

International Conference on
Multidisciplinary, Engineering,
Science, Education and Technology
(IMESET'17 Bitlis) Hosted by Bitlis
Eren University October 27-29, 2017,
Bitlis, Turkey

Imeset'17 Bitlis Full Paper Proceedings

e - ISBN: 978-605-82480-3-8

Bitlis, Turkey 2017



IMESET'17

*International Conference on Multidisciplinary, Science, Engineering and
Technology (IMESET'17 Bitlis)
Oct 27-29, 2017, Bitlis*



IMESET'17 BİTLİS

*International Conference on Multidisciplinary, Engineering, Science,
Education and Technology (IMESET'17 Bitlis)*

*Hosted by Bitlis Eren University
October 27-29, 2017, Bitlis, Turkey*

FULL PAPER PROCEEDINGS



**II. INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIDISCIPLINARY,
ENGINEERING, SCIENCE, EDUCATION AND TECHNOLOGY
(IMESET'17 BİTLİS)**

Hosted by Bitlis Eren University

October 27 -29, 2017, Bitlis, Turkey

e - ISBN: 978-605-82480-3-8

EDITORS

Prof. Dr. Mehmet DEMİRTAŞ
Assoc. Prof. Dr. Koray KÖKSAL
Assoc. Prof. Dr. Murat AYGÜN
Assist. Prof. Dr. İhsan ALACABEY
Assist. Prof. Dr. Mehmet AKYÜZ
Assist. Prof. Dr. Nusret BOZKURT
Assist. Prof. Dr. Ökkeş ÖZTÜRK
Assist. Prof. Dr. Şahin KIZILTAŞ

PUBLISHING COORDINATOR

Şakir PARLAKYILDIZ

All papers have been peer reviewed.

COMMITTEES

Honorary PRESIDENT

Prof. Dr. Erdal Necip Yardım (Rector, Bitlis Eren University)

CONFERENCE CHAIR

Prof. Dr. Mehmet Demirtaş (Vice Rector of Bitlis Eren University, Turkey)

CONFERENCE TECHNICAL PROGRAM CHAIR

Prof. Dr. Sabir Rüstemli (Vice Rector of Bitlis Eren University, Turkey)

ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Ahmet Beyarslan (Bitlis Eren University, Turkey)

Prof. Dr. Asem Nauşabayeva Hekimoğlu (Bitlis Eren University, Turkey)

Prof. Dr. Aydın Büyüksaraç (Bitlis Eren University, Turkey)

Prof. Dr. İsa Yüceer (Bitlis Eren University, Turkey)

Prof. Dr. Sezai Yalçın (Bitlis Eren University, Turkey)

ORGINIZING COMMITTEE

Assoc. Prof. Dr. Koray Köksal (Bitlis Eren University, Turkey)

Assoc. Prof. Dr. Murat Aygün (Bitlis Eren University, Turkey)

Assist. Prof. Dr. İhsan Alacabey (Mardin Artuklu University, Turkey)

Assist. Prof. Dr. Mehmet Akyüz (Bitlis Eren University, Turkey)

Assist. Prof. Dr. Nusret Bozkurt (Bitlis Eren University, Turkey)

Assist. Prof. Dr. Ökkeş Öztürk (Bitlis Eren University, Turkey)

Assist. Prof. Dr. Şahin Kızıldaş (Bitlis Eren University, Turkey)

Lect. Hatice Öntürk (Bitlis Eren University, Turkey)

Lect. Şakir Parlakyıldız (Bitlis Eren University, Turkey)

Lect. Yılmaz Yurci (Bitlis Eren University, Turkey)

Lect. Zeki İlcihan (Bitlis Eren University, Turkey)

KEYNOTE SPEAKERS

Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ
Istanbul Ticaret University, Turkey

Prof. Dr. Subhan NAMAZOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. İslam İSLAMOV
Azerbaijan Technical University, Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Mirvari AGAYEVA
Baku State University, Azerbaijan

Assist. Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ
Gazi University, Turkey

