

GÜNEŞ KULESİNİN DENİZ ÜZERİNDE TASARIMI VE EKSERJİ ANALİZİ

*¹Hüseyin Yağlı, ²Ali Koç, ³Yıldız Koç ve ⁴Ali Galip Mumcu

*^{1,2,3,4}Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Özet:

Bu çalışmada, Akdeniz Hatay ili İskenderun bölgesi civarında tasarlanacak olan bir güneş kulesi sisteminin üreteceği güç hesaplanmıştır. Sistem bölgedeki arazi kısıtlamaları, çevresel faktörler, turizm bölgesi olması ve denize kıyısı olan bir bölgede olması göz önünde bulundurularak deniz üzerine karaya yakın bir bölge olan 36°- 36° enlem ve boylamlarına denk gelen alana kurulacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemin tasarımında sıcaklık ve rüzgar değeri olarak bölgenin yıllık ortalama değerleri (2,2 m/s, 29,4°C) alınmıştır. Farklı kule çıkış sıcaklıkları incelenmiş ve her sıcaklık için üretilen ve tüketilen güç miktarları grafiksel olarak incelenmiştir. Malzeme kısıtlamaları, maliyet ve diğer etkenlerde dikkate alınarak 700°C kule çıkış sıcaklığı kullanılmıştır. Hesaplamalar sonucunda sistemin yaklaşık 41,18 MW güç üretebileceği görülmüştür. Sistemin enerji verimi program tarafından hesaplanmakta olup yapılmış olan tasarım için %44,18 olarak hesaplanmıştır. Ekserjinin genel denklemleri kullanılarak her bir çevrim elemanı için ekserji değerleri hesaplanmıştır. Her bir eleman için hesaplanan bu değerler kullanılarak tüm sistemin ekserji verimi %63,87 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Kulesi, Güneş, Enerji, Ekserji, EBSILON

Abstract:

In this study, amount of power production by a solar power tower system was calculated which designed around the Mediterranean province of Hatay Iskenderun region. System was designed on the sea in 36° latitude and 36° altitude due to limitation of suitable areas, environmental factors, being tourism region and being in coastal area. Annual mean temperature and wind speed values (2,2m/sec, 29,4°C) was used as design value. Also solar power tower system is analyzed for different tower exit temperature and for each tower exit temperature, gross power production and total power consumption by pump analyzed graphically. After this analysis, exit temperature of solar power tower was used as 700°C because of lack of plant material used commonly, investment cost and other limitation affects. As a result of calculation, 41,17 MW of power production was seen. Energy efficiency of the system was calculated by software and it was calculated as 44,18%. Exergy calculation was made for each component of the cycle by using general formulation of exergy. Exergy efficiency of system was calculated as 63,87% by using the exergy values of each component that calculated at previous step.

Key Words: Solar Tower, Sun, Energy, Exergy, EBSILON

1. Giriş

Dünya petrol rezervlerinin önümüzdeki elli yıl içinde tükeneneğinin ön görülmesi buna karşılık enerji ihtiyacının her yıl yaklaşık ortalama %4 oranında artacağı beklenmesi dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı her geçen gün artan önem arz etmektedir [1].

*Corresponding author: Address: Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü Mustafa Kemal Üniversitesi, 31200, İskenderun/Hatay TÜRKİYE. E-mail address: hyagli@mku.edu.tr, Phone: +903266135600 - 4606

Dünyada biyokütle, rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam arzı içindeki payı 1990 da %10 iken 2010 yılında geldiğimizde %11 dünya 2035 mevcut politikalar vizyonuna göre bu payın %14 e çıkması ön görülmektedir. Türkiye içinde yenilenebilir enerjinin toplam payı 1990 da %1 iken 2011 yılında %3 e, 2023 vizyonu kapsamında %6 ya çıkarılması planlanmaktadır [2,3].

