



**Bu bir MMO
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BİR ZEYTİNYAĞI RAFİNASYON TESİSİNİN ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ

ELİF BOZOĞLAN
EGE ÜNİVERSİTESİ

ARİF HEPBAŞLI
YAŞAR ÜNİVERSİTESİ

HÜSEYİN GÜNERHAN
EGE ÜNİVERSİTESİ



BİR ZEYTİNYAĞI RAFİNASYON TESİSİNİN ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ

Elif BOZOĞLAN
Arif HEPBAŞLI
Hüseyin GÜNERHAN

ÖZET

Giderek tükenmekte olan enerji kaynaklarına karşın, global düzeyde artan enerji talebi, enerji verimliliği kavramını mühendisliğin en önemli konu başlıklarından biri haline getirmiştir. Bu nedenle, endüstriyel firmalarda enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalar da hayati önem kazanmıştır. Bu çalışmada, İzmir’de faaliyet gösteren bir zeytinyağı fiziksel rafinasyon tesisinin enerji ve ekserji analizleri üzerine bazı bilgiler verilecektir. İncelenen sistem, plakalı ısı değiştiricileri, gövde-boru tipi bir ekonomizer, flaş tankları, bir karıştırma tankı, filtreler, distilasyon kolonları, bir pompa grubu ve bir yüksek basınçlı buhar jeneratöründen oluşmaktadır. Sistemde yer alan her bir bileşenin giriş ve çıkış akımlarının termodinamik özellikleri, öncelikle Mühendislik Denklem Çözücü (EES) programı ile belirlenecektir. Daha sonra, bileşenlerin verim ve ekserji yok oluşu değerleri EES programı üzerinde yazılacak yazılım ile hesaplanacaktır. Son olarak, elde edilen sonuçlar sunulacaktır. Sistemdeki en verimli bileşenin gövde-boru tipi ısı değiştirici iken en yüksek ekserji yok oluşu değerine sahip bileşenin distilasyon ünitesi olduğu sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelime: Enerji, Ekserji, Verim, Zeytinyağı rafinasyon tesisi.

ABSTRACT

Since the energy sources are diminished increasingly, the concept of energy efficiency in engineering has become one of the most important topics due to the growing global energy demand. Therefore, efforts made towards increasing the energy efficiency in industrial companies have also been crucial. In this study, some information about energy and exergy analyses of a physical olive oil refining plant located in İzmir will be given. The system investigated consists of plate heat exchangers, a shell-and-tube type economizer, flash tanks, a mixing tank, filters, distillation columns, a pump group and a steam generator. In this system, thermodynamic properties of the all input and output flows for the each component are determined using an Engineering Equation Solver (EES) software package first. The exergy efficiency and the exergy destruction values of each component are then calculated through the EES program. It may be concluded that the most efficient component in the system is the shell-and-tube type heat exchanger while the distillation unit has the highest exergy destruction value.

Key Words: Energy, Exergy, Efficiency, Olive oil refining plant.

1. GİRİŞ

Enerji, çağımız için vazgeçilmez bir uygarlık aracı olup gelişmekte olan ve gelişmişlik düzeyi yüksek ülkelerin en önemli ihtiyaçlarının başında gelmektedir. Dünya üzerindeki enerji tüketimi güç geçtikçe artarken fosil yakıt rezervleri giderek azaldığından bugün sahip olduğumuz imkanların ve teknolojik

gelişmelerin devamlılığı için hem sanayiye hem de binalara yönelik yüksek enerji verimli sistemlerin tasarlanması ve mevcut sistemlerin enerji verimlerinin yükseltilmesi büyük önem kazanmaktadır.

Sistemlerin verimliliği Termodinamiğin 1. ve 2. yasaları çerçevesinde ortaya konulan enerji ve ekserji analizi yöntemleriyle belirlenmektedir. Bu noktada, enerji; iş ya da iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanırken Yunanca'da ki ex (dış ve dıştaki) ve ergon (güç veya iş) kelimelerinin birleşmesiyle ortaya çıkan ekserji; termodinamik açıdan bir sistemin veya madde/enerji akışının referans ortam ile denge durumuna geldiğinde üretebileceği en fazla iş miktarı olarak nitelendirilir. Enerji analizi bir sistemdeki enerjinin büyüklüğü ile ısı ve iş arasındaki dönüşümle ilgilenirken ekserji analizi; bir sistemde oluşan tersinmezlikleri inceler ve enerjinin kullanılabilir kısmını belirler [1,2]. Bu nedenle sistemlerin gerçek verimlerinin tayininde ekserji analizi metodunun kullanılması sistemlerdeki kayıpların belirlenerek iyileştirme potansiyellerinin ortaya çıkarılması ve böylelikle sistem performanslarının artırılması bakımından büyük yarar sağlamaktadır. Günümüzde enerji ve ekserji analizinin uygulandığı birçok sistem bulunmaktadır.