Dr. Abdollah Esmaili
National Iran Oil Compnay, Iran

SCIENTIFIC BOARD

- Assist. Prof. Dr. Abdullah Eren (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Abdülrezzak Bakış (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Abdurrahman Dünder (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman Ekinci (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Prof. Dr. Adam Flizikowski (UTP University of Technology, Poland)
- Assoc. Prof. Dr. Ahmet Regaip Oğuz (Yüzüncü Yıl University, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Ahmet Ufuk Kömüroğlu (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Akif Akto (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Prof. Dr. Ali Çoban (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Ali Rıza Kul (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Prof. Dr. Arif Mammadov (Azerbaijan Technical State University, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Atilla Ergüzen (Kırıkkale University, Turkey)
- Dr. Aydın Yıldız (Ministry of Food and Agriculture, Turkey)
- Assoc. Ayşe Dilek Özşahin (Bitlis Eren University, Turkey)
- Prof. Dr. Aytekin Afandiyeva (Baku State University, Azerbaijan)
- Assoc. Prof. Dr. Bahar Burtan Doğan (Dicle University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Bahattin Bulduk (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Barış Sabuncuoğlu (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Behçet Kocaman (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Cezmi Kayan (Dicle University , Turkey)
- Dr. Chao Xu (University of Southampton, U.K)
- Prof. Dr. Elchin Rzayev (Azerbaijan Technical State University, Azerbaijan)
- Dr. Ercan Çınar (Batman University, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Ercan Işık (Bitlis Eren University , Turkey)
- Prof. Dr. Erkki Levanen (Tampere University of Technology, Finland)
- Assoc. Prof. Dr. Ertuğrul Çam (Kırıkkale University, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Fahreddin Özbey (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Farhad Mirzayev (Baku State University, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Fatih Ünal (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Faysal Özdaş (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Dr. Ferat Kaya (Dicle University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Gül Gün (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Günel Paşayeva (Sumgayıt State University)
- Dr. Habib Ghanbarpourasl (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Halil Murat Ünver (Kırıkkale University, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Halil Yetgin (Bitlis Eren University , Turkey)
- Prof. Dr. Hanim Aliyeva (Azerbaijan National Conservatory, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Hasan Taşkıran (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Hasan Umut Akın (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Hayri Yaman (Kırıkkale University, Turkey)
- Dr. Hossein Khoshbaten (Sarab University , Iran)
- Assist. Prof. Dr. Hüseyin Alkan (Dicle University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Islam Islamov (Azerbaijan Technical State University, Azerbaijan)
- Dr. İbrahim Dolak (Dicle University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Erhan AKın (Siirt University , Turkey)

- Assist. Prof. Dr. İbrahim Mahariq (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. İbrahim Teğin (Siirt University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. İhsan Alacabey (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Prof. Dr. Ilya Potapov (Tampere University of Technology, Finland)
- Assoc. Prof. Dr. İsa Sıdır (Bitlis Eren University , Turkey)
- Dr. İsmail Yener (Dicle University , Turkey)
- Dr. Jari Mustajarvi (Hamk University of Applied Sciences, Finland)
- Prof. Dr. Jarmo Harju (Tampere University of Technology, Finland)
- Javad Rahebi (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Prof. Dr. Joni Kamarainen (Tampere University of Technology, Finland)
- Prof. Dr. Jukka Pekkanen (Tampere University of Technology, Finland)
- Dr. Kazimierz Bieliński (UTP University of Technology, Poland)
- Assist. Prof. Dr. Kerim Youde Han (Cankaya University , Turkey)
- Prof. Dr. Lassi Paunonen (Tampere University of Technology, Finland)
- Dr. Łukasz Zabłudowski (UTP University of Technology, Poland)
- Dr. Łukasz Saganowski (UTP University of Technology, Poland)
- Assist. Prof. Dr. M. Cevat Yıldırım (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. M. Fırat Baran (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. M. Şakir Ece (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Prof. Dr. Mats Berg (University of KTH, Sweden)
- Assist. Prof. Dr. Mehmet Ali Akın (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Mehmet Bakır Şengül (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Cihan Aydın (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Metin Işık (Bitlis Eren University , Turkey)
- Prof. Dr. Minna Lanz (Tampere University of Technology, Finland)
- Assoc. Prof. Dr. Mirvari Ağayeva (Baku State University, Azerbaijan)
- Assoc. Prof. Dr. Mohammed El-Hajjar (University of Southampton, U.K)
- Assist. Prof. Dr. Murat Lüy (Kırıkkale University, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Musa Çibuk (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Mürşet Çakmak (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. M. Cevat Yıldırım (Mardin Artuklu University)
- Assist. Prof. Dr. M. Halil Sağlam (Siirt University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Nazlı Hasanova (Baku State University, Azerbaijan)
- Prof. Dr. Nihat Mert (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Nilgün Ferhatosmanoğlu (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Prof. Dr. Pertti Jarventausto (Tampere University of Technology, Finland)
- Assoc. Prof. Dr. Qurban Qasimov (Baku State University, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Piotr Kiedrowski (UTP University of Technology, Poland)
- Dr. Piotr Boniewicz (UTP University of Technology, Poland)
- Assoc. Prof. Dr. Rafik Kuliyeve (Baku State University, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Rafael Hamidov (Baku State University, Azerbaijan)
- Assist. Prof. Dr. Ramiz İskendertov (Azerbaijan Technical State University, Azerbaijan)
- Assoc. Prof. Dr. Raziye Mert (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Ryzsard Zamorski (UTP University of Technology, Poland)
- Dr. Salih Çibuk (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Sema Kaptanoğlu (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Serhat Berat Efe (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Shadi El Shehabi (Turkish Aeronautical Association, Turkey)

