,7	104,92	0,3672	170,54	0,5817	0,753900889	0,031471801	56	24,7	40,2	103,66	0,36299	168,45	0,57503	0,744365111	0,030221224
27	25	40,6	104,92	0,3672	170,12	0,58037	0,749075556	0,031125864	57	24,7	40,1	103,66	0,36299	168,03	0,5737	0,739539778	0,029875287
28	25,1	40,8	105,34	0,3686	170,96	0,58303	0,753900889	0,031707558	58	24,6	40,2	103,25	0,36159	168,45	0,57503	0,749075556	0,030216513
29	25,1	40,7	105,34	0,3686	170,54	0,5817	0,749075556	0,031361622	59	24,6	40,1	103,25	0,36159	168,03	0,5737	0,744250222	0,029870577
30	25,1	40,8	105,34	0,3686	170,96	0,58303	0,753900889	0,031707558	60	24,6	40,1	103,25	0,36159	168,03	0,5737	0,744250222	0,029870577

EK-20. 20 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	26,5	28,4	111,19	0,38818	119,13	0,41461	0,092324556	0,00	31	27,4	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
2	26,5	31,8	111,19	0,38818	133,35	0,46147	0,257671556	0,007849174	32	27,4	43	114,95	0,40072	180,16	0,61222	0,758247389	0,037310923
3	26,5	34,8	111,19	0,38818	145,88	0,50238	0,403367611	0,014096006	33	27,4	43	114,95	0,40072	180,16	0,61222	0,758247389	0,037310923
4	26,6	37	111,61	0,38958	155,08	0,53213	0,5054595	0,01955173	34	27,3	43	114,95	0,40072	180,16	0,61222	0,758247389	0,037310923
5	26,7	38,6	112,03	0,39097	161,77	0,55364	0,578365667	0,023875194	35	27,2	42,9	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
6	26,7	39,7	112,03	0,39097	166,36	0,56836	0,631737167	0,027070879	36	27,3	43	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
7	26,8	40,5	112,45	0,39237	169,71	0,57903	0,665806556	0,029541776	37	27,2	43,1	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
8	26,9	41,1	112,86	0,39376	172,21	0,58702	0,690108611	0,031346524	38	27,2	43	114,12	0,39794	180,57	0,61354	0,772665833	0,037753767
9	27	41,6	113,28	0,39515	174,3	0,59367	0,709527	0,03283524	39	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
10	27	41,8	113,28	0,39515	175,14	0,59632	0,719294333	0,033569563	40	27,3	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
11	27,1	42,1	113,7	0,39654	176,39	0,6003	0,728945389	0,034392129	41	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
12	27,1	42,3	113,7	0,39654	177,23	0,60295	0,738712722	0,035126453	42	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
13	27,1	42,4	113,7	0,39654	177,65	0,60428	0,743596389	0,035476571	43	27,2	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
14	27,2	42,6	114,12	0,39794	178,48	0,60692	0,748363778	0,036017193	44	27,2	43,1	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
15	27,1	42,6	113,7	0,39654	178,48	0,60692	0,753247444	0,036128703	45	27,1	43	114,12	0,39794	180,57	0,61354	0,772665833	0,037753767
16	27,2	42,7	114,12	0,39794	178,9	0,60825	0,753247444	0,036367311	46	27,1	43	113,7	0,39654	180,16	0,61222	0,772782111	0,03759735
17	27,3	42,7	114,54	0,39933	178,9	0,60825	0,748363778	0,036221714	47	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
18	27,2	42,7	114,12	0,39794	178,9	0,60825	0,753247444	0,036367311	48	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
19	27,2	42,7	114,12	0,39794	178,9	0,60825	0,753247444	0,036367311	49	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
20	27,3	42,8	114,54	0,39933	179,32	0,60957	0,753247444	0,036605919	50	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
21	27,3	42,8	114,54	0,39933	179,32	0,60957	0,753247444	0,036605919	51	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
22	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839	52	27,4	43	114,95	0,40072	180,16	0,61222	0,758247389	0,037310923
23	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721	53	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
24	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242	54	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839
25	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242	55	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242
26	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839	56	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
27	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839	57	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
28	27,2	43	114,12	0,39794	180,16	0,61222	0,767898444	0,037485839	58	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
29	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242	59	27,2	42,9	114,12	0,39794	179,74	0,61089	0,763014778	0,037135721
30	27,3	43	114,54	0,39933	180,16	0,61222	0,763014778	0,037340242	60	27,1	42,9	113,7	0,39654	179,74	0,61089	0,767898444	0,037247231

EK-21. 20 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	23,4	32,4	98,228	0,3447	135,85	0,46968	0,267142326	0,006987886	31	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
2	23,5	38,7	98,646	0,34611	162,18	0,55498	0,451135521	0,016358292	32	24,1	52,4	101,16	0,35456	219,45	0,73471	0,839941146	0,048632852
3	23,5	43,2	98,646	0,34611	180,99	0,61486	0,584699583	0,025278028	33	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
4	23,6	46,2	99,065	0,34752	193,53	0,65431	0,670767101	0,032162677	34	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,837029861	0,048656578
5	23,6	47,8	99,065	0,34752	200,22	0,67521	0,718270747	0,03616154	35	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,837029861	0,048656578
6	23,6	49,5	99,065	0,34752	207,33	0,69729	0,768756684	0,040686443	36	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
7	23,7	50,3	99,483	0,34893	210,67	0,70765	0,789504913	0,042804633	37	24,1	52,6	101,16	0,35456	220,29	0,73728	0,845905729	0,049247804
8	23,7	51	99,483	0,34893	213,6	0,71669	0,810309948	0,044792288	38	24,2	52,3	101,57	0,35597	219,04	0,73343	0,834118576	0,048409702
9	24	51,6	100,74	0,35315	216,11	0,72442	0,819207118	0,046383153	39	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
10	24	51,7	100,74	0,35315	216,53	0,72571	0,82218941	0,046680221	40	24,2	52,5	101,57	0,35597	219,87	0,73599	0,840012153	0,048974462
11	24	51,9	100,74	0,35315	217,36	0,72828	0,828082986	0,047224166	41	24,2	52,3	101,57	0,35597	219,04	0,73343	0,834118576	0,048409702
12	24,1	52,1	101,16	0,35456	218,2	0,73085	0,831065278	0,047791838	42	24	52,2	100,74	0,35315	218,62	0,73214	0,837029861	0,048136186
13	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,837029861	0,048656578	43	24,1	52,3	101,16	0,35456	219,04	0,73343	0,837029861	0,048385975
14	24	52,5	100,74	0,35315	219,87	0,73599	0,845905729	0,048998015	44	24	52,3	100,74	0,35315	219,04	0,73343	0,840012153	0,048433255
15	24	52,6	100,74	0,35315	220,29	0,73728	0,848888021	0,049295084	45	24,1	52,3	101,16	0,35456	219,04	0,73343	0,837029861	0,048385975
16	23,9	52,7	100,32	0,35174	220,71	0,73856	0,854852604	0,049660247	46	24,1	52,2	101,16	0,35456	218,62	0,73214	0,834047569	0,048088906
17	24	52,5	100,74	0,35315	219,87	0,73599	0,845905729	0,048998015	47	24,1	52,3	101,16	0,35456	219,04	0,73343	0,837029861	0,048385975
18	23,9	52,5	100,32	0,35174	219,87	0,73599	0,848888021	0,049045295	48	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
19	23,9	52,8	100,32	0,35174	221,13	0,73985	0,857834896	0,049957316	49	24,1	52,4	101,16	0,35456	219,45	0,73471	0,839941146	0,048632852
20	24	52,6	100,74	0,35315	220,29	0,73728	0,848888021	0,049295084	50	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
21	24	52,5	100,74	0,35315	219,87	0,73599	0,845905729	0,048998015	51	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,837029861	0,048656578
22	24	52,5	100,74	0,35315	220,29	0,73728	0,848888021	0,049295084	52	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,837029861	0,048656578
23	24	52,6	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735	53	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
24	24	52	100,74	0,35315	219,87	0,73599	0,845905729	0,048998015	54	24,1	52,6	101,16	0,35456	220,29	0,73728	0,845905729	0,049247804
25	24,2	52,5	100,74	0,35315	220,29	0,73728	0,848888021	0,049295084	55	24,2	52,3	101,57	0,35597	219,04	0,73343	0,834118576	0,048409702
26	24	52,4	100,74	0,35315	217,78	0,72957	0,831065278	0,047521234	56	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,87	0,73599	0,842923438	0,048950735
27	24,1	52,2	101,57	0,35597	219,87	0,73599	0,840012153	0,048974462	57	24,2	52,5	101,57	0,35597	219,87	0,73599	0,840012153	0,048974462
28	24,1	52,3	100,74	0,35315	219,45	0,73471	0,842923438	0,048680131	58	24,2	52,3	101,57	0,35597	219,04	0,73343	0,834118576	0,048409702
29	24,1	52,5	101,16	0,35456	218,62	0,73214	0,834047569	0,048088906	59	24	52,2	100,74	0,35315	218,62	0,73214	0,837029861	0,048136186
30	24,1	52,5	101,16	0,35456	219,04	0,73343	0,837029861	0,048385975	60	24,1	52,3	101,16	0,35456	219,04	0,73343	0,837029861	0,048385975