Dünyada güneş kulesi uygulamaları üzerine ivme kazanan teorik çalışmalar ve uygulamalar her geçen gün artmakta. Garbrecht ve arkadaşları (2013) yapmış oldukları çalışmada ısıl verimi göz önünde bulundurarak yeni bir güneş güç kulesi alıcısı tasarımı üzerine çalışmışlardır. Merkezi alıcı üzerine termal verim göz önünde bulundurularak yapılmış olan çalışmada birçok altıgen şeklinde eleman eklenmiştir. Yapılmış olan çalışmanın sonunda %91,2 termal verimin elde edildiği görülmüştür. Yeni tasarımın mevcut solar alıcılarla kıyaslandığında daha yüksek verime sahip olduğu görülmektedir [4].

Mevcut durum itibari ile Türkiye de üretim yapan ısıl güneş elektriği santrali mevcut değildir. Fakat kurulu kapasitesi 6-7 MW civarına olan fotovoltaik güneş pili sistemleri bulunmaktadır [5]. Fotovoltaik sitemlerin yanı sıra Dünyada gün geçtikçe kurulumu artmakta olan güneş kulesi sitemlerinde Türkiye için alternatif bir üretim yöntemi olarak görülmektedir. Güneş kulelerinde ilerleyen teknoloji ile birlikte suyun yanı sıra yüksek enerji saklayabilme özelliğine sahip olan sodyum da kullanılmaktadır. Bu sayede güneşin olmadığı zaman dilimlerinde de enerji üretimi mümkün olmaktadır. Güneş kulelerinin fotovoltaik sistemlere alternatif yapan en önemli sebeplerden bir tanesi yüksek güç üretim sistemlerinde aynı kapasitedeki güneş kulesi sistemleri fotovoltaik sistemlere nispeten daha az alan kaplamaktadır [6]. Yağlı ve arkadaşları (2014), Akdeniz üzerinde güneş kulesi tasarımı üzerine yapmış oldukları teorik çalışmada kurulabilecek bir güneş kulesinin tasarım kriterlerini ideal şartlarda belirleyerek ve malzemelerin yapılarından oluşabilecek sınırlandırmaları göz ardı ederek sistemin ideal şartlarda üretebileceği maksimum gücün yaklaşık 46,5 MW olacağını hesaplamışlardır. Mevcut şartlar altında güneş kulesi ve kuleye bağlı olan çevrimden oluşan tüm sistemin enerji veriminin %44 olduğunu hesaplamışlardır [7].

Bu çalışmada güneşlenme süresi yüksek olan ve birim metrekareye düşen ışınım şiddetinin yüksek ve yeterli olduğunu gördüğümüz Akdeniz Bölgesinde bulunan Hatay iline bağlı İskenderun ilçesinde deniz üzerine kurulabilecek güneş kulesi sisteminin tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarımda seçtiğimiz bölgenin turistik bölge olması, topraklarının verimli olması ve sınırlı düz araziye sahip olması gibi koşullar göz önüne alınmıştır. Bu sebeplerden dolayı tasarımda deniz üzerinde, gemilerin güzergahında bulunmayan ve turistik alanlardan uzak olan 36° enlemi ile 36° boylamının kesişim noktası seçilmiştir. Seçmiş olduğumuz koordinatlar ve bu koordinatlar için Meteoroloji Genel Müdürlüğünden alınan sıcaklık ve rüzgar değerleri ile bölgenin hesaplanmış olan ışınım süreleri Steag GmbH tarafından geliştirilen EBSILON® Professional (EBSILON) programına okutularak analiz yapılmıştır. Yapılmış olan analizde sistemin her bir noktasındaki termodinamik özellikleri (entalpi, entropi, özgül ekserji...) program tarafından hesaplanmakta olup sistemdeki her bir ekipmanın ve sistemin tamamının enerji analizi de ayrıca yazılım tarafından yapılmaktadır. EBSILON tarafından yapılmış olan analizlere ek olarak termodinamiğin genel ekserji dengesi formüllerinden sistemin ekserji analizi yapılmıştır.