Rosen ve Dincer (2004) endüstriyel ısıtma sistemlerinde buhar yerine alternatif başka bir kaynak kullanımı önerebilmek adına ekserji analizinden faydalanmışlardır [3]. Özgener ve Hepbaşlı (2007) yaptıkları çalışmada güneş enerjisi destekli bir ısı pompasının enerji ve ekserji analizini gerçekleştirmişler [4]. Kanoğlu ve Dinçer (2009) ekserji analizi metodunu kullanarak binalar için buhar türbini ve gaz türbini bulunan kojenerasyon sistemlerinin, dizel motorlu sistemlerin ve jeotermalli ısıtma sistemlerinin performanslarının karşılaştırmalarını ortaya koymuşlardır [5]. Amir (2012) buharlı güç üretim sistemlerinde referans sıcaklığının ekserji verimi üzerine etkisini incelemiştir. [6]. Wang et al. (2009) yoğun enerji kullanan bir sektör olan çimento sanayisi için kojenerasyon sistemlerinin ekserji verimi parametrelerini ifade etmiştir [7]. Koroneos ve Katopodi (2006) rüzgar türbininden elektrik ve hidrojen üreten pilli sistemlerin ekserji verimi ve ekserji yok oluşu değerlerini hesaplamıştır [8]. Kalinci et al. (2011) palm yağı içeren 6 farklı biyokütle atıklarından hidrojen elde eden bir sistemin ekserji verimlerinin değişimini ortaya koymuştur [9].

Bu çalışmada bir zeytinyağı rafinasyon tesisindeki ekipmanların ekserji verimleri ve ekserji yok oluşu akımları tesisin gerçek çalışma verilerine dayanılarak EES paket programı üzerinde hazırlanan bir yazılım yardımıyla tesise ekserji analizi metodu uygulanarak belirlenmiş, sistemdeki ekipmanların performanslarının artırılmasına yönelik çözüm önerileri sunulmuştur [10].

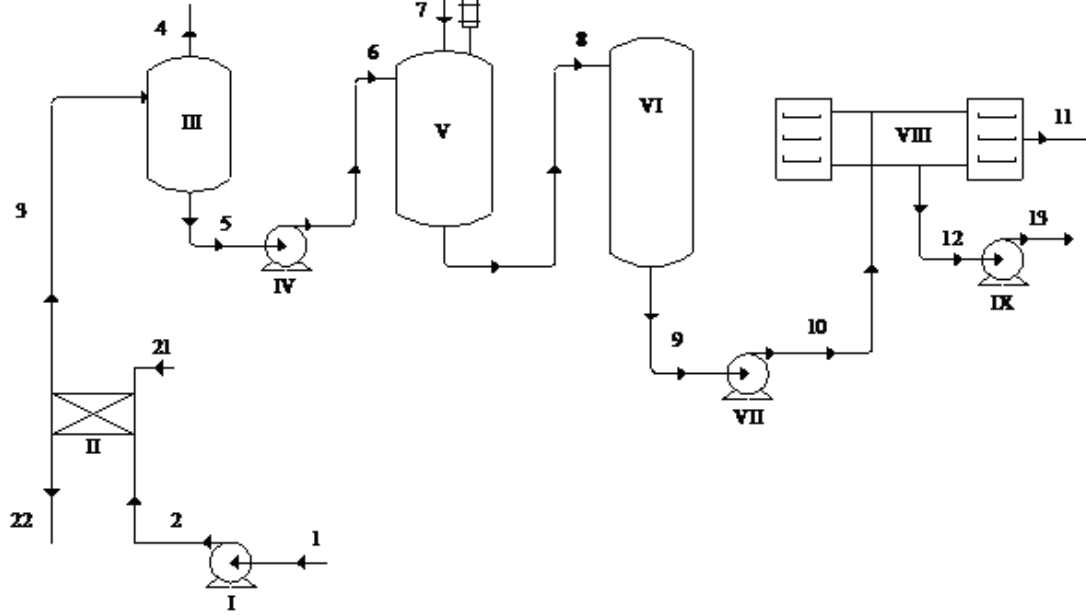
2. TESİSİN TANITIMI

İzmir'de kurulu bulunan fiziksel ham zeytinyağı rafinasyon tesisi devreye alındığında sürekli olarak çalışmakta ve günde üretebildiği rafine zeytinyağı miktarı tesiste işlenen ham zeytinyağının asidine göre değişmektedir. Tesisin devreye alınması, çalıştırılması ve sistemin kontrol edilmesi tesisdeki plc otomasyon sistemi ile sağlanır. Tesisin şeması Şekil 1 ve Şekil 2.' de gösterilmektedir.

Laboratuvar ortamında yapılan kalite kontrol analizlerinin sonuçlarına göre rafinajlık olarak sınıflandırılan zeytinyağları çevre sıcaklığındaki depolama tanklarına alınır. Depolama tankından tesise giren ham zeytinyağının sıcaklığı sistemdeki ağartma aşaması için uygun sıcaklığa yükseltilir. Ham zeytinyağının bünyesinde su varsa vakum altında bulunan kurutucu tankta buharlaşır. Daha sonra ham yağın renginin açılması için yağa ağartma toprağı ilave edilir. Yağın bünyesinde bulunan posa ve sonradan eklenen ağartma toprağı Niyagara filtrelerinde tutularak uzaklaştırılır, ağartılmış yağ elde edilir.