EK-22. 20 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	24,2	30,2	101,57	0,35597	126,66	0,43948	0,174236111	0,00	31	24,9	53,5	104,5	0,3658	224,05	0,74882	0,830208333	0,050470049
2	24,3	36,3	101,99	0,35737	152,15	0,52269	0,348333333	0,011780847	32	24,7	53,4	103,66	0,36299	223,64	0,74754	0,833194444	0,050341441
3	24,4	41,3	102,41	0,35878	173,05	0,58968	0,490555556	0,020497674	33	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
4	24,5	44,9	102,83	0,36018	188,1	0,63726	0,592152778	0,028083319	34	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
5	24,5	47,5	102,83	0,36018	198,96	0,6713	0,667569444	0,034202583	35	24,7	53,3	103,66	0,36299	223,22	0,74626	0,830277778	0,050030552
6	24,6	49,2	103,25	0,36159	206,07	0,6934	0,714027778	0,038540962	36	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
7	24,6	50,3	103,25	0,36159	210,67	0,70765	0,745972222	0,041475771	37	24,7	53,4	103,66	0,36299	223,64	0,74754	0,833194444	0,050341441
8	24,7	51,4	103,66	0,36299	215,27	0,72184	0,775069444	0,044535573	38	24,7	53,4	103,66	0,36299	223,64	0,74754	0,833194444	0,050341441
9	24,7	52,1	103,66	0,36299	218,2	0,73085	0,795416667	0,046540562	39	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
10	24,8	52,4	104,08	0,36439	219,45	0,73471	0,801180556	0,047296472	40	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
11	24,8	52,9	104,08	0,36439	221,54	0,74113	0,815694444	0,048740757	41	24,7	53,3	103,66	0,36299	223,22	0,74626	0,830277778	0,050030552
12	24,9	53,1	104,5	0,3658	222,38	0,74369	0,818611111	0,049316295	42	24,8	53,2	104,08	0,36439	222,8	0,74497	0,824444444	0,049673424
13	24,7	53,3	103,66	0,36299	223,22	0,74626	0,830277778	0,050030552	43	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844
14	24,7	53,4	103,66	0,36299	223,64	0,74754	0,833194444	0,050341441	44	24,7	53,3	103,66	0,36299	223,22	0,74626	0,830277778	0,050030552
15	24,9	53,6	104,5	0,3658	224,47	0,7501	0,833125	0,050780938	45	24,7	53,3	103,66	0,36299	223,22	0,74626	0,830277778	0,050030552
16	24,9	53,6	104,5	0,3658	224,47	0,7501	0,833125	0,050780938	46	24,7	53,2	103,66	0,36299	222,8	0,74497	0,827361111	0,049740021
17	24,9	53,6	104,5	0,3658	224,47	0,7501	0,833125	0,050780938	47	24,7	53,2	103,66	0,36299	222,8	0,74497	0,827361111	0,049740021
18	24,8	53,7	104,08	0,36439	224,89	0,75138	0,838958333	0,051138066	48	24,6	53,1	103,25	0,36159	222,38	0,74369	0,827291667	0,049426285
19	24,8	53,7	104,08	0,36439	224,89	0,75138	0,838958333	0,051138066	49	24,7	53,1	103,66	0,36299	222,38	0,74369	0,824444444	0,049429132
20	24,7	53,7	103,66	0,36299	224,89	0,75138	0,841875	0,051204663	50	24,4	52,8	102,41	0,35878	221,13	0,73985	0,824444444	0,048675899
21	24,8	53,7	104,08	0,36439	224,89	0,75138	0,838958333	0,051138066	51	24,4	53	102,41	0,35878	221,96	0,74241	0,830208333	0,049228233
22	24,8	53,6	104,08	0,36439	224,47	0,7501	0,836041667	0,050827177	52	24,4	53	102,41	0,35878	221,96	0,74241	0,830208333	0,049228233
23	24,9	53,8	104,5	0,3658	225,31	0,75266	0,838958333	0,051402715	53	24,4	52,9	102,41	0,35878	221,54	0,74113	0,827291667	0,048917344
24	24,8	53,7	104,08	0,36439	224,89	0,75138	0,838958333	0,051138066	54	24,3	53,1	101,99	0,35737	222,38	0,74369	0,836041667	0,049585361
25	24,8	53,7	104,08	0,36439	224,89	0,75138	0,838958333	0,051138066	55	24,3	52,9	101,99	0,35737	221,54	0,74113	0,830208333	0,048963583
26	24,7	53,6	103,66	0,36299	224,47	0,7501	0,838958333	0,050893774	56	24,2	52,4	101,57	0,35597	219,45	0,73471	0,818611111	0,047585896
27	24,7	53,6	103,66	0,36299	224,47	0,7501	0,838958333	0,050893774	57	24,1	52,7	101,16	0,35456	220,71	0,73856	0,830208333	0,048475
28	24,6	53,5	103,25	0,36159	224,05	0,74882	0,838888889	0,050580038	58	24,1	52,6	101,16	0,35456	220,29	0,73728	0,827291667	0,048164111
29	24,8	53,6	104,08	0,36439	224,47	0,7501	0,836041667	0,050827177	59	24,2	52,5	101,57	0,35597	219,87	0,73599	0,821527778	0,047896785
30	24,8	53,4	104,08	0,36439	223,64	0,74754	0,830277778	0,050274844	60	24,2	52,5	101,57	0,35597	219,87	0,73599	0,821527778	0,047896785

EK-23. 20 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	21	29,5	88,19	0,31071	123,73	0,42983	0,209861689	0,0036609	31	22	55,5	92,373	0,32491	232,42	0,77435	0,826969609	0,048973617
2	21,1	37,5	88,608	0,31213	157,17	0,53887	0,40485473	0,012360044	32	22	55,5	92,373	0,32491	232,42	0,77435	0,826969609	0,048973617
3	21,1	42,8	88,608	0,31213	179,32	0,60957	0,535649226	0,020770426	33	22	55,3	92,373	0,32491	231,58	0,7718	0,822009457	0,048427601
4	21,2	46,8	89,026	0,31355	196,04	0,66216	0,631911614	0,028455795	34	22	55,5	92,373	0,32491	232,42	0,77435	0,826969609	0,048973617
5	21,3	49,4	89,445	0,31497	206,91	0,696	0,693624177	0,034048231	35	22	55,5	92,373	0,32491	232,42	0,77435	0,826969609	0,048973617
6	21,4	51,2	89,863	0,3164	214,44	0,71927	0,735620135	0,038238403	36	21,9	55,7	91,955	0,32349	233,26	0,77689	0,834398028	0,04954714
7	21,4	52,5	89,863	0,3164	219,87	0,73599	0,767683977	0,041359354	37	21,9	55,7	91,955	0,32349	233,26	0,77689	0,834398028	0,04954714
8	21,4	53,2	89,863	0,3164	222,8	0,74497	0,784985461	0,043116152	38	21,8	55,4	91,536	0,32207	232	0,77308	0,82943197	0,048718254
9	21,5	54,1	90,281	0,31782	226,56	0,75649	0,804719782	0,045367028	39	21,8	55,6	91,536	0,32207	232,84	0,77562	0,834392123	0,04928158
10	21,6	54,3	90,7	0,31923	227,4	0,75905	0,807205763	0,04586232	40	22	55,9	92,373	0,32491	234,09	0,77944	0,836830865	0,050023908
11	21,7	54,4	91,118	0,32065	227,82	0,76033	0,807217573	0,046116474	41	21,9	56,6	91,955	0,32349	237,02	0,78833	0,856600615	0,051946696
12	21,7	54,8	91,118	0,32065	229,49	0,76543	0,817078829	0,047149456	42	21,9	56,3	91,955	0,32349	235,77	0,78452	0,849219436	0,051160757
13	21,7	54,9	91,118	0,32065	229,91	0,76671	0,819558905	0,047413808	43	21,9	56,3	91,955	0,32349	235,77	0,78452	0,849219436	0,051160757
14	21,7	55,2	91,118	0,32065	231,16	0,77053	0,826940084	0,048182437	44	21,8	56,4	91,536	0,32207	236,18	0,78579	0,854114634	0,051399474
15	21,7	55,3	91,118	0,32065	231,58	0,7718	0,829420161	0,0484641	45	22	56,5	92,373	0,32491	236,6	0,78706	0,851652272	0,051654836
16	21,8	55,3	91,536	0,32207	231,58	0,7718	0,826951894	0,048453902	46	21,9	56,3	91,955	0,32349	235,77	0,78452	0,849219436	0,051160757
17	21,8	55,1	91,536	0,32207	230,75	0,76926	0,822050791	0,047949626	47	21,9	56,6	91,955	0,32349	237,02	0,78833	0,856600615	0,051946696
18	21,9	55,2	91,955	0,32349	231,16	0,77053	0,821997647	0,048156136	48	21,8	56,9	91,536	0,32207	238,28	0,79213	0,866515015	0,052825098
19	21,8	55,3	91,536	0,32207	231,58	0,7718	0,826951894	0,048453902	49	21,9	56,9	91,955	0,32349	238,28	0,79213	0,864040844	0,052808995
20	21,9	55,2	91,955	0,32349	231,16	0,77053	0,821997647	0,048156136	50	21,7	56,7	91,118	0,32065	237,44	0,7896	0,864023129	0,05225466
21	21,9	55,2	91,955	0,32349	231,16	0,77053	0,821997647	0,048156136	51	21,8	56,8	91,536	0,32207	237,86	0,79087	0,864034939	0,052526125
22	21,9	55,1	91,955	0,32349	230,75	0,76926	0,81957662	0,047933523	52	21,7	57	91,118	0,32065	238,69	0,7934	0,871404308	0,053057909
23	21,8	55,3	91,536	0,32207	231,58	0,7718	0,826951894	0,048453902	53	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323
24	21,9	55,3	91,955	0,32349	231,58	0,7718	0,824477723	0,048437799	54	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323
25	21,9	55,2	91,955	0,32349	231,16	0,77053	0,821997647	0,048156136	55	21,8	56,8	91,536	0,32207	237,86	0,79087	0,864034939	0,052526125
26	21,9	55,3	91,955	0,32349	231,58	0,7718	0,824477723	0,048437799	56	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323
27	21,9	55,4	91,955	0,32349	232	0,77308	0,826957799	0,048702152	57	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323
28	22,1	55,4	92,791	0,32632	232	0,77308	0,822021266	0,048664446	58	21,7	56,9	91,118	0,32065	238,28	0,79213	0,868983281	0,052835296
29	22	55,5	92,373	0,32491	232,42	0,77435	0,826969609	0,048973617	59	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323
30	21,9	55,5	91,955	0,32349	232,42	0,77435	0,829437875	0,048983814	60	21,7	56,8	91,118	0,32065	237,86	0,79087	0,866503205	0,052536323