- Prof. Dr. Sibel Derviş (Mardin Artuklu, Turkey)
- Dr. Sławomir Bujnowski (UTP University of Technology, Poland)
- Dr. Sławomir Cieślík (UTP University of Technology, Poland)
- Assist. Prof. Dr. Sudantha Balage (University of Turkish Aeronautical Association, Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Şehnaz Altunakar (Dicle University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Tahirhan Aydın (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Prof. Dr. Tapio Niemi (Tampere University of Technology, Finland)
- Dr. Tomasz Marciniak (UTP University of Technology, Poland)
- Dr. Toni Laitinen (Hamk University of Applied Sciences, Finland)
- Assoc. Prof. Dr. Valeh Hacıyev (Baku State University, Azerbaijan)
- Prof. Dr. Ville Santala (Tampere University of Technology, Finland)
- Assist. Prof. Dr. Yakup Şahin (Bitlis Eren University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Yasin Rustamov (Azerbaijan Scientific-Research Institute of Hydraulic, Azerbaijan)
- Prof. Dr. Yeter Değer (Yüzüncü Yıl University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Yılmaz Akdemir (Siirt University , Turkey)
- Assist. Prof. Dr. Yuriy Alyeksyeyenkov (Turkish Aeronautical Association University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Yusuf Doğan (Mardin Artuklu University , Turkey)
- Assoc. Prof. Dr. Zafar Cafarov (Azerbaijan Technical State University, Azerbaijan)

Yatay Tip Mısır Kurutma Tesisinde Enerji Ve Ekserji Analizi

Fatih ÜNAL

Mardin Artuklu Üniversitesi, Makine Programı, Mardin, 47100

Hüsamettin BULUT

Harran Üniversitesi, Makine Mühendisliği, Şanlıurfa, 63100

Ahmet KAHRAMAN

Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, 63100

ÖZET

Bu çalışmada Mardin ilinde hayvan yemi olarak kullanılan mısırın kurutma işleminin yapıldığı yatay tip mısır kurutma makinesinin enerji ve ekserji analizi yapılmıştır. Değerlendirilmesi yapılan kurutma makinesinde yüksek nemdeki mısır kurutularak saklama nemi olan %14 bağıl nem içeriğinin altında bir değere indirilmiştir. Kurutma sürecinde, sistemde belirlenen 6 düğüm noktasının sıcaklık, bağıl nem ve hava hızı gibi termodinamik özellikleri ölçülmüştür. Analizlerde kurutma havasının 85°C, 90°C ve 100°C' deki kurutma odasına giriş sıcaklıkları için ölçümler yapılmıştır. Belirlenen düğüm noktalarında elde edilen verilere bağlı olarak yapılan enerji ve ekserji analizi sonucunda kurutma havasının giriş sıcaklığının yakıt sarfıyatı, enerji verimliliği ve ekserji verimliliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, giriş havasının sıcaklığının artması yakıt sarfıyatı ve ekserji verimliliğini artırırken, enerji verimliliğini düşürdüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır Kurutma, Kurutma, Tahıl Kurutma, Enerji Ve Ekserji Analizi