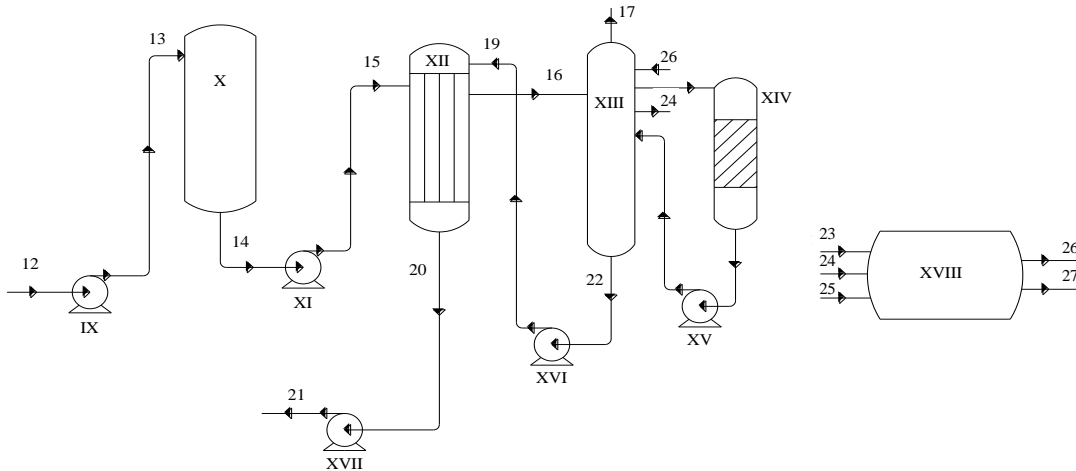
Üretilen ağartılmış yağ gövde-boru tip ekonomizere gönderilerek yağın sıcaklığı deodorizasyon aşaması için uygun sıcaklığa yükseltilir. Sıcaklığı artırılan ağartılmış yağ vakum altındaki deodorizasyon kolonunun ilk kamarasına girer. Buradaki serpantinlere verilen yüksek basınçlı doymuş buhar ile yağın sıcaklığı bir kez daha yükseltilir. Deodorizasyon kolonundan prestripper kolonuna geçen ağartılmış yağın bünyesindeki yağ asitlerinin büyük bir bölümü alınır. Daha sonra yağ tekrar deodorizasyon kolonuna döner. Bu kolonda vakum ortamında ağartılmış olan yağın içinde bulunan

kötü kokulu ve aromalı maddelerle prestripperde alınamayan yağ asitleri buharlaştırılır. Böylelikle deodorizasyon kolonu çıkışı itibariyle rafine yağ elde edilir ve depolama tanklarına gönderilir.



Şekil 1. Zeytinyağı rafinasyon tesisi ağartma aşaması [11]

(I: Pompa, II: Plakalı ısı değıştirici, III: Flaş tank, IV: Pompa, V: Karıştırma tankı, VI: Ağartma tankı, VII: Pompa, VIII: Niyagara filtreleri, IX: Pompa)



Şekil 2. Zeytinyağı rafinasyon tesisi deodorizasyon aşaması [11]

(IX: Pompa, X: Flaş tank, XI: Pompa, XII: Gövde-boru tip ekonomizer, XIII+XIV+XV: Deodorizasyon ünitesi, XVI: Pompa, XVII: Pompa, XVIII: Buhar jeneratörü)

3. RAFİNERİ TESİSİNİN ENERJİ VE EKSERJİ ANALİZİ

3.1 Analiz Metodu Aşamaları

İncelenen tesisin kütle, enerji ve ekserji denklıkları tesisin devamlı çalışması sırasında, sürekli akımlı açık sistem davranışı sergilediği kabul edilerek oluşturulmuş; tesiste dolaşan yağın ve suyun akış ekserjilerinin hesaplanmasında kinetik ve potansiyel ekserjiler ihmal edilmiştir. Sisteme giren rafinajlık