EK-24. 20 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	22,1	33,2	92,791	0,32632	139,2	0,48061	0,26983511	0,01	31	23,2	56,8	97,392	0,34188	237,86	0,79087	0,816720858	0,051436538
2	22,1	39,9	92,791	0,32632	167,2	0,57103	0,432635065	0,015537299	32	23,4	56,8	98,228	0,3447	237,86	0,79087	0,811860116	0,051382366
3	22,1	44,9	92,791	0,32632	188,1	0,63726	0,554153602	0,024169624	33	23	56,8	96,555	0,33905	237,86	0,79087	0,821587413	0,051479479
4	22,2	48,3	93,209	0,32774	202,31	0,68171	0,634344208	0,031017429	34	23,3	56,9	97,81	0,34329	238,28	0,79213	0,816732486	0,051703835
5	22,2	50,8	93,209	0,32774	212,76	0,71411	0,695103477	0,036552279	35	23,2	56,9	97,392	0,34188	238,28	0,79213	0,819162857	0,051730921
6	22,3	52,6	93,628	0,32916	220,29	0,73728	0,736448851	0,040825705	36	23,2	56,7	97,392	0,34188	237,44	0,7896	0,814278858	0,0511592
7	22,5	53,6	94,464	0,33199	224,47	0,7501	0,755891817	0,043241142	37	23,4	56,7	98,228	0,3447	237,44	0,7896	0,809418117	0,051105028
8	22,5	54,5	94,464	0,33199	228,24	0,7616	0,777811668	0,045559733	38	23,2	56,7	97,392	0,34188	237,44	0,7896	0,814278858	0,0511592
9	22,5	55	94,464	0,33199	230,33	0,76798	0,789963522	0,046837149	39	23,2	56,7	97,392	0,34188	237,44	0,7896	0,814278858	0,0511592
10	22,5	55,5	94,464	0,33199	232,42	0,77435	0,802115376	0,048131609	40	23,5	56,7	98,646	0,34611	237,44	0,7896	0,806987746	0,051077942
11	22,6	55,9	94,882	0,3334	234,09	0,77944	0,80939486	0,049138689	41	23,5	56,9	98,646	0,34611	238,28	0,79213	0,811871745	0,051649664
12	22,6	56,1	94,882	0,3334	234,93	0,78198	0,814278858	0,049693366	42	23,5	56,7	98,646	0,34611	237,44	0,7896	0,806987746	0,051077942
13	22,8	56,3	95,719	0,33623	235,77	0,78452	0,814296301	0,050205102	43	23,4	56,9	98,228	0,3447	238,28	0,79213	0,814302115	0,051676749
14	22,8	56,5	95,719	0,33623	236,6	0,78706	0,819122157	0,050701636	44	23,5	56,7	98,646	0,34611	237,44	0,7896	0,806987746	0,051077942
15	22,7	56,7	95,301	0,33482	237,44	0,7896	0,826436526	0,051283399	45	23,4	56,9	98,228	0,3447	238,28	0,79213	0,814302115	0,051676749
16	22,9	56,6	96,137	0,33764	237,02	0,78833	0,819133785	0,050951888	46	23,4	56,8	98,228	0,3447	237,86	0,79087	0,811860116	0,051382366
17	22,9	56,6	96,137	0,33764	237,02	0,78833	0,819133785	0,050951888	47	23,5	56,8	98,646	0,34611	237,86	0,79087	0,809429745	0,051355281
18	22,9	56,7	96,137	0,33764	237,44	0,7896	0,821575785	0,051229227	48	23,4	56,7	98,228	0,3447	237,44	0,7896	0,809418117	0,051105028
19	22,9	57	96,137	0,33764	238,69	0,7934	0,82884364	0,052020144	49	23,5	56,8	98,646	0,34611	237,86	0,79087	0,809429745	0,051355281
20	23	56,8	96,555	0,33905	237,86	0,79087	0,821587413	0,051479479	50	23,5	56,5	98,646	0,34611	236,6	0,78706	0,802103747	0,050523265
21	22,9	56,7	96,137	0,33764	237,44	0,7896	0,821575785	0,051229227	51	23,4	56,5	98,228	0,3447	236,6	0,78706	0,804534118	0,050550351
22	23	56,6	96,555	0,33905	237,02	0,78833	0,816703415	0,050924803	52	23,4	56,7	98,228	0,3447	237,44	0,7896	0,809418117	0,051105028
23	23	57	96,555	0,33905	238,69	0,7934	0,826413269	0,051993058	53	23,3	56,6	97,81	0,34329	237,02	0,78833	0,809406488	0,050854775
24	23,1	56,9	96,974	0,34047	238,28	0,79213	0,821593228	0,051758007	54	23,4	56,7	98,228	0,3447	237,44	0,7896	0,809418117	0,051105028
25	23,1	57	96,974	0,34047	238,69	0,7934	0,823977084	0,051977203	55	23,3	56,5	97,81	0,34329	236,6	0,78706	0,806964489	0,050577437
26	23,1	56,9	96,974	0,34047	238,28	0,79213	0,821593228	0,051758007	56	23,3	56,7	97,81	0,34329	237,44	0,7896	0,811848487	0,051132114
27	23,1	56,8	96,974	0,34047	237,86	0,79087	0,819151228	0,051463624	57	23,4	56,6	98,228	0,3447	237,02	0,78833	0,806976117	0,050827689
28	23,2	56,8	97,392	0,34188	237,86	0,79087	0,816720858	0,051436538	58	23,4	56,4	98,228	0,3447	236,18	0,78579	0,802092119	0,050273013
29	23,1	56,7	96,974	0,34047	237,44	0,7896	0,816709229	0,051186285	59	23,3	56,5	97,81	0,34329	236,6	0,78706	0,806964489	0,050577437
30	23,1	56,7	96,974	0,34047	237,44	0,7896	0,816709229	0,051186285	60	23,3	56,5	97,81	0,34329	236,6	0,78706	0,806964489	0,050577437

EK-25. 30 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	21	21,2	88,19	0,31071	89,026	0,31355	0,0354255	0,000146363	31	21,6	25,1	90,7	0,31923	105,34	0,3686	0,62037	0,007084443
2	21	22	88,19	0,31071	92,373	0,32491	0,177254625	0,000858941	32	21,6	25,2	90,7	0,31923	105,76	0,37	0,6381675	0,007490819
3	21	22,9	88,19	0,31071	96,137	0,33764	0,336754125	0,002223437	33	21,6	25,2	90,7	0,31923	105,76	0,37	0,6381675	0,007490819
4	21,1	23,5	88,608	0,31213	98,646	0,34611	0,42536025	0,003252832	34	21,6	25,2	90,7	0,31923	105,76	0,37	0,6381675	0,007490819
5	21,1	23,8	88,608	0,31213	99,901	0,35034	0,478540875	0,003887419	35	21,6	25,2	90,7	0,31923	105,76	0,37	0,6381675	0,007490819
6	21,1	24,1	88,608	0,31213	101,16	0,35456	0,531891	0,004815728	36	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
7	21,2	24,3	89,026	0,31355	101,99	0,35737	0,5493495	0,005007327	37	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
8	21,2	24,4	89,026	0,31355	102,41	0,35878	0,567147	0,005289481	38	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
9	21,2	24,5	89,026	0,31355	102,83	0,36018	0,5849445	0,005695857	39	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
10	21,2	24,6	89,026	0,31355	103,25	0,36159	0,602742	0,005978011	40	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
11	21,2	24,7	89,026	0,31355	103,66	0,36299	0,62011575	0,005960637	41	21,7	25,3	91,118	0,32065	106,17	0,37141	0,6378285	0,007276042
12	21,3	24,7	89,445	0,31497	103,66	0,36299	0,602360625	0,00584508	42	21,8	25,2	91,536	0,32207	105,76	0,37	0,602742	0,007344456
13	21,3	24,8	89,445	0,31497	104,08	0,36439	0,620158125	0,006251457	43	21,8	25,2	91,536	0,32207	105,76	0,37	0,602742	0,007344456
14	21,3	24,8	89,445	0,31497	104,08	0,36439	0,620158125	0,006251457	44	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
15	21,3	24,8	89,445	0,31497	104,08	0,36439	0,620158125	0,006251457	45	21,7	25,2	91,118	0,32065	105,76	0,37	0,62045475	0,007417638
16	21,4	24,8	89,863	0,3164	104,08	0,36439	0,602445375	0,006302497	46	21,8	25,3	91,536	0,32207	106,17	0,37141	0,62011575	0,00720286
17	21,4	24,8	89,863	0,3164	104,08	0,36439	0,602445375	0,006302497	47	21,8	25,3	91,536	0,32207	106,17	0,37141	0,62011575	0,00720286
18	21,4	24,8	89,863	0,3164	104,08	0,36439	0,602445375	0,006302497	48	21,8	25,3	91,536	0,32207	106,17	0,37141	0,62011575	0,00720286
19	21,3	24,8	89,445	0,31497	104,08	0,36439	0,620158125	0,006251457	49	21,8	25,3	91,536	0,32207	106,17	0,37141	0,62011575	0,00720286
20	21,4	24,9	89,863	0,3164	104,5	0,3658	0,620242875	0,006584651	50	21,8	25,4	91,536	0,32207	106,59	0,37281	0,63791325	0,007609236
21	21,4	24,9	89,863	0,3164	104,5	0,3658	0,620242875	0,006584651	51	21,9	25,4	91,955	0,32349	106,59	0,37281	0,620158125	0,00749368
22	21,4	24,9	89,863	0,3164	104,5	0,3658	0,620242875	0,006584651	52	21,8	25,4	91,536	0,32207	106,59	0,37281	0,63791325	0,007609236
23	21,5	25	90,281	0,31782	104,92	0,3672	0,620327625	0,006917846	53	21,8	25,3	91,536	0,32207	106,17	0,37141	0,62011575	0,00720286
24	21,5	25	90,281	0,31782	104,92	0,3672	0,620327625	0,006917846	54	21,8	25,4	91,536	0,32207	106,59	0,37281	0,63791325	0,007609236
25	21,5	25	90,281	0,31782	104,92	0,3672	0,620327625	0,006917846	55	21,8	25,4	91,536	0,32207	106,59	0,37281	0,63791325	0,007609236
26	21,5	25	90,281	0,31782	104,92	0,3672	0,620327625	0,006917846	56	21,9	25,4	91,955	0,32349	106,59	0,37281	0,620158125	0,00749368
27	21,5	25,1	90,281	0,31782	105,34	0,3686	0,638125125	0,007324222	57	21,9	25,4	91,955	0,32349	106,59	0,37281	0,620158125	0,00749368
28	21,5	25,1	90,281	0,31782	105,34	0,3686	0,638125125	0,007324222	58	21,9	25,5	91,955	0,32349	107,01	0,37421	0,637955625	0,007900056
29	21,6	25,1	90,7	0,31923	105,34	0,3686	0,62037	0,007084443	59	21,9	25,4	91,955	0,32349	106,59	0,37281	0,620158125	0,00749368
30	21,6	25,1	90,7	0,31923	105,34	0,3686	0,62037	0,007084443	60	21,9	25,5	91,955	0,32349	107,01	0,37421	0,637955625	0,007900056