Energy And Exergy Analysis In Horizontal Type Corn Drying Plant

ABSTRACT

In this study, the energy and exergy analysis of the horizontal type corn drying machine where the corn drying process used as animal feed in Mardin province was made. In the evaluating dryer, high moisture corn was dried to reduce the storage moisture content below 14% relative humidity. In the drying process, thermodynamic properties such as temperature, relative humidity and air velocity of 6 nodal points determined in the system are measured. In the analyzes, measurements were made for the inlet temperatures of drying air at 85 ° C, 90 ° C and 100 ° C in the drying chamber. Energy and exergy analysis based on the results obtained at the specified node points evaluated the effects of the inlet temperature of the drying air on fuel consumption, energy efficiency and exergy efficiency. As a result, it has been found that while the increase in inlet air temperature increases fuel consumption and exergy efficiency, it reduces energy efficiency.

Keywords: Drying, Energy and Exergy analysis, Corn Drying, Cereal Dryin

GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu bölgesinde sulu tarıma geçilmesiyle birlikte bölgede 2. Ürün olarak mısır ekimi yapılmaya başlanmıştır. Genellikle hayvan yemi olarak kullanılan mısır çeşitlerin ekimi bölgede yapılmaktadır. Artan üretim beraberinde depolama ve kurutma ihtiyacı oluşturmuştur. İhtiyacın karşılanması için Mardin ilinde 100'ün üstünde mısır kurutma fabrikası kurulmuştur. Yapılan araştırmada çalışmanın yapılacağı fabrikadaki kurulu yatay tip mısır kurutma sisteminin Mardin ili içerisinde 33 tane fabrikada kurulu olması çalışmayı daha da önemli bir araştırma konusu haline getirmiştir.

Son yıllarda artan enerji ihtiyacı ve enerji birim fiyatlarındaki artışlar enerji tasarrufunun önemini artırmıştır. Bu çalışmamızın amacı yurt içinde 100'ün üstünde yurt dışında da 58 adet tesiste kurulu olan mısır kurutma makinesinin termodinamik özellikleri belirlenerek, enerji ve ekserji analiz yöntemleri ile performans analizi yapılarak termodinamik parametrelerin enerji verimliliği ve ekserji verimliliği üzerindeki etkilerini belirlemektir.

Kurutma prosesine sabit hava debisinde farklı sıcaklıklarda kurutma havası gönderilerek ürün kurutma işlemi yapılmıştır. Yapılan enerji ve ekserji analizinin sonucunda kurutma havasının giriş sıcaklığının yakıt sarfiyatı, enerji verimliliği ve ekserji verimliliği üzerindeki etkileri tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışma ile mevcut sistemde nerelere iyileştirmeler yapılabileceğimiz hususunda bizlere yol gösterme açısından gerekli olan alt yapıyı sağlamıştır.

Enerji ve ekserji metotları ısıl proseslerde kullanılan metotlardır. Termodinamiğin birinci yasa analizi, ısı ve iş arasındaki farkı önemsemeden tüketilen enerji miktarını hesaplayan bir analiz olup mühendislik sistemlerinin dizayn ve analizlerinde yeterli değildir[1]. Bu nedenle, ikinci yasa olarak bilinen ekserji metodu ile termodinamikte önemli bir yeri olan tersinmezliklerden kaynaklanan ekserji kayıpları hesaplanabilir [2]. Böylece bir sistem için enerji yerine ekserji hesapları da yapıldığında enerji kaliteleri arasındaki fark da dikkate alınmış olur. Bu nedenle ekserjiye dayalı sistem değerlendirmeleri daha uygun bir yaklaşım olmaktadır.