yağın; % 7 yağ asidi, % 0,5 posa, % 0,10 nem içerdiği kabul edilerek hesaplamalar yapılmış olup tesisin çalışma koşulları ve yağ debileri rafinasyon işlemi sırasında tesisteki plc otomasyon sistemi üzerinden okunmuştur. Tesise giren yağın debisi 5789 kg/h, elde edilen yağın debisi ise 5351 kg/h olarak belirlenmiştir. Analiz öncesinde tesisteki ekipmanlar ve kütle akımları ayrı ayrı numaralandırılmış, deodorizasyon kolonu ve prestripper tankı arasındaki geçişte kütle debileri ve sıcaklıklar bilinemediğinden bu ekipmanlar birleşik bir kontrol hacmi (kısaca deodorizasyon ünitesi) şeklinde incelenmiştir. Kazanda yakıt olarak kullanılan doğalgaz ile yanma tepkimesine giren yanma havasının ve yanma sonu oluşan baca gazlarının kimyasal ekserjileri hesaplamalara dahil edilmiştir. Vakum hatlarındaki su ideal gaz olarak kabul edilmiş olup tesisteki tüm yağ ve buhar hatlarında izolasyon bulunmaktadır. Zeytinyağının termodinamik özelliklerinin belirlenmesi için Tablo 1'de yer alan $T = 70-140$ °C karşılık gelen C_p (T) değerleri kullanılmış olup $T = 140$ °C'den yüksek sıcaklıklar için $C_p = 2,072 + 0,00056 T$ (°C) bağıntısından faydalanılmıştır [12]. EES programı üzerinde bir yazılım hazırlanmış olup $C_p(T)$ değerlerini kullanan bu yazılım vasıtasıyla zeytinyağının termodinamik özellikleri belirlenmiştir.

Tablo 1. Zeytinyağının 70-140 °C aralığındaki C_p değerleri [12]

T (°C)	C_p (kJ kg ⁻¹ K ⁻¹)
70	2.072
75	2.011
80	2.040
85	2.042
90	2.046
95	2.059
100	2.074
105	2.094
110	2.111
115	2.132
120	2.139
125	2.079
130	2.145
135	2.148
140	2.153

3.2 Analiz Kapsamında Kullanılan Genel Kütle, Enerji, Ekserji ve Ekserji Verimi Bağıntıları:

Sürekli akışlı açık sistemlerin çözümlerinde, belirlenen herhangi bir kontrol hacmi için kütle denkliği ile akışın taşıdığı potansiyel ve kinetik enerjiler ihmal edilerek enerjinin korunumunu ifade eden termodinamiğin birinci yasası denklemi aşağıdaki şekildedir [13]:

$$\sum \dot{m}_g = \sum \dot{m}_\zeta \quad (1)$$

$$\dot{Q} - \dot{W} = \sum \dot{m}_\zeta h_\zeta - \sum \dot{m}_g h_g \quad (2)$$

Sisteme giren ve sistemden ayrılan akışın kullanılabilirliği yani akışın ekserjisi genel olarak fiziksel, kinetik, potansiyel ve kimyasal ekserji çeşitlerinin toplamı olarak ifade edilir [13]:

$$\dot{E}x_{toplant} = \dot{E}x_{fiz} + \dot{E}x_{knt} + \dot{E}x_{pot} + \dot{E}x_{kim} \quad (3)$$

Bu tip bir sistemdeki fiziksel akış ekserjisi kinetik ve potansiyel ekserjiler ihmal edilerek Denklem (4)'teki şekilde tanımlanabilir [13]:

$$\dot{E}x_{fiz} = \dot{m} [(h - h_0) - T_0 (s - s_0)] \quad (4)$$

Zeytinyağının fiziksel akış ekserjisi; zeytinyağının sıcaklığa göre değişen özgül ısı değerleri kullanılarak aşağıdaki şekilde düzenlenebilir:

$$\dot{E}x_{fiz} = \dot{m} [(c T - c_0 T_0) - T_0 c_{ort} \ln \left(\frac{T}{T_0} \right)] \quad (4a)$$

Sürekli akışlı açık sistemde kimyasal ekserji, maddelerin kütleli debisiyle birim kimyasal ekserjilerinin ($\bar{e}x_{kim}$) çarpılmasıyla elde edilir [14]:

$$\dot{E}x_{kim} = \dot{m} \bar{e}x_{kim} \quad (5)$$

İncelenen ekipmanlarda; sisteme özgü olan ekserji yok oluşu değeri sisteme dışarıdan iş veriliyor ve sistem yüzeyinden dışarıya ısı kaybı gerçekleşiyorsa gerekli düzenlemeler yapılarak aşağıdaki denklem ile bulunur [14]:

$$\dot{E}x_{yok} = \dot{E}x_g - \dot{E}x_{\phi} - \dot{Q}_{ky} \left(1 - \frac{T_0}{T_{ky}} \right) + \dot{W} \quad (6)$$

Akış ekserjileri sistemlerin gerçek verimlerinin belirlenmesinde önemli rol oynarlar. Sistemlerin ekserjilerine dayalı ikinci yasa verimi; sistemden elde edilen gayenin (ürünün), sisteme verilen bedelle (yakıtla) oranlanmasıyla elde edilir [14]:

$$\varepsilon = \frac{\dot{E}x_{gaye}}{\dot{E}x_{bedel}} \quad (7)$$

3.3 Tesisteki Ekipmanların Ekserji Verimi İfadelerinin Oluşturulması

Eşanjör ve ekonomizerde ekserji verimi ifadesi; Denklem (7) kullanılarak ekipmana giren ve ekipmandan çıkan soğuk akışların ekserji farklarının, sisteme giren ve sistemi terk eden sıcak akışların ekserji farklarına bölünmesiyle tanımlanabilmektedir [14]:

$$\varepsilon_e = \frac{(\dot{E}x_{\phi} - \dot{E}x_{g,sk})}{(\dot{E}x_g - \dot{E}x_{\phi,sc})} \quad (8)$$

Pompaların ekserji verimleri; Denklem (7)'in düzenlenmesiyle aşağıdaki biçimde oluşturulabilir [15]:

$$\varepsilon_p = \frac{\dot{W} - \dot{E}x_{yok}}{\dot{W}_p} \quad (9)$$

Bu denklemde $\dot{W} = \dot{m} (h_{\phi} - h_g)$ şeklinde hesaplanırken \dot{W}_p pompa gücünü ifade eder.