EK-26. 30 lt/h 200 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	18,7	19,2	78,566	0,27787	80,659	0,28503	0,097742409	0,00	31	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872
2	18,7	19,8	78,566	0,27787	83,169	0,29361	0,214958581	0,000212904	32	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
3	18,7	20,1	78,566	0,27787	84,424	0,29789	0,273566667	0,000427629	33	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872
4	18,8	20,4	78,985	0,2793	85,68	0,30217	0,31265429	0,000631823	34	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872
5	18,8	20,6	78,985	0,2793	86,516	0,30502	0,351695215	0,000789318	35	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
6	18,8	20,7	78,985	0,2793	86,935	0,30644	0,371262376	0,000982981	36	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
7	18,8	20,8	78,985	0,2793	87,353	0,30787	0,390782838	0,000993512	37	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
8	18,9	20,9	79,403	0,28073	87,771	0,30929	0,390782838	0,001129945	38	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872
9	18,9	21	79,403	0,28073	88,19	0,31071	0,41035	0,001323609	39	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872
10	18,9	21	79,403	0,28073	88,19	0,31071	0,41035	0,001323609	40	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
11	19	21,1	79,822	0,28216	88,608	0,31213	0,4103033	0,001413342	41	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
12	19	21,1	79,822	0,28216	88,608	0,31213	0,4103033	0,001413342	42	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
13	19	21,1	79,822	0,28216	88,608	0,31213	0,4103033	0,001413342	43	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
14	19	21,1	79,822	0,28216	88,608	0,31213	0,4103033	0,001413342	44	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
15	19,1	21,1	80,24	0,2836	88,608	0,31213	0,390782838	0,001539244	45	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
16	19	21,1	79,822	0,28216	88,608	0,31213	0,4103033	0,001413342	46	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
17	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	47	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
18	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306	48	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208
19	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	49	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
20	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	50	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
21	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	51	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
22	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	52	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
23	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	53	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
24	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872	54	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
25	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	55	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
26	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	56	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
27	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872	57	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
28	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872	58	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
29	19,1	21,2	80,24	0,2836	89,026	0,31355	0,4103033	0,001686208	59	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306
30	19,1	21,3	80,24	0,2836	89,445	0,31497	0,429870462	0,001879872	60	19	21,2	79,822	0,28216	89,026	0,31355	0,429823762	0,001560306

EK-27. 30 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	22,2	23,2	93,209	0,32774	97,392	0,34188	0,117387169	0,001062434	31	22,7	28,3	95,301	0,33482	118,72	0,41322	0,657205381	0,012236553
2	22,3	24,6	93,628	0,32916	103,25	0,36159	0,270021358	0,003231318	32	22,8	28,3	95,719	0,33623	118,72	0,41322	0,645475083	0,012105822
3	22,3	25,6	93,628	0,32916	107,43	0,37561	0,387324338	0,005196761	33	22,8	28,3	95,719	0,33623	118,72	0,41322	0,645475083	0,012105822
4	22,3	26,4	93,628	0,32916	110,77	0,38679	0,48105447	0,006953022	34	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
5	22,3	26,9	93,628	0,32916	112,86	0,39376	0,53970596	0,008264809	35	22,9	28,4	96,137	0,33764	119,13	0,41461	0,645250579	0,012045851
6	22,3	27,2	93,628	0,32916	114,12	0,39794	0,575065232	0,009236712	36	22,9	28,4	96,137	0,33764	119,13	0,41461	0,645250579	0,012045851
7	22,5	27,6	94,464	0,33199	115,79	0,4035	0,598469702	0,010182446	37	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
8	22,4	27,7	94,046	0,33057	116,21	0,40489	0,621986424	0,0105823	38	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
9	22,4	27,8	94,046	0,33057	116,63	0,40628	0,633772848	0,01093369	39	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
10	22,4	27,8	94,046	0,33057	116,63	0,40628	0,633772848	0,01093369	40	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
11	22,4	27,8	94,046	0,33057	116,63	0,40628	0,633772848	0,01093369	41	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
12	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	42	22,8	28,5	95,719	0,33623	119,55	0,41599	0,668767301	0,012610239
13	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	43	22,9	28,5	96,137	0,33764	119,55	0,41599	0,657037003	0,012479508
14	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	44	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
15	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	45	22,8	28,4	95,719	0,33623	119,13	0,41461	0,656980877	0,012176583
16	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	46	22,9	28,5	96,137	0,33764	119,55	0,41599	0,657037003	0,012479508
17	22,5	27,9	94,464	0,33199	117,04	0,40767	0,633548344	0,010955986	47	23	28,5	96,555	0,33905	119,55	0,41599	0,645306705	0,012348777
18	22,5	28	94,464	0,33199	117,46	0,40906	0,645334768	0,011307376	48	23	28,5	96,555	0,33905	119,55	0,41599	0,645306705	0,012348777
19	22,5	28	94,464	0,33199	117,46	0,40906	0,645334768	0,011307376	49	23,2	28,5	97,392	0,34188	119,55	0,41599	0,621818046	0,012141518
20	22,6	28	94,882	0,3334	117,46	0,40906	0,63360447	0,011176645	50	23,1	28,6	96,974	0,34047	119,97	0,41738	0,645334768	0,012623639
21	22,6	28	94,882	0,3334	117,46	0,40906	0,63360447	0,011176645	51	23,2	28,7	97,392	0,34188	120,39	0,41876	0,645390894	0,012926564
22	22,6	28,1	94,882	0,3334	117,88	0,41044	0,645390894	0,011610301	52	23,2	28,7	97,392	0,34188	120,39	0,41876	0,645390894	0,012926564
23	22,6	28,1	94,882	0,3334	117,88	0,41044	0,645390894	0,011610301	53	23,2	28,7	97,392	0,34188	120,39	0,41876	0,645390894	0,012926564
24	22,6	28,1	94,882	0,3334	117,88	0,41044	0,645390894	0,011610301	54	23,3	28,8	97,81	0,34329	120,81	0,42015	0,64544702	0,013147223
25	22,7	28,1	95,301	0,33482	117,88	0,41044	0,633632533	0,011533773	55	23,4	29	98,228	0,3447	121,64	0,42291	0,65700894	0,013603175
26	22,6	28,2	94,882	0,3334	118,3	0,41183	0,657177318	0,011961691	56	23,4	29,1	98,228	0,3447	122,06	0,4243	0,668795364	0,013954565
27	22,6	28,2	94,882	0,3334	118,3	0,41183	0,657177318	0,011961691	57	23,4	29,1	98,228	0,3447	122,06	0,4243	0,668795364	0,013954565
28	22,7	28,2	95,301	0,33482	118,3	0,41183	0,645418957	0,011885163	58	23,4	29,2	98,228	0,3447	122,48	0,42568	0,680581788	0,014388221
29	22,7	28,2	95,301	0,33482	118,3	0,41183	0,645418957	0,011885163	59	23,5	29,2	98,646	0,34611	122,48	0,42568	0,66885149	0,01425749
30	22,7	28,2	95,301	0,33482	118,3	0,41183	0,645418957	0,011885163	60	23,5	29,2	98,646	0,34611	122,48	0,42568	0,66885149	0,01425749

EK-28. 30 lt/h 300 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	18,5	19,3	77,729	0,275	81,077	0,28646	0,105276	0,00	31	19	23,6	79,822	0,28216	99,065	0,34752	0,605085444	0,002600959
2	18,6	20,6	78,148	0,27643	86,516	0,30502	0,263127111	0,000413762	32	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
3	18,6	21,6	78,148	0,27643	90,7	0,31923	0,394690667	0,000162882	33	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
4	18,6	22,2	78,148	0,27643	93,209	0,32774	0,473584778	0,000612333	34	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
5	18,7	22,6	78,566	0,27787	94,882	0,3334	0,513047556	0,001175409	35	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
6	18,7	22,9	78,566	0,27787	96,137	0,33764	0,552510333	0,001554126	36	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
7	18,7	23,1	78,566	0,27787	96,974	0,34047	0,578829333	0,001786359	37	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
8	18,7	23,2	78,566	0,27787	97,392	0,34188	0,591973111	0,001932843	38	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
9	18,8	23,3	78,985	0,2793	97,81	0,34329	0,591941667	0,002085757	39	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
10	18,8	23,4	78,985	0,2793	98,228	0,3447	0,605085444	0,002232241	40	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
11	18,8	23,4	78,985	0,2793	98,228	0,3447	0,605085444	0,002232241	41	19,1	23,7	80,24	0,2836	99,483	0,34893	0,605085444	0,002877497
12	18,9	23,5	79,403	0,28073	98,646	0,34611	0,605085444	0,0024166	42	19,1	23,7	80,24	0,2836	99,483	0,34893	0,605085444	0,002877497
13	18,8	23,5	78,985	0,2793	98,646	0,34611	0,618229222	0,002378725	43	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443
14	18,8	23,5	78,985	0,2793	98,646	0,34611	0,618229222	0,002378725	44	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
15	18,8	23,5	78,985	0,2793	98,646	0,34611	0,618229222	0,002378725	45	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
16	18,9	23,5	79,403	0,28073	98,646	0,34611	0,605085444	0,0024166	46	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
17	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	47	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
18	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	48	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
19	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	49	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
20	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	50	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
21	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443	51	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
22	19	23,7	79,822	0,28216	99,483	0,34893	0,618229222	0,002747443	52	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
23	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	53	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
24	18,9	23,6	79,403	0,28073	99,065	0,34752	0,618260667	0,002594528	54	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
25	19	23,6	79,822	0,28216	99,065	0,34752	0,605085444	0,002600959	55	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
26	19	23,6	79,822	0,28216	99,065	0,34752	0,605085444	0,002600959	56	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981
27	19	23,6	79,822	0,28216	99,065	0,34752	0,605085444	0,002600959	57	19,2	23,8	80,659	0,28503	99,901	0,35034	0,605054	0,003030411
28	19	23,6	79,822	0,28216	99,065	0,34752	0,605085444	0,002600959	58	19,2	23,8	80,659	0,28503	99,901	0,35034	0,605054	0,003030411
29	19,1	23,6	80,24	0,2836	99,065	0,34752	0,591941667	0,002731013	59	19,2	23,9	80,659	0,28503	100,32	0,35174	0,618229222	0,003300519
30	19,1	23,6	80,24	0,2836	99,065	0,34752	0,591941667	0,002731013	60	19,1	23,8	80,24	0,2836	99,901	0,35034	0,618229222	0,003023981