Kuzgunkaya ve Hepbaslı [3], tepsili bir kurutucu kabinde toprak kaynaklı bir ısı pompası ile üretilen sıcak hava, defneyaprağını kurutma işlemini gerçekleştirmişlerdir. Kurutma havasının giriş sıcaklıkları 40°C, 45°C, ve 50°C belli bir periyotta artırılarak kurutma işlemi yapılmıştır, Kurutma kabine giriş sıcaklığın artışı ile ekserji verimliliği, kayıpları ve geliştirme potansiyelinin attırdığı belirlenmiştir. Kuzgunkaya ve Hepbaslı [4], Aynı kurutma sisteminde düğüm noktaları belirlendikten sonra sistemin enerji verimliliği ayrı bir çalışmada tespit edilmiştir. Bu çalışmanın neticesinde kurutma işleminde kullanılan ısı pompası ünitesinin ekserji verimliliği %21,1, toprak kaynaklı ısı pompasının verimliliği %20,5 ve tüm kurutma sistemin için hesaplanan verimin %15,5 olduğu tespit edilmiştir. Syahrul ve ark. [5], akışkan yataklı kurutucuda yapılacak kurutma işlemlerinin termodinamik analizini ve bu analizin modellemesini yapmışlardır. Modellemenin ile deneysel verilerin birbiri ile olan uyumunu irdelemek maksadı ile buğday ve mısır için kurutma verilerini incelemişlerdir. Çalışmalar sonucunda, kurutma işleminin başlamasından sonra belli bir süre enerji ve ekserji verimlilikleri daha yüksek olmasına rağmen, belirli bir süre sonra verimliliğin azaldığı ve ekserji verimliliğinin enerji verimliliğine göre daha düşük değerlerde seyrettiği tespit edilmiştir. Deneysel çalışmalarda buğday ve mısır kurutulması için değişen sıcaklık, hava hızı, nem içeriği gibi özelliklerin kurutma işlemine olan etkileri irdelenmiştir, sonuç olarak mısırın sadece sıcaklıktan etkilenmemesine aynı zamanda nem içeriğine de bağlı olması ile açıklamışlardır. Akpınar ve ark. [6], dilimlenmiş kırmızı biberlerin ve çilek numunelerinin tepsili tip bir kurutucuda kurutulma işleminin enerji ve ekserji analizini yapmışlardır. Analiz neticesinde kurutma odasında zamanla ekserjinin değişimi gözlemlemiş, kurutma odasını ekserji verimlilikleri ve kurutma odasında meydana gelen kayıplar hesaplanmıştır. Erbay ve Hepbaşlı [7], toprak kaynaklı ısı pompası ile kurutma havasını üretildiği bir kurutma sisteminin ekserji kayıplarının fazla olduğu kondenser, evaporatör ve kompresöre iyileştirme işleminin ekserji ve enerji verimliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Yapılan analiz sonucunda enerji ve ekserji verimliliğinin sırayla %77,05 ve %93,5 gibi değerlere çıktığını tespit etmişlerdir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmanın yapıldığı yatay tip mısır kurutma tesisi Mardin'de Kurulu olup, yakıt olarak lng kullanılmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi ısıtıcı grubu, kurutma prosesi ve taşıma grubu olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Fan ve brülörden oluşan ısıtma grubunda ısıtılan hava kurutma prosesine gönderilir, helezon sistemi tarafından akış bölmelerine aktarılan ürün kurutma havası ile temas ederek nemini havaya bırakır. Nemli hava delikli yan saclardan dışarı atılırken, kurumuş ürün ise makara sistemi ile kuru ürün havuzuna taşınır.

Genellikle iki bölümden meydana gelen makinede iki bölümde ısıtma yapılmasının yanı sıra üst bölümde ısıtma alt bölümde soğutma da yapılabilmektedir. Fan ısıtıcı grubu tarafından ısıtılan hava kurutma hacmine gönderilir. Kurutma odasına gelen hava delikli krom yan saclardaki bölmelerden akan mısırın nemini alarak dışarıya atılır. Merdaneler altındaki döner helezon üzerinde kurumuş ürün toplanarak kontrollü bir şekilde alınmaktadır. Nem ölçümü yapılarak sistemin hızı istenilen değerlere göre ayarlanır.