Tesiste deodorizasyon kolonunun birinci kamarasındaki yağ ısıtmak ve kolondaki sürükleyici buhar talebini karşılamak için yüksek basınçlı buhar jeneratörü kurulu bulunmaktadır. Buhar jeneratörü için Denklem (8) uyarlanarak oluşturulan ekserji verimi ifadesi aşağıda olup formülde; Denklem (4) ve Denklem (5) kullanılarak düzenlenen yakıt, su ve üretilen buhar fiziksel ve kimyasal akış ekserjileri yer almaktadır [14].

$$\varepsilon = \frac{\dot{E}x_{su,fiz} + \dot{E}x_{su,kim} - (\dot{E}x_{buhar,fiz} + \dot{E}x_{buhar,kim})}{\dot{E}x_{ykt,fiz} + \dot{E}x_{ykt,kim}} \quad (10)$$

4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE TARTIŞMA

Rafinasyon tesisinin çalışma prensibi Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir. Tesisteki ekipmanların ekserji yok oluşu ve ekserji verimi değerleri $T_0=25\text{ °C}$ ve $P_0=1\text{ atm}$ referans koşullarına göre belirlenmiş olup ekipmanların yüzey sıcaklıkları $T=40\text{ °C}$ olarak kabul edilerek hesaplamalara dahil edilmiştir. Rafinasyon tesisindeki akımların kütleli debileri, çalışma koşulları ve akışların EES programı vasıtasıyla hesaplanan ekserji değerleri Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Tesisin çalışma koşulları ve akış ekserji değerleri

Akış no	Sıcaklık (T) (K)	Basınç (P) (bar)	Kütleli Debi \dot{m} (kg/s)	Ekserji Akımı \dot{E}_x (kW)
0	298,15	1,00	1,608	0,00
0 ^I	298,15	1,00	0,262	0,00
0 ^{II}	298,15	1,00	0,005	0,00
0 ^{III}	298,15	1,00	0,143	0,00
0 ^{IV}	298,15	1,00	1,486	0,00
1	298,15	1,00	1,606	0,01
		1,00	0,002	0,00
2	298,40	3,00	1,606	0,09
		3,00	0,002	0,00
3	362,55	2,80	1,606	34,50
		2,80	0,002	0,04
4	363,15	0,95	0,002	0,11
5	362,05	3,00	1,606	41,8
6	362,75	3,00	1,606	33,90
7	298,15	1,00	0,010	0,07
8	362,40	3,00	1,606	40,69
		3,00	0,010	0,95
9	361,50	3,00	1,606	35,89
		3,00	0,010	0,91
10	362,40	4,00	1,606	34,10
		4,00	0,010	0,07
11	359,15	1,00	0,017	0,22
12	359,15	2,00	1,598	30,92
13	360,15	3,00	1,598	31,70
14	360,15	2,00	1,598	32,20
15	361,00	7,00	1,598	32,67
16	443,15	0,99	1,598	160,00
17	507,15	0,99	0,112	18,80
18	507,15	2,00	1,486	197,60
19	478,15	3,00	1,486	199,20
20	375,15	2,00	1,486	41,33
21	375,85	3,00	1,486	51,61
22	302,65	2,00	1,486	1,04
23	298,15	1,00	0,005	274,00
24	508,15	34,00	0,143	32,80
25	298,15	1,00	0,262	0,00
26	517,31	31,00	0,143	208,70
27	593,15	2,20	0,262	32,97