EK-29. 30 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	24,9	25,1	104,5	0,3658	105,34	0,3686	0,0177975	0,000406376	31	25,3	33,6	106,17	0,37141	140,87	0,48607	0,73520625	0,023039732
2	24,9	26,5	104,5	0,3658	111,19	0,38818	0,141744375	0,002739607	32	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
3	25	28,7	104,92	0,3672	120,39	0,41876	0,327770625	0,007525503	33	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
4	25	30,3	104,92	0,3672	127,08	0,44086	0,469515	0,012004223	34	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
5	25	31,4	104,92	0,3672	131,67	0,45598	0,566765625	0,01534278	35	25,5	33,6	107,01	0,37421	140,87	0,48607	0,71740875	0,022633356
6	25	32,1	104,92	0,3672	134,6	0,46558	0,628845	0,017795445	36	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
7	25,1	32,6	105,34	0,3686	136,69	0,47242	0,664228125	0,019390101	37	25,5	33,6	107,01	0,37421	140,87	0,48607	0,71740875	0,022633356
8	25,2	32,9	105,76	0,37	137,94	0,47652	0,68181375	0,020205714	38	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
9	25,2	33,1	105,76	0,37	138,78	0,47925	0,69961125	0,021046868	39	25,4	33,6	106,59	0,37281	140,87	0,48607	0,7263075	0,022836544
10	25,2	33,3	105,76	0,37	139,61	0,48198	0,717196875	0,021676147	40	25,5	33,6	107,01	0,37421	140,87	0,48607	0,71740875	0,022633356
11	25,2	33,2	105,76	0,37	139,2	0,48061	0,70851	0,021498501	41	25,5	33,6	107,01	0,37421	140,87	0,48607	0,71740875	0,022633356
12	25,2	33,2	105,76	0,37	139,2	0,48061	0,70851	0,021498501	42	25,5	33,7	107,01	0,37421	141,29	0,48743	0,7263075	0,023084989
13	25,2	33,3	105,76	0,37	139,61	0,48198	0,717196875	0,021676147	43	25,5	33,7	107,01	0,37421	141,29	0,48743	0,7263075	0,023084989
14	25,2	33,3	105,76	0,37	139,61	0,48198	0,717196875	0,021676147	44	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
15	25,2	33,3	105,76	0,37	139,61	0,48198	0,717196875	0,021676147	45	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
16	25,2	33,2	105,76	0,37	139,2	0,48061	0,70851	0,021498501	46	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
17	25,3	33,3	106,17	0,37141	139,61	0,48198	0,70851	0,021746945	47	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
18	25,3	33,4	106,17	0,37141	140,03	0,48334	0,71740875	0,022198578	48	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
19	25,3	33,4	106,17	0,37141	140,03	0,48334	0,71740875	0,022198578	49	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
20	25,3	33,4	106,17	0,37141	140,03	0,48334	0,71740875	0,022198578	50	25,6	33,8	107,43	0,37561	141,7	0,48879	0,726095625	0,023121559
21	25,2	33,5	105,76	0,37	140,45	0,4847	0,734994375	0,022579413	51	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
22	25,2	33,4	105,76	0,37	140,03	0,48334	0,726095625	0,02212778	52	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
23	25,2	33,5	105,76	0,37	140,45	0,4847	0,734994375	0,022579413	53	25,4	33,7	106,59	0,37281	141,29	0,48743	0,73520625	0,023288177
24	25,2	33,5	105,76	0,37	140,45	0,4847	0,734994375	0,022579413	54	25,5	33,7	107,01	0,37421	141,29	0,48743	0,7263075	0,023084989
25	25,2	33,4	105,76	0,37	140,03	0,48334	0,726095625	0,02212778	55	25,4	33,7	106,59	0,37281	141,29	0,48743	0,73520625	0,023288177
26	25,2	33,5	105,76	0,37	140,45	0,4847	0,734994375	0,022579413	56	25,5	33,7	107,01	0,37421	141,29	0,48743	0,7263075	0,023084989
27	25,1	33,5	105,34	0,3686	140,45	0,4847	0,743893125	0,022782601	57	25,5	33,8	107,01	0,37421	141,7	0,48879	0,734994375	0,023324747
28	25,2	33,5	105,76	0,37	140,45	0,4847	0,734994375	0,022579413	58	25,6	33,8	107,43	0,37561	141,7	0,48879	0,726095625	0,023121559
29	25,3	33,5	106,17	0,37141	140,45	0,4847	0,7263075	0,022650211	59	25,7	33,9	107,85	0,37701	142,12	0,49015	0,726095625	0,023370003
30	25,2	33,6	105,76	0,37	140,87	0,48607	0,743893125	0,022968934	60	25,8	34	108,26	0,3784	142,54	0,49151	0,7263075	0,023768212

EK-30. 30 lt/h 400 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	20,4	22,6	85,68	0,30217	94,882	0,3334	0,289351778	0,00	31	20,6	27,8	86,516	0,30502	116,63	0,40628	0,946918	0,013509508
2	20,4	24,5	85,68	0,30217	102,83	0,36018	0,539272222	0,004539587	32	20,7	27,8	86,935	0,30644	116,63	0,40628	0,933742778	0,013423759
3	20,4	25,7	85,68	0,30217	107,85	0,37701	0,697123333	0,007252787	33	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
4	20,3	26,4	85,261	0,30074	110,77	0,38679	0,802116333	0,008912692	34	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
5	20,4	26,9	85,68	0,30217	112,86	0,39376	0,85466	0,010388977	35	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
6	20,3	27,1	85,261	0,30074	113,7	0,39654	0,894248556	0,01117001	36	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795
7	20,4	27,3	85,68	0,30217	114,53	0,39933	0,907172222	0,01155728	37	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
8	20,4	27,5	85,68	0,30217	115,37	0,40211	0,933585556	0,012344743	38	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
9	20,4	27,5	85,68	0,30217	115,37	0,40211	0,933585556	0,012344743	39	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
10	20,4	27,6	85,68	0,30217	115,79	0,4035	0,946792222	0,012738475	40	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
11	20,5	27,6	86,098	0,30359	115,79	0,4035	0,933648444	0,01268417	41	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
12	20,4	27,6	85,68	0,30217	115,79	0,4035	0,946792222	0,012738475	42	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
13	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	43	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
14	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	44	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
15	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	45	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
16	20,5	27,8	86,098	0,30359	116,63	0,40628	0,960061778	0,013471633	46	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
17	20,5	27,8	86,098	0,30359	116,63	0,40628	0,960061778	0,013471633	47	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
18	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	48	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
19	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	49	20,8	28	87,353	0,30787	117,46	0,40906	0,946697889	0,013934653
20	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	50	20,8	28	87,353	0,30787	117,46	0,40906	0,946697889	0,013934653
21	20,5	27,8	86,098	0,30359	116,63	0,40628	0,960061778	0,013471633	51	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
22	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	52	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
23	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	53	20,7	28	86,935	0,30644	117,46	0,40906	0,959841667	0,013896778
24	20,6	27,8	86,516	0,30502	116,63	0,40628	0,946918	0,013509508	54	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
25	20,6	27,7	86,516	0,30502	116,21	0,40489	0,933711333	0,013115776	55	20,7	27,9	86,935	0,30644	117,04	0,40767	0,946635	0,013503046
26	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	56	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795
27	20,5	27,7	86,098	0,30359	116,21	0,40489	0,946855111	0,013077902	57	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795
28	20,6	27,8	86,516	0,30502	116,63	0,40628	0,946918	0,013509508	58	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795
29	20,6	27,8	86,516	0,30502	116,63	0,40628	0,946918	0,013509508	59	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795
30	20,6	27,8	86,516	0,30502	116,63	0,40628	0,946918	0,013509508	60	20,6	27,9	86,516	0,30502	117,04	0,40767	0,959810222	0,013588795