Şekil 1: Yatay Tip Mısır Kurutma Makinesi

Sistemde 6 adet düğüm noktası belirlenmiştir. Şekil 2'de bu noktalar belirtilmiştir. Düğüm noktalarında sıcaklık, bağıl nem, izafi nem ve hava akış debisi gibi termodinamik özellikler belirlenmiştir. Belirlenen düğüm notlarının termodinamik özellikleri tek tek ve akış şemasına uygun olarak bulunmuştur.



Şekil 2: Sistemin Düğüm Noktaları

Mısır kurutma tesisinde yapılan analizlerde, sürekli akış kabulü yapılmış ve basitçe sistemin enerji değişimi, kurutma havasının nemi ve entalpisi ile ilgili denklemlerle belirlenmeye çalışılmıştır. Isıtıcının giriş ve çıkış sıcaklıklarını kullanarak, ısıtıcıdan kazanılan faydalı enerji hesaplanmıştır. Analizi kapsamında, kurutma odası giriş ve çıkışındaki toplam enerji ve ekserji kayıpları hesaplanmıştır. Sistem üzerinde belirlenen düğüm noktalarının giriş ve çıkış koşulları için hesaplanan enerji ve ekserji değerleri kullanılarak enerji ve ekserji verimliliği tespit edilmiştir. Termodinamiğin I. ve II. Yasasına bağlı olarak Tablo1'de verilen eşitlikler yardımıyla sisteme enerji ve ekserji analizi yapılmıştır.

Tablo 1. Kullanılan eşitliler ve kabuller

NUMA RA	AÇIKLAMA	DENKLEM
1	Kuru hava için kütlenin korunumu	$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_\zeta$
2	Nem için kütlenin korunumu	$\sum (\dot{m}_{hg} \cdot w_g + \dot{m}_{mn}) = \sum \dot{m}_{hg} \cdot w_\zeta$
3	Enerjinin korunumu	$\dot{Q} - \dot{W} = \sum \dot{m}_\zeta \left(h_\zeta + \frac{v_\zeta^2}{2} \right) - \sum \dot{m}_g \left(h_g + \frac{v_g^2}{2} \right)$
4	Isıtıcıdan kazanılan faydalı enerji	$\dot{Q} = \dot{m}_{kh} c_{p_{kh}} (T_{fg} - T_{f_\zeta})$
5	Nem alma esnasında kullanılan ısı enerjisi	$\dot{Q}_{ko} = \dot{m}_{kh} (h_{kog@T} - h_{ko\zeta@T})$
6	Toplam ekserji ifadesi	$\dot{E}x = \dot{m}_{kh} c_{p_{kh}} \left[(T - T_\infty) - T_\infty \ln \frac{T}{T_\infty} \right]$
7	Kurutma odası girişindeki havanın ekserjisi	$\dot{E}x_{kog} = \dot{m}_{kh} c_{p_{kh}} \left[(T_{kog} - T_\infty) - T_\infty \ln \frac{T_{kog}}{T_\infty} \right]$
8	Kurutma odası çıkışındaki havanın ekserjisi	$\dot{E}x_{ko\zeta} = \dot{m}_{kh} c_{p_{kh}} \left[(T_{ko\zeta} - T_\infty) - T_\infty \ln \frac{T_{ko\zeta}}{T_\infty} \right]$
9	Ekserji dengesi	$\sum \left(1 - \frac{T_\infty}{T_k} \right) \dot{Q}_k - \dot{W} + \sum_g \dot{E}x - \sum_\zeta \dot{E}x - \dot{E}x_k$
10	Ekserji yok olumunu (tersinmezliği)	$\sum \dot{E}x_{ky} = \sum \dot{E}x_{kog} - \sum \dot{E}x_{ko\zeta}$
11	Ekserji verimi	$\eta_{II} = 1 - \frac{\dot{E}x_{ky}}{\dot{E}x_{kog}}$