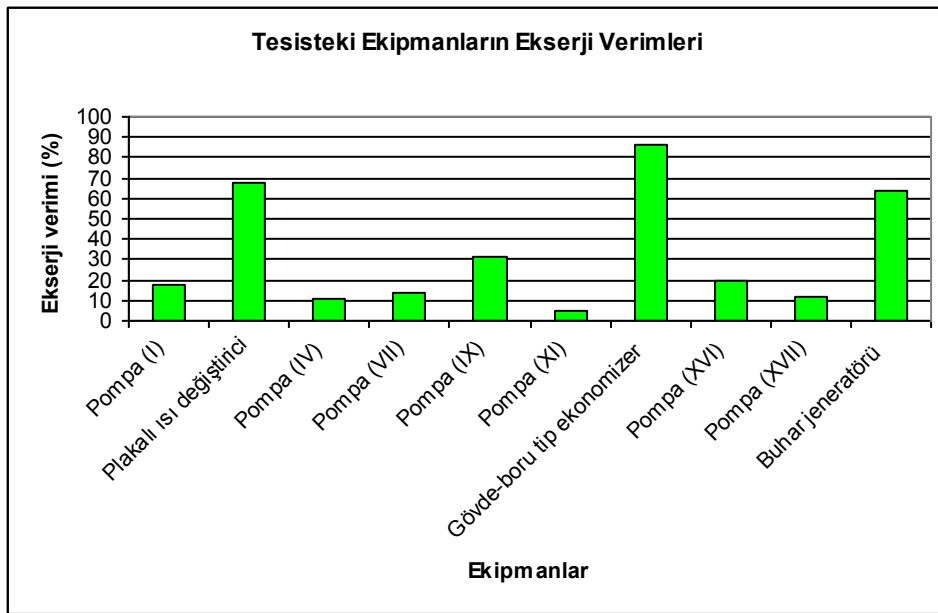
Tesisteki ekipmanların ekserji verimi değerleri Şekil 3'te gösterilmektedir. Tesisteki en yüksek ekserji verimine sahip ekipman % 85,83 verim değeri ile gövde-boru tip ekonomizerdir. Bu ekipmanın iç kısmındaki borulardan geçen yaklaşık 206°C sıcaklığındaki rafine yağ, boruların dış kısmında bulunan yaklaşık 87,85 °C'deki ağartılmış yağın sıcaklığını yaklaşık 170 °C'ye ısıtmak için kullanılmaktadır.

Sistemdeki en yüksek ikinci ekserji verimi değeri % 68,13 ile plakalı ısı değiştiricisinde hesaplanmıştır. Plakalarda ham yağ ile rafine yağ ters akışla karşılaştırılırken yaklaşık 25 °C'de giren ham yağın sıcaklığı yaklaşık 89,4 °C'ye ulaşmaktadır.

Yüksek basınçlı buhar jeneratörü yakıt olarak kullanmakta olup % 63,76 ile tesisteki en yüksek üçüncü ekserji verimine sahiptir. 34 bar basıncında anlık buhar üreten jeneratör deodorizasyon kolonunun ilk kamarasındaki yağın sıcaklığını yaklaşık 235 °C'ye yükseltmektedir.

Buhar jeneratörünün ardından en yüksek ekserji verimi değerleri pompalarda görülmektedir. Pompa (IX)'nin ekserji verimi % 31,41 olup bu ekipmanı % 19,27 verim ile pompa (XVI) izlemektedir. Pompa (I)'in ekserji verimi % 17,74, pompa (XVII)'nin verimi değeri ise % 11,55 olurken bu ekipmanların ardından % 10,84 verim değeri ile pompa (IV) gelmektedir. Tesisteki pompalar içerisinde en düşük verim değerine sahip olan pompa ise % 4,7 verim ile pompa (XII)'dir.

Tesisteki ekipmanların ekserji yok oluşu akımları Şekil 4'te gösterilmektedir. Bu bağlamda tesisteki en yüksek ekserji yok oluşu akımı 134,6 kW ile deodorizasyon ünitesinde görülmektedir.



Şekil 3. Ekipmanların Ekserji Verimleri

Şekil 4'te de görülebileceği üzere tesisteki ikinci en yüksek ekserji yok oluşu akımı 53,1 kW ile yüksek basınçlı buhar jeneratöründe gerçekleşmektedir. Buhar jeneratöründeki ekserji yok oluşu akımının yüksek olmasının sebepleri incelenmelidir.

Buhar jeneratörünün ardından tesisteki en yüksek üçüncü ve dördüncü ekserji yok oluşu akımlarının değerleri sırasıyla 18,1 kW ve 14,94 kW olmak üzere gövde-boru tip ekonomizer ve plakalı tip ısı değiştiricisinde görülmektedir. Isı değiştiricilerinin ardından tesisteki karıştırma tankı ekserji yok oluşu akımı 4,13 kW'dır. Ayrıca filtrelerdeki ekserji yok oluşu akımı 2,53 kW olarak gerçekleşmiştir. Tesisteki pompaların ekserji yok oluşu akımları 3,94 kW ile 2,22 kW arasında değişmekte olup sistemde meydana gelen en az ekserji yok oluşu akımı 0,32 kW ile flaş tankta gözlenmektedir.