EK-31. 30 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	25,1	25,9	105,34	0,3686	108,68	0,3798	0,056613	0,000961404	31	25,2	36,4	105,76	0,37	152,57	0,52404	0,7934295	0,028021299
2	25,1	28,8	105,34	0,3686	120,81	0,42015	0,2622165	0,006070092	32	25,1	36,5	105,34	0,3686	152,99	0,52539	0,8076675	0,028594845
3	25,2	31,4	105,76	0,37	131,67	0,45598	0,4391745	0,011949123	33	25,2	36,5	105,76	0,37	152,99	0,52539	0,8005485	0,028432294
4	25,3	33,3	106,17	0,37141	139,61	0,48198	0,566808	0,017397556	34	25,1	36,4	105,34	0,3686	152,57	0,52404	0,8005485	0,02818385
5	25,3	34,5	106,17	0,37141	144,63	0,49831	0,651897	0,021344542	35	25	36,3	104,92	0,3672	152,15	0,52269	0,8005485	0,027935405
6	25,4	35,1	106,59	0,37281	147,14	0,50645	0,6873225	0,023279706	36	24,9	36,2	104,5	0,3658	151,73	0,52134	0,8005485	0,027686961
7	25,4	35,7	106,59	0,37281	149,64	0,51458	0,7296975	0,02525761	37	24,9	36,2	104,5	0,3658	151,73	0,52134	0,8005485	0,027686961
8	25,4	36,1	106,59	0,37281	151,32	0,51999	0,7581735	0,026851902	38	25	36,2	104,92	0,3672	151,73	0,52134	0,7934295	0,02752441
9	25,4	36,3	106,59	0,37281	152,15	0,52269	0,772242	0,027504392	39	24,9	36,1	104,5	0,3658	151,32	0,51999	0,793599	0,027445465
10	25,3	36,4	106,17	0,37141	152,57	0,52404	0,78648	0,028077938	40	24,7	36,1	103,66	0,36299	151,32	0,51999	0,807837	0,027720878
11	25,3	36,4	106,17	0,37141	152,57	0,52404	0,78648	0,028077938	41	24,6	36,1	103,25	0,36159	151,32	0,51999	0,8147865	0,027713928
12	25,4	36,5	106,59	0,37281	152,99	0,52539	0,78648	0,028326382	42	24,4	36,1	102,41	0,35878	151,32	0,51999	0,8290245	0,02798934
13	25,3	36,5	106,17	0,37141	152,99	0,52539	0,793599	0,028488933	43	24,5	36	102,83	0,36018	150,9	0,51864	0,8147865	0,027415794
14	25,3	36,6	106,17	0,37141	153,41	0,52674	0,800718	0,028899928	44	24,4	36,1	102,41	0,35878	151,32	0,51999	0,8290245	0,02798934
15	25,4	36,6	106,59	0,37281	153,41	0,52674	0,793599	0,028737377	45	24,4	36	102,41	0,35878	150,9	0,51864	0,8219055	0,027578345
16	25,4	36,7	106,59	0,37281	153,82	0,52809	0,8005485	0,028978873	46	24,4	35,9	102,41	0,35878	150,48	0,51729	0,8147865	0,02716735
17	25,4	36,6	106,59	0,37281	153,41	0,52674	0,793599	0,028737377	47	24,3	35,9	101,99	0,35737	150,48	0,51729	0,8219055	0,027280211
18	25,4	36,6	106,59	0,37281	153,41	0,52674	0,793599	0,028737377	48	24,2	35,8	101,57	0,35597	150,06	0,51593	0,8219055	0,027081456
19	25,5	36,7	107,01	0,37421	153,82	0,52809	0,7934295	0,028816322	49	24,2	35,7	101,57	0,35597	149,64	0,51458	0,8147865	0,026670461
20	25,5	36,7	107,01	0,37421	153,82	0,52809	0,7934295	0,028816322	50	24,1	35,7	101,16	0,35456	149,64	0,51458	0,821736	0,026613822
21	25,5	36,7	107,01	0,37421	153,82	0,52809	0,7934295	0,028816322	51	24,1	35,5	101,16	0,35456	148,81	0,51187	0,8076675	0,026011021
22	25,4	36,7	106,59	0,37281	153,82	0,52809	0,8005485	0,028978873	52	24,1	35,5	101,16	0,35456	148,81	0,51187	0,8076675	0,026011021
23	25,4	36,6	106,59	0,37281	153,41	0,52674	0,793599	0,028737377	53	24,1	35,5	101,16	0,35456	148,81	0,51187	0,8076675	0,026011021
24	25,4	36,7	106,59	0,37281	153,82	0,52809	0,8005485	0,028978873	54	24,1	35,5	101,16	0,35456	148,81	0,51187	0,8076675	0,026011021
25	25,3	36,6	106,17	0,37141	153,41	0,52674	0,800718	0,028899928	55	24	35,5	100,74	0,35315	148,81	0,51187	0,8147865	0,026123882
26	25,4	36,6	106,59	0,37281	153,41	0,52674	0,793599	0,028737377	56	24,1	35,4	101,16	0,35456	148,39	0,51052	0,8005485	0,025600026
27	25,4	36,5	106,59	0,37281	152,99	0,52539	0,78648	0,028326382	57	24	35,3	100,74	0,35315	147,97	0,50916	0,8005485	0,025351581
28	25,3	36,5	106,17	0,37141	152,99	0,52539	0,793599	0,028488933	58	23,9	35,5	100,32	0,35174	148,81	0,51187	0,8219055	0,026236744
29	25,3	36,4	106,17	0,37141	152,57	0,52404	0,78648	0,028077938	59	24	35,4	100,74	0,35315	148,39	0,51052	0,8076675	0,025712887
30	25,2	36,5	105,76	0,37	152,99	0,52539	0,8005485	0,028432294	60	24	35,4	100,74	0,35315	148,39	0,51052	0,8076675	0,025712887

EK-32. 30 lt/h 500 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	19,5	21,9	81,914	0,28932	91,955	0,32349	0,1894402	0,00	31	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455
2	19,5	24,6	81,914	0,28932	103,25	0,36159	0,4025392	0,002830934	32	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455
3	19,5	26,6	81,914	0,28932	111,61	0,38958	0,560264533	0,005750202	33	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
4	19,6	27,8	82,332	0,29075	116,63	0,40628	0,647088933	0,008119845	34	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
5	19,6	28,6	82,332	0,29075	119,97	0,41738	0,7101036	0,009743039	35	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
6	19,7	29,1	82,751	0,29218	122,06	0,4243	0,7416298	0,010905348	36	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
7	19,7	29,4	82,751	0,29218	123,31	0,42844	0,765213133	0,011591322	37	20,1	30,4	84,424	0,29789	127,49	0,44224	0,812511867	0,014146179
8	19,8	29,7	83,169	0,29361	124,57	0,43259	0,781098867	0,012433379	38	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
9	19,8	29,8	83,169	0,29361	124,99	0,43397	0,789022867	0,012724925	39	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
10	19,7	29,9	82,751	0,29218	125,4	0,43535	0,804644467	0,01280508	40	20,1	30,4	84,424	0,29789	127,49	0,44224	0,812511867	0,014146179
11	19,8	30	83,169	0,29361	125,82	0,43673	0,8046822	0,013119352	41	20,1	30,3	84,424	0,29789	127,08	0,44086	0,804776533	0,0140433
12	19,8	30,1	83,169	0,29361	126,24	0,4381	0,8126062	0,013466206	42	20,3	30,4	85,261	0,30074	127,49	0,44224	0,796720467	0,014117455
13	19,8	30,1	83,169	0,29361	126,24	0,4381	0,8126062	0,013466206	43	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
14	19,8	30,2	83,169	0,29361	126,66	0,43948	0,8205302	0,013757753	44	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892
15	19,8	30,2	83,169	0,29361	126,66	0,43948	0,8205302	0,013757753	45	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
16	19,9	30,3	83,588	0,29504	127,08	0,44086	0,820549067	0,014053157	46	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
17	19,9	30,3	83,588	0,29504	127,08	0,44086	0,820549067	0,014053157	47	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
18	19,9	30,3	83,588	0,29504	127,08	0,44086	0,820549067	0,014053157	48	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892
19	19,9	30,3	83,588	0,29504	127,08	0,44086	0,820549067	0,014053157	49	20,1	30,4	84,424	0,29789	127,49	0,44224	0,812511867	0,014146179
20	19,9	30,3	83,588	0,29504	127,08	0,44086	0,820549067	0,014053157	50	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
21	19,9	30,4	83,588	0,29504	127,49	0,44224	0,8282844	0,014156037	51	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
22	19,9	30,4	83,588	0,29504	127,49	0,44224	0,8282844	0,014156037	52	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
23	19,9	30,4	83,588	0,29504	127,49	0,44224	0,8282844	0,014156037	53	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
24	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	54	20,1	30,4	84,424	0,29789	127,49	0,44224	0,812511867	0,014146179
25	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	55	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892
26	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	56	20,1	30,5	84,424	0,29789	127,91	0,44361	0,820435867	0,014493034
27	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	57	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892
28	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	58	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892
29	20	30,5	84,006	0,29646	127,91	0,44361	0,828322133	0,014470309	59	20,2	30,4	84,843	0,29932	127,49	0,44224	0,804606733	0,014150038
30	20	30,4	84,006	0,29646	127,49	0,44224	0,820398133	0,014123455	60	20,2	30,5	84,843	0,29932	127,91	0,44361	0,812530733	0,014496892