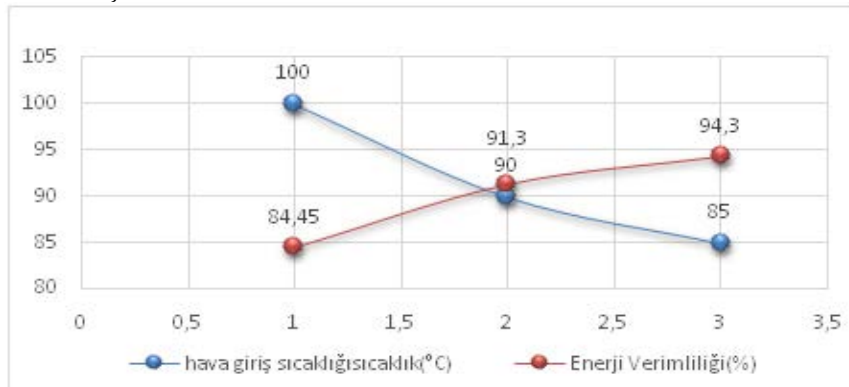
Analiz için gerekli olan termodinamik özellikler düğüm noktalarına yerleştirilen ölçüm cihazları ile tespit edilmiştir. Ölçüm verileri Tablo 2’de gösterilmiştir. Yakın değerlerde seyreden bazı ölçüm değerleri sabit kabul edilmiştir.

Tablo 2. Mısır Kurutma Tesisinden Elde Edilen Deney Verileri

ÖLÇÜLEN DEĞER	Deney1(100°C)	Deney2(90°C)	Deney3(85°C)
ÇEVRE SICAKLIĞI	20°C	21°C	22°C
BAĞIL NEM	%48	%49	%51
MISIR GİRİŞ NEM	%25,3	%25,6	%27,6
MISIR ÇIKIŞ NEM	%13,9	%14,1	%14,4
MISIR GİRİŞ SICAKLIĞI	23,5°C	24,8°C	24,3°C
MISIR ÇIKIŞ SICAKLIĞI	56,3°C	53,6°C	51,8°C
HAVA DEBİSİ	50000 m ³ /h	50000 m ³ /h	50000 m ³ /h
KURU HAVANIN GİRİŞ SICAKLIĞI	100°C	90°C	85°C
KURUTMA ODASI ÇIKIŞ SICAKLIĞI	76,2°C	68,3°C	64,2°C
YAKIT SARFIYATI	130 m ³ LNG	125 m ³ LNG	123 m ³ LNG
KURUTULAN ÜRÜN MİKTARI	20000kg	20000kg	20000kg
DENEY SÜRESİ	48 Dakika	57 Dakika	63 Dakika

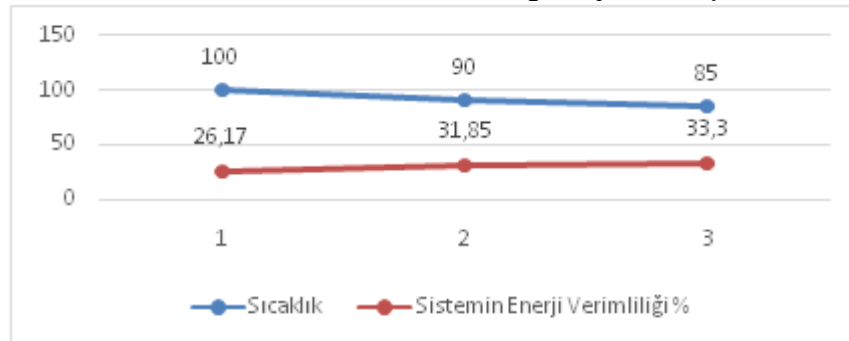
BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan deneysel analizler sonucunda Mısır kurutma tesisi ısıtıcısına ve sistemine ait elde edilen bulgular aşağıda incelenmiştir.