5. SONUÇ

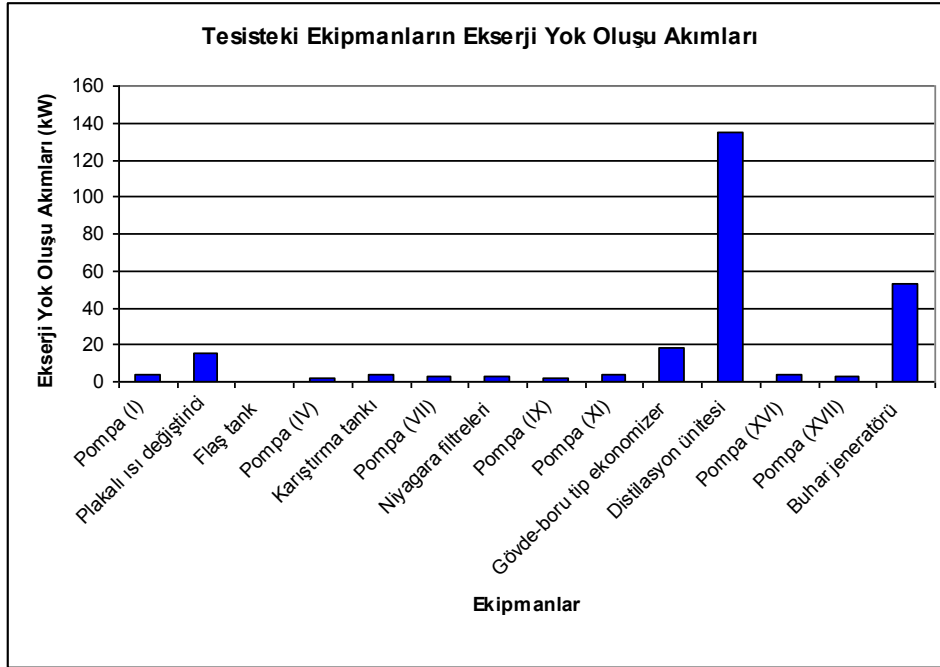
Bu çalışmada İzmir’de faaliyet gösteren fiziksel bir zeytinyağı rafinasyon tesisinin enerji ve ekserji analizleri, tesisin çalışması sırasında toplanan gerçek veriler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ve iyileştirme önerileri aşağıdadır:

-Deodorizasyon ünitesindeki yüksek ekserji yok oluşu akımının sebebi; hem işlemin yüksek sıcaklıklarda gerçekleşmesinden hem de sürecin kendisinden kaynaklanmaktadır.

-Deodorizasyon ünitesinin ardından tesisteki en yüksek ikinci ekserji yok oluşu akımı buhar jeneratöründe görülmektedir. Buhar jeneratörünün yanma ayarları gözden geçirilmeli ve ekipmanın verimi artırılmalıdır. Böylelikle buhar jeneratöründe kullanılan yakıt miktarı azaltılabilir.

-Bu ekipmanların içindeki boru ve plakaların temizliği periyodik olarak kontrol edilmeli, yüzeylerde ısı transferini zayıflatabilecek ya da engelleyebilecek kirliliğin veya tıkanıklığın oluşması önlenmelidir.

-Tesiste daha verimli pompaların kullanılması önerilebilir.



Şekil 4. Ekipmanların Ekserji Yok Oluşu Akımları

SEMBOLLER

C	Özgül ısı (kJ/kg·K)
ε	Ekserji verimi (%)
ex	Özgül ekserji (kJ/Kg)
$\dot{E}x$	Ekserji akımı (kW ya da kJ/s)
H	Entalpi (kJ/kg)
\dot{m}	Kütleli debi (kg/s)
\dot{Q}	Isı akımı (kW)
P	Basınç (atm ya da bar)
S	Entropi (kJ/kg K)
T	Sıcaklık (K ya da °C)
\dot{W}	Güç (kW)

**İNDİSLER**

0	Referans koşulları
ç	Çıkan
Fiz	Fiziksel
g	Giren
kim	Kimyasal
knt	Kinetik
ky	Yüzey
p	Pompa
pot	Potansiyel
sc	Sıcak
sk	Soğuk
ykt	Yakıt
yok	Yok oluş

KAYNAKLAR

- [1] ROSEN M.A., DINCER I. “Exergy-Cost-Energy-Mass Analysis of Thermal Systems and Processes”, Energy Conversion and Management, 4,1633-1651,2003.
- [2] DINCER I., SAHİN A.Z. “A New Model For Thermodynamic Analysis of a Drying Process”, International Journal of Heat and Mass Transfer, 47, 645-652, 2004.
- [3] ROSEN M.A., DINCER I. “A Process of Industrial Steam Process Heating Through Exergy Analysis”, International Journal of Energy Research, 28,937-930,2004.
- [4] OZGENER O.,HEPBASLI A. “A Review on the Energy and Exergy Analysis of Solar Assisted Heat Pump Systems”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11,482-496,2007.
- [5] KANOGLU M., DINCER I. “Performance Assesment of Cogeneration Plants”, Energy Conversion and Management”, 50, 76-81,2009.
- [6] AMIR V. “Improving Steam Power Plant Efficiency Through Exergy Analysis: Ambient Temperature”, 2nd International Conference on Mechanical, Production and Automobile Engineering (ICMPAE'2012) Singapore April 28-29, 2012.
- [7] WANG J., DAI Y., GAO L. “Exergy Analyses and Parametric Optimizations for Different Cogeneration Power Plants in Cement Industry”, Applied Energy, 86,941-948,2009.
- [8] KORONEOS C., KATOPEDI E. “Exergy Analysis of the Wind Power Hydrogen and Electricity Production”, Proceedings of the 2006 European Wind Energy Conference & Exhibition (EWEC 2006) Athens, Greece, February 27 – March 2, 2006.
- [9] KALINCI Y., HEPBASLI A., DINCER I. “Comparative Exergetic Performance Analysis of Hydrogen Production From Oil Palm Wastes and Some Other Biomasses”, International Journal of Hydrogen Energy, 36,11399-11407,2011.
- [10] ENGINEERING EQUATION SOLVER (EES), Academic Commercial V8.208, F-Chart Software, www.fChart.com, 2008.
- [11] GUTTMAN-KASPRZYCKA T., ODZENIAK D. “Specific Heats of Some Oils and A Fat”, Thermochemica Acta, 191,41-45,1991.
- [12] TARIŞ ZEYTİNYAĞI TARIM SANAYİ VE TİCARET A.Ş. CENGEL A.,BOLES Y. Thermodynamics: An Engineering Approach, McGraw-Hill, Inc., 1994.
- [13] BEJAN A., TSATSARONIS G., MORAN M. Thermal Design and Optimization. Wiley: New York, 1996.
- [14] RIVERO R. “Application of the Exergy Concept in the Petroleum Refining and Petrochemical Industry”, Energy Conversion and Management, 43,1199–20,2002.