EK-33. 30 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	20,8	22,8	87,353	0,30787	95,719	0,33623	0,088627313	0,000553693	31	21,8	41,3	91,536	0,32207	173,05	0,58968	0,863538938	0,032460611
2	20,9	28,3	87,771	0,30929	118,72	0,41322	0,327865969	0,005105345	32	21,7	41,3	91,118	0,32065	173,05	0,58968	0,867967125	0,032478907
3	20,9	32,8	87,771	0,30929	137,52	0,47515	0,527028469	0,01194065	33	21,8	41,3	91,536	0,32207	173,05	0,58968	0,863538938	0,032460611
4	21	35,7	88,19	0,31071	149,64	0,51458	0,650985938	0,017855866	34	21,9	41,4	91,955	0,32349	173,47	0,59101	0,863549531	0,032750705
5	21,1	37,4	88,608	0,31213	156,75	0,53752	0,721879313	0,021917637	35	21,8	41,3	91,536	0,32207	173,05	0,58968	0,863538938	0,032460611
6	21,2	38,6	89,026	0,31355	161,76	0,55364	0,770525813	0,024912437	36	21,8	41,4	91,536	0,32207	173,47	0,59101	0,867988313	0,032779594
7	21,1	39,1	88,608	0,31213	163,85	0,56034	0,797094938	0,026264433	37	21,8	41,3	91,536	0,32207	173,05	0,58968	0,863538938	0,032460611
8	21,2	39,6	89,026	0,31355	165,94	0,56702	0,814807688	0,027641949	38	21,9	41,3	91,955	0,32349	173,05	0,58968	0,859100156	0,032431722
9	21,2	39,8	89,026	0,31355	166,78	0,5697	0,823706438	0,028217804	39	21,9	41,4	91,955	0,32349	173,47	0,59101	0,863549531	0,032750705
10	21,2	40,1	89,026	0,31355	168,03	0,5737	0,836948625	0,02903776	40	21,9	41,4	91,955	0,32349	173,47	0,59101	0,863549531	0,032750705
11	21,2	40,2	89,026	0,31355	168,45	0,57503	0,841398	0,029356743	41	21,9	41,3	91,955	0,32349	173,05	0,58968	0,859100156	0,032431722
12	21,2	40,2	89,026	0,31355	168,45	0,57503	0,841398	0,029356743	42	22	41,5	92,373	0,32491	173,88	0,59234	0,863464781	0,032945455
13	21,2	40,4	89,026	0,31355	169,29	0,5777	0,85029675	0,029963654	43	21,9	41,5	91,955	0,32349	173,88	0,59234	0,867892969	0,032963751
14	21,2	40,6	89,026	0,31355	170,12	0,58037	0,859089563	0,030464627	44	22,1	41,5	92,791	0,32632	173,88	0,59234	0,859036594	0,032896104
15	21,3	40,7	89,445	0,31497	170,54	0,5817	0,859100156	0,030754721	45	22,1	41,5	92,791	0,32632	173,88	0,59234	0,859036594	0,032896104
16	21,3	40,8	89,445	0,31497	170,96	0,58303	0,863549531	0,031073704	46	22,1	41,5	92,791	0,32632	173,88	0,59234	0,859036594	0,032896104
17	21,4	40,9	89,863	0,3164	171,38	0,58436	0,863570719	0,031405447	47	22,1	41,5	92,791	0,32632	173,88	0,59234	0,859036594	0,032896104
18	21,4	41	89,863	0,3164	171,79	0,58569	0,867914156	0,031618493	48	22,1	41,5	92,791	0,32632	173,88	0,59234	0,859036594	0,032896104
19	21,4	41	89,863	0,3164	171,79	0,58569	0,867914156	0,031618493	49	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
20	21,5	41	90,281	0,31782	171,79	0,58569	0,863485969	0,031600198	50	22,1	41,3	92,791	0,32632	173,05	0,58968	0,850243781	0,032364076
21	21,4	40,9	89,863	0,3164	171,38	0,58436	0,863570719	0,031405447	51	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
22	21,4	40,9	89,863	0,3164	171,38	0,58436	0,863570719	0,031405447	52	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
23	21,4	41	89,863	0,3164	171,79	0,58569	0,867914156	0,031618493	53	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
24	21,5	41,1	90,281	0,31782	172,21	0,58702	0,867935344	0,031919181	54	22,1	41,4	92,791	0,32632	173,47	0,59101	0,854693156	0,032683059
25	21,6	41,1	90,7	0,31923	172,21	0,58702	0,863496563	0,031859236	55	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
26	21,5	41,1	90,281	0,31782	172,21	0,58702	0,867935344	0,031919181	56	22,2	41,4	93,209	0,32774	173,47	0,59101	0,850264969	0,032664763
27	21,6	41,2	90,7	0,31923	172,63	0,58835	0,867945938	0,032178219	57	22,2	41,4	93,209	0,32774	173,47	0,59101	0,850264969	0,032664763
28	21,6	41,2	90,7	0,31923	172,63	0,58835	0,867945938	0,032178219	58	22,2	41,3	93,209	0,32774	173,05	0,58968	0,845815594	0,03234578
29	21,8	41,4	91,536	0,32207	173,47	0,59101	0,867988313	0,032779594	59	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809
30	21,8	41,4	91,536	0,32207	173,47	0,59101	0,867988313	0,032779594	60	22,2	41,5	93,209	0,32774	173,88	0,59234	0,854608406	0,032877809

EK-34. 30 lt/h 800 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ + CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T1	T2	h1	s1	h2	s2	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	19,4	22,8	81,495	0,28789	95,719	0,33623	0,167724667	0,00	31	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559
2	19,4	23,7	81,495	0,28789	99,483	0,34893	0,2121085	0,001109879	32	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
3	19,5	24,7	81,914	0,28932	103,66	0,36299	0,256421583	0,001764499	33	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722
4	19,5	29,5	81,914	0,28932	123,73	0,42983	0,493080333	0,007375611	34	20,1	36,7	84,424	0,29789	153,82	0,52809	0,8182945	0,022555925
5	19,5	32,7	81,914	0,28932	137,11	0,47379	0,650852833	0,013190388	35	20,2	36,7	84,843	0,29932	153,82	0,52809	0,813353792	0,022558337
6	19,5	34,5	81,914	0,28932	144,63	0,49831	0,739526167	0,017104774	36	20,1	36,6	84,424	0,29789	153,41	0,52674	0,813459917	0,022387924
7	19,6	35,4	82,332	0,29075	148,39	0,51052	0,778933917	0,019249006	37	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559
8	19,7	35,9	82,751	0,29218	150,48	0,51729	0,798637792	0,020493958	38	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722
9	19,7	36,3	82,751	0,29218	152,15	0,52269	0,818329875	0,021519715	39	19,9	36,7	83,588	0,29504	153,82	0,52809	0,828152333	0,022562087
10	19,7	36,4	82,751	0,29218	152,57	0,52404	0,823282375	0,021805633	40	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722
11	19,8	36,5	83,169	0,29361	152,99	0,52539	0,823305958	0,022105755	41	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
12	19,8	36,6	83,169	0,29361	153,41	0,52674	0,828258458	0,022391673	42	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
13	19,9	36,6	83,588	0,29504	153,41	0,52674	0,82331775	0,022394085	43	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
14	19,9	36,6	83,588	0,29504	153,41	0,52674	0,82331775	0,022394085	44	20,1	36,7	84,424	0,29789	153,82	0,52809	0,8182945	0,022555925
15	19,9	36,7	83,588	0,29504	153,82	0,52809	0,828152333	0,022562087	45	20,1	36,7	84,424	0,29789	153,82	0,52809	0,8182945	0,022555925
16	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722	46	20,2	36,7	84,843	0,29932	153,82	0,52809	0,813353792	0,022558337
17	19,9	36,6	83,588	0,29504	153,41	0,52674	0,82331775	0,022394085	47	19,9	36,9	83,588	0,29504	154,66	0,53079	0,838057333	0,023133923
18	19,9	36,4	83,588	0,29504	152,57	0,52404	0,81341275	0,021822248	48	20	36,8	84,006	0,29646	154,24	0,52944	0,828175917	0,022827641
19	19,9	36,7	83,588	0,29504	153,82	0,52809	0,828152333	0,022562087	49	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559
20	19,8	36,6	83,169	0,29361	153,41	0,52674	0,828258458	0,022391673	50	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
21	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722	51	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
22	19,9	36,8	83,588	0,29504	154,24	0,52944	0,833104833	0,022848005	52	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559
23	20	36,8	84,006	0,29646	154,24	0,52944	0,828175917	0,022827641	53	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844
24	19,9	36,8	83,588	0,29504	154,24	0,52944	0,833104833	0,022848005	54	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722
25	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559	55	20,1	36,7	84,424	0,29789	153,82	0,52809	0,8182945	0,022555925
26	19,9	36,9	83,588	0,29504	154,66	0,53079	0,838057333	0,023133923	56	20,2	36,7	84,843	0,29932	153,82	0,52809	0,813353792	0,022558337
27	20	36,8	84,006	0,29646	154,24	0,52944	0,828175917	0,022827641	57	20,1	36,6	84,424	0,29789	153,41	0,52674	0,813459917	0,022387924
28	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559	58	20	36,9	84,006	0,29646	154,66	0,53079	0,833128417	0,023113559
29	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844	59	20	36,7	84,006	0,29646	153,82	0,52809	0,823223417	0,022541722
30	20,1	36,8	84,424	0,29789	154,24	0,52944	0,823247	0,022841844	60	19,9	36,7	83,588	0,29504	153,82	0,52809	0,828152333	0,022562087