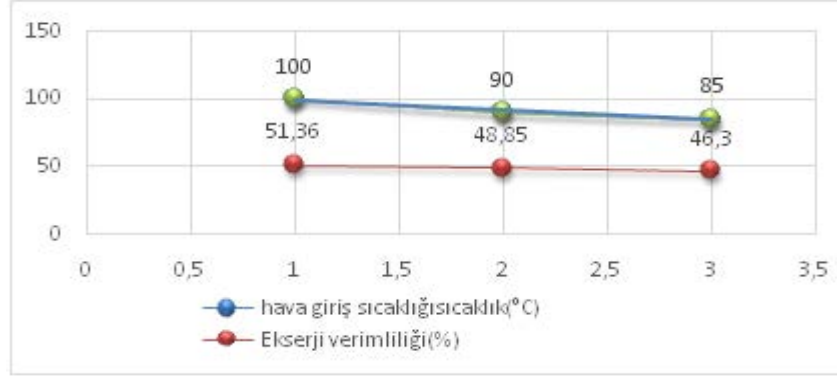
Şekil 3: Isıtıcının Enerji Verimliliğinin Çıkış Sıcaklığı Değişimi

Şekil 3'te görüldüğü gibi yapılan inceleme neticesinde kurutma havasının ısıtıcıdan çıkış sıcaklığı azaldıkça ters orantılı olarak ısıtıcının veriminin artmakta olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4: Kurutma Hava Sıcaklığı İle Sistemin Enerji Verimliliğinin Değişimi

Yapılan inceleme neticesinde kurutma odasına kurutma havasının giriş sıcaklığının azalması ile sistemin enerji veriminin buna ters orantılı olarak artma eğilimi gösterdiği Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 5: Hava Giriş Sıcaklığı İle Ekserji Veriminin Değişimi

Yapılan inceleme neticesinde kurutma havasının kurutma odasına giriş sıcaklığının azalması ile ekserji veriminde azalmakta olduğu Şekil 5'te açık bir şekilde görülmektedir.

Yapılan deneysel ölçümler neticesinde hava giriş sıcaklığının azalması ile yakıt sarfiyatının azaldığı belirlenmiştir. 85°C, 90°C ve 100°C sıcaklıklardaki hava girişi için verilere bağlı olarak yapılan analizde sıcaklığın azalması ile enerji verimliliğinin arttığı bunun aksine ekserji verimliliğinin azaldığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarından sistemin enerji veriminin düşük olduğu ve geliştirmeye açık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mısır için literatürde en ideal sıcaklık 80°C olarak belirtilmesine rağmen bölgedeki tesislerde en çok kullanılan sıcaklık 100°C olarak belirlenmiştir. Bu uygulamanın da her ne kadar kuruma süresini kısaltsa da enerji verimliliğinin düşüşüne neden olduğu belirlenmiştir. Ancak ekserji verimliliği açısından ise daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir.

REFERANSLAR

- [1] TALBİ, M.M. AND AGNEW, B., 2000, Exergy Analysis: An Absorption Refrigerator Using Lithium Bromide And Water As The Working Fluids, Applied Thermal Engineering, 20, 619-630
- [2] SÖZEN, A., 2001, Effect Of Heat Exchangers Of Performance On Absorption Refrigeration System, Energy Conversion And Management, 42, 1699-1716.
- [3] KUZGUNKAYA E.H., HEPBASLI A. (2007a). Exergetic Evaluation of Drying of Laurel Leaves in a Vertical Ground-Source Heat Pump Drying Cabinet, International Journal of Energy Research, 31: 248-258.
- [4] KUZGUNKAYA E. H, HEPBASLI A (2007b). Exergetic Performance Assesment of a Ground-Source Heat Pump Drying System, International Journal of Energy Research, 31: 760-777.
- [5] SYAHRUL S, DINCER I, HAMDULLAHPUR F. (2003). Thermodynamic Modelling of Fluidized Bed Drying of Moist Particles, International Journal of Thermal Sciences, 42: 691-701.
- [6] AKPINAR E. K. (2006), The First And Second Law Analyses Of Thermodynamic Of Pumpkin Drying Process, Journal of Food Engineering, 72:320-331.
- [7] ERBAY Z. AND HEPBASLI A.(2014), Application Of Conventional And Advanced Exergy Analyses To Evaluate The Performance Of A Ground-Source Heat Pump (Gshp) Dryer Used İn Food Drying, Energy Conversion and Management, 78: 499-507.