ÖZGEÇMİŞ

Elif BOZOĞLAN

1980 yılı İzmir doğumludur. Lise eğitimini Özel Fatih Koleji Fen Lisesi'nde tamamlamış olup 2004 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. 2005 yılında EİE tarafından düzenlenen kursu tamamlayarak sertifikalı enerji yöneticisi unvanını almıştır. Yüksek lisans eğitimini 2008 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü bünyesinde tamamlamış olup halen aynı kurumda doktora eğitimine devam etmektedir. Ayrıca 2010 yılından bu yana Tariş Zeytinyağı A.Ş.'de teknik müdür yardımcısı görevini sürdürmektedir.

Arif HEPBAŞLI

1958 yılı İzmir doğumlu olup, Yaşar Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesidir. İzmir Motor Teknik Lisesi ile başlayan ve Makina Mühendisi olarak ilk adımını attığı, 34 yıllık meslek hayatının 10 yılı İzmir'deki değişik firmalarda farklı pozisyonlarda çalışarak geçmiştir. Yurt içi ve dışında değişik üniversitelerde araştırmalarda bulunmuş ve öğretim üyesi olarak yer almıştır. 550 adetten fazla bilimsel yayının (270 adetten fazlası SCI bazında makale ve 129 adedi uluslararası bildiri olmak üzere; h-indeks: 35) yazarı/ortak yazarıdır. Hepbaşlı'nın ilgi alanları; enerji/ekserji verimliliği ve yönetimi, ısı sistemlerin enerji, ekserji, eksergoekonomik ve eksergoçevresel analizleri ve değerlendirmeleri, düşük ekserjili ısıtma ve soğutma sistemleri, ısı pompaları, alternatif enerji kaynaklarının potansiyeli ve istatistiksel değerlendirilmesi, sürdürülebilir enerji teknolojileri, boru mühendisliği ve değişik ısı tekniği uygulamalarıdır. Çok sayıda ulusal/uluslararası bilimsel etkinliklerin organizasyonunda yer alan/almakta olan Hepbaşlı, prestijli sekiz derginin Uluslararası Yayın Danışma Kurulu Üyesi ve Journal of Energy Engineering-ASCE'nin Yardımcı Editörü olup, ayrıca, enerjiyle ilgili çok sayıda ulusal ve uluslararası dergilere ve projelere de hakemlik yapmaktadır. 2014 yılında, Horizon 2020 Programı Enerji Alanı Türkiye delegesi oldu. Bunun yanı sıra, ulusal ve uluslararası bazda, değişik meslek kuruluşları üyelikleri olup, ilgi alanları çerçevesinde sanayiye de uzun yıllardır danışmanlık hizmeti vermektedir. Evli ve bir kız babası olan Hepbaşlı; İngilizce ve Almanca bilmektedir.

Hüseyin GÜNERHAN

1983 yılında İzmir Atatürk Lisesini bitirdi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü 1990 yılında, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Enerji Teknolojisi Anabilim Dalında yaptığı yüksek lisans öğrenimini 1992 yılında ve Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalında yaptığı doktora öğrenimini 1999 yılında tamamladı. 1991-2001 yılları arasında, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Enerji Teknolojisi Anabilim Dalında öğretim elemanı görevi ve araştırma görevlisi unvanı ile çalıştı. 2001-2012 yılları arasında ise, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalında öğretim üyesi görevi ve yardımcı doçent doktor unvanı ile çalıştı. 2012 yılından itibaren aynı bölümde doçent doktor olarak çalışmaya devam etmektedir. Çalışma alanlarını, ısı transferi, termodinamik, ısı enerji depolama, ısı pompaları ve yeni enerji kaynakları oluşturmaktadır.