EK-35. 30 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃ çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	22,4	26,5	94,046	0,33057	111,19	0,38818	0,147437221	0,002198388	31	23,8	46,6	99,901	0,35034	195,2	0,65955	0,819564843	0,040024841
2	22,5	32,9	94,464	0,33199	137,94	0,47652	0,373890609	0,009520386	32	23,9	46,7	100,32	0,35174	195,62	0,66085	0,819573443	0,040285548
3	22,6	37,7	94,882	0,3334	158	0,54156	0,542810458	0,018024561	33	23,9	46,8	100,32	0,35174	196,04	0,66216	0,823185415	0,040594917
4	22,7	40,7	95,301	0,33482	170,54	0,5817	0,647050224	0,024648504	34	24	46,7	100,74	0,35315	195,62	0,66085	0,815961472	0,040228285
5	22,8	42,4	95,719	0,33623	177,65	0,60428	0,704600963	0,028828195	35	23,9	47	100,32	0,35174	196,87	0,66477	0,830323357	0,041152868
6	22,8	43,4	95,719	0,33623	181,83	0,6175	0,740548676	0,031447364	36	24	47	100,74	0,35315	196,87	0,66477	0,826711386	0,041095605
7	22,9	44,3	96,137	0,33764	185,59	0,62937	0,769289646	0,033817944	37	24,1	47,1	101,16	0,35456	197,29	0,66608	0,826711386	0,041347712
8	22,9	44,5	96,137	0,33764	186,42	0,632	0,776427589	0,034325473	38	24,1	47,1	101,16	0,35456	197,29	0,66608	0,826711386	0,041347712
9	22,9	45	96,137	0,33764	188,51	0,63858	0,794401445	0,03571069	39	24,1	47,1	101,16	0,35456	197,29	0,66608	0,826711386	0,041347712
10	22,9	45,4	96,137	0,33764	190,19	0,64383	0,808849329	0,036922958	40	24	47,3	100,74	0,35315	198,13	0,66869	0,8375473	0,042048925
11	23	45,4	96,555	0,33905	190,19	0,64383	0,805254558	0,036882895	41	24,1	47,3	101,16	0,35456	198,13	0,66869	0,833935329	0,041991662
12	23	45,6	96,555	0,33905	191,02	0,64645	0,812392501	0,037415635	42	24,1	47,4	101,16	0,35456	198,55	0,66999	0,8375473	0,042326243
13	23	45,7	96,555	0,33905	191,44	0,64776	0,816004472	0,037725004	43	24,1	47,4	101,16	0,35456	198,55	0,66999	0,8375473	0,042326243
14	23,2	45,8	97,392	0,34188	191,86	0,64907	0,812418301	0,037970859	44	24,2	47,3	101,57	0,35597	198,13	0,66869	0,830409357	0,042020399
15	23,2	45,9	97,392	0,34188	192,28	0,65038	0,816030272	0,038280229	45	24,2	47,4	101,57	0,35597	198,55	0,66999	0,834021328	0,042354979
16	23,3	45,7	97,81	0,34329	191,44	0,64776	0,805211558	0,037621427	46	24,3	47,5	101,99	0,35737	198,96	0,6713	0,833935329	0,042495876
17	23,4	46,1	98,228	0,3447	193,11	0,653	0,815978672	0,038732843	47	24,1	47,6	101,16	0,35456	199,38	0,6726	0,844685243	0,042884193
18	23,3	46,1	97,81	0,34329	193,11	0,653	0,819573443	0,038772906	48	24,2	47,4	101,57	0,35597	198,55	0,66999	0,834021328	0,042354979
19	23,4	46,4	98,228	0,3447	194,37	0,65693	0,826814585	0,039660952	49	24,3	47,5	101,99	0,35737	198,96	0,6713	0,833935329	0,042495876
20	23,4	46,3	98,228	0,3447	193,95	0,65562	0,823202614	0,039351582	50	24,3	47,6	101,99	0,35737	199,38	0,6726	0,8375473	0,042830457
21	23,7	46,5	99,483	0,34893	194,78	0,65824	0,819547644	0,039755534	51	24,4	47,6	102,41	0,35878	199,38	0,6726	0,833935329	0,042773194
22	23,7	46,4	99,483	0,34893	194,37	0,65693	0,816021672	0,039532164	52	24,5	47,6	102,83	0,36018	199,38	0,6726	0,830323357	0,042690721
23	23,8	46,3	99,901	0,35034	193,95	0,65562	0,808814929	0,039182731	53	24,4	47,8	102,41	0,35878	200,22	0,67521	0,841159271	0,043417144
24	23,8	46,5	99,901	0,35034	194,78	0,65824	0,815952872	0,039715471	54	24,4	47,5	102,41	0,35878	198,96	0,6713	0,830323357	0,042438614
25	23,9	46,3	100,32	0,35174	193,95	0,65562	0,805211558	0,039108858	55	24,3	48	101,99	0,35737	201,06	0,67781	0,851995184	0,044143567
26	23,9	46,3	100,32	0,35174	193,95	0,65562	0,805211558	0,039108858	56	24,4	47,8	102,41	0,35878	200,22	0,67521	0,841159271	0,043417144
27	23,8	46,6	99,901	0,35034	195,2	0,65955	0,819564843	0,040024841	57	24,5	47,5	102,83	0,36018	198,96	0,6713	0,826711386	0,04235614
28	23,8	46,6	99,901	0,35034	195,2	0,65955	0,819564843	0,040024841	58	24,6	47,6	103,25	0,36159	199,38	0,6726	0,826711386	0,042633458
29	23,8	46,3	99,901	0,35034	193,95	0,65562	0,808814929	0,039182731	59	24,6	47,6	103,25	0,36159	199,38	0,6726	0,826711386	0,042633458
30	23,8	46,5	99,901	0,35034	194,78	0,65824	0,815952872	0,039715471	60	24,6	47,6	103,25	0,36159	199,38	0,6726	0,826711386	0,042633458

EK-36. 30 lt/h 1000 W Isıtıcı gücünde CHCl₃+CuO çalışma akışkanı sistemde hesaplanan değerler

Zaman	T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi		T ₁	T ₂	h ₁	s ₁	h ₂	s ₂	Enerji Verim	Ekserji Verimi
1	19,8	24	83,169	0,29361	100,74	0,35315	0,174671525	0,00	31	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
2	19,8	29,9	83,169	0,29361	125,4	0,43535	0,419814078	0,006759006	32	20,5	40,7	86,098	0,30359	170,54	0,5817	0,839429338	0,02896831
3	19,8	34	83,169	0,29361	142,54	0,49151	0,590201076	0,013485972	33	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
4	19,8	36,4	83,169	0,29361	152,57	0,52404	0,689908286	0,018395091	34	20,4	40,6	85,68	0,30217	170,12	0,58037	0,839409456	0,028686152
5	19,9	37,9	83,588	0,29504	158,84	0,54424	0,748072482	0,021860234	35	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
6	19,9	38,7	83,588	0,29504	162,18	0,55498	0,781275083	0,023764602	36	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
7	20	39,2	84,006	0,29646	164,27	0,56168	0,797896265	0,024998944	37	20,6	40,7	86,516	0,30502	170,54	0,5817	0,835274043	0,028980283
8	20	39,5	84,006	0,29646	165,53	0,56569	0,810421797	0,025838636	38	20,6	40,7	86,516	0,30502	170,54	0,5817	0,835274043	0,028980283
9	20	39,9	84,006	0,29646	167,2	0,57103	0,827023097	0,026878246	39	20,5	40,5	86,098	0,30359	169,7	0,57903	0,831078983	0,028398801
10	20,1	40	84,424	0,29789	167,62	0,57237	0,827042979	0,027160403	40	20,6	40,8	86,516	0,30502	170,96	0,58303	0,83944922	0,029279609
11	20,2	40,1	84,843	0,29932	168,03	0,5737	0,826953511	0,027362353	41	20,6	40,7	86,516	0,30502	170,54	0,5817	0,835274043	0,028980283
12	20,2	40,1	84,843	0,29932	168,03	0,5737	0,826953511	0,027362353	42	20,6	40,9	86,516	0,30502	171,38	0,58436	0,843624397	0,029578934
13	20,2	40,3	84,843	0,29932	168,87	0,57637	0,835303865	0,027931862	43	20,6	41	86,516	0,30502	171,79	0,58569	0,847700165	0,029778851
14	20,2	40,2	84,843	0,29932	168,45	0,57503	0,831128688	0,027661678	44	20,4	40,5	85,68	0,30217	169,7	0,57903	0,835234279	0,028415968
15	20,2	40,4	84,843	0,29932	169,29	0,5777	0,839479043	0,028231187	45	20,4	40,6	85,68	0,30217	170,12	0,58037	0,839409456	0,028686152
16	20,3	40,4	85,261	0,30074	169,29	0,5777	0,835323747	0,028214019	46	20,5	40,7	86,098	0,30359	170,54	0,5817	0,839429338	0,02896831
17	20,3	40,5	85,261	0,30074	169,7	0,57903	0,839399515	0,028413936	47	20,5	40,6	86,516	0,30502	170,12	0,58037	0,831098865	0,028680958
18	20,3	40,5	85,261	0,30074	169,7	0,57903	0,839399515	0,028413936	48	20,6	40,6	86,935	0,30644	170,12	0,58037	0,826933629	0,028653849
19	20,3	40,6	85,261	0,30074	170,12	0,58037	0,843574693	0,028684119	49	20,7	40,6	86,516	0,30502	170,12	0,58037	0,831098865	0,028680958
20	20,4	40,5	85,68	0,30217	169,7	0,57903	0,835234279	0,028415968	50	20,6	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
21	20,4	40,5	85,68	0,30217	169,7	0,57903	0,835234279	0,028415968	51	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,54	0,5817	0,839429338	0,02896831
22	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984	52	20,5	40,7	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
23	20,4	40,5	85,68	0,30217	169,7	0,57903	0,835234279	0,028415968	53	20,5	40,6	85,68	0,30217	170,12	0,58037	0,839409456	0,028686152
24	20,4	40,5	85,68	0,30217	169,7	0,57903	0,835234279	0,028415968	54	20,4	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
25	20,4	40,6	85,68	0,30217	170,12	0,58037	0,839409456	0,028686152	55	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984
26	20,5	40,7	86,098	0,30359	170,54	0,5817	0,839429338	0,02896831	56	20,5	40,6	86,516	0,30502	170,54	0,5817	0,835274043	0,028980283
27	20,5	40,6	86,098	0,30359	170,12	0,58037	0,835254161	0,028668984	57	20,6	40,7	86,516	0,30502	170,54	0,5817	0,835274043	0,028980283
28	20,6	40,6	86,516	0,30502	170,12	0,58037	0,831098865	0,028680958	58	20,6	40,7	86,098	0,30359	169,7	0,57903	0,831078983	0,028398801
29	20,7	40,6	86,935	0,30644	170,12	0,58037	0,826933629	0,028653849	59	20,5	40,5	86,516	0,30502	170,96	0,58303	0,83944922	0,029279609
30	20,6	40,6	86,516	0,30502	170,12	0,58037	0,831098865	0,028680958	60	20,6	40,7	86,098	0,30359	169,7	0,57903	0,831078983	0,028398801

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇAKIN, Zeynep
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 19.02.1994 Uşak
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (536) 957 13 91
e-mail : zeynepcakin7@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi /Makine Mühendisliği Bölümü	Devam
Lisans	Uşak Üniversitesi / Makine Mühendisliği Bölümü	2016
Lise	Uşak Orhan Deniz AnadoluLisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016	Uşak / Metromekanik	Şantiye Şefi
2016	Uşak /Coşkunlar Torna Ömer Coşkun ve ort.	İmalat Mühendisi
2017	Uşak/ Karun Yapı Denetim Ltd. Şti.	Proje ve Uyg. Kontrol Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayımlar

Abdullah Yıldız, M. Ali Ersöz, Zeynep Çakın, 2019, “Kloroform Kullanılan Termosifon Isı Borusunun Enerji Performansı”, *4th International Mediterranean Science and Engineering Congress (IMSEC 2019)*, April 25-27.

Hobiler

Dergi, gazete. yayın, kitap okumak, yürüyüş yapmak, halk oyunları