2. Hatay Güneş Enerji Potansiyeli ve Meteoroloji Verileri

Türkiye'nin mevcut güneş potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerjinin dünya vizyonu paralelinde ilerlemesini sağlayabilmek için güneş enerjisinden faydalanılması kaçınılmaz görülmektedir. Türkiye yılda yaklaşık 110 gün boyunca yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olup, yeterli yatırımların yapılması durumunda yılda ortalama 1100 kWh/m² güneş enerjisi üretimi mümkün görülmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji üretiminin 100 milyon MW olduğu düşünülürse birim saniyede gelen güneş enerjisinin Türkiye'nin enerji üretiminin 1700 katı olduğu görülmektedir [8].

Tasarım yapılacak bölge olarak seçilmiş olan Hatay ili İskenderun bölgesi güneş potansiyeli içerisinde büyük paya sahip olan illerimiz arasında yer almaktadır. Yıllık güneşlenme süresi yaklaşık 3000 saat ve radyasyon değeri yaklaşık 1530 kW-h/m²-yıl olan İskenderun da Akdeniz ikliminin görülmektedir [9]. İskenderun bölgesi kar ve don olaylarının çok fazla görülmemektedir. İlçe en sıcak ay ortalaması yaklaşık 33°C ve en soğuk ay ortalaması yaklaşık 12°C olan ve denize kıyısı bulunan sıcak bölgelerimizdendir. Yıllık ortalama sıcaklığı 18°C civarında olan bölgede sıcaklığın en yüksek olduğu aylar temmuz ve ağustos aylarıdır [10].

3. Materyal ve Metot

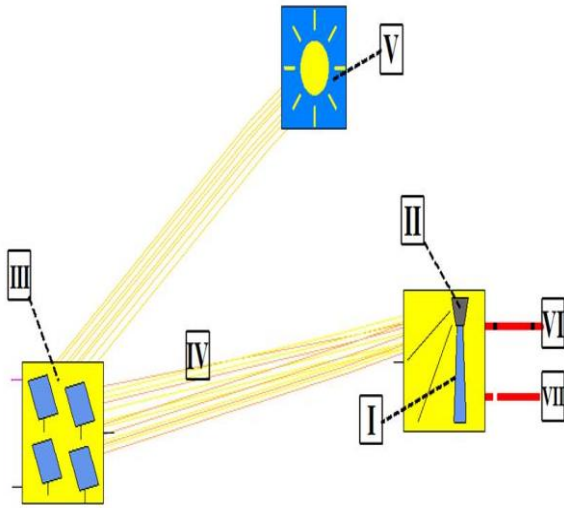
3.1 Yoğunlaştırıcılar

Mevcut durum itibari ile doğrudan ya da dolaylı olarak güç üretmenin mümkün olduğu yoğunlaştırıcılar kendi içerisinde iki ana başlığa ayrılabilir. Bunlardan birincisi olan doğrusal yoğunlaştırıcılar ışınları kendi içerisinde boydan boya uzanan borulardan geçen akışkanlar üzerinde yoğunlaştırarak ısının absorbe edilmesini sağlamaktadırlar. Doğrusal yoğunlaştırıcıları kendi içerisinde parabolik oluk yoğunlaştırıcılar ve fresnel yoğunlaştırıcılar olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Diğer yoğunlaştırıcılara genel olarak noktasal yoğunlaştırıcılar denilmektedir. Kendi içerisinde parabolik çanak yoğunlaştırıcılar ve merkezi alıcı sistemler olmak üzere iki alt başlığa ayrılan sistemlerde güneş ışınları belirli bir noktaya yoğunlaştırılmaktadır. Bir diğer adı merkezi alıcı sistemler olan güneş kulesi sistemlerinde, güneş ışınlarının kule tepesinde bulunan odak noktasında yoğunlaştırılması için noktasal yoğunlaştırıcılar kullanılmaktadır [7,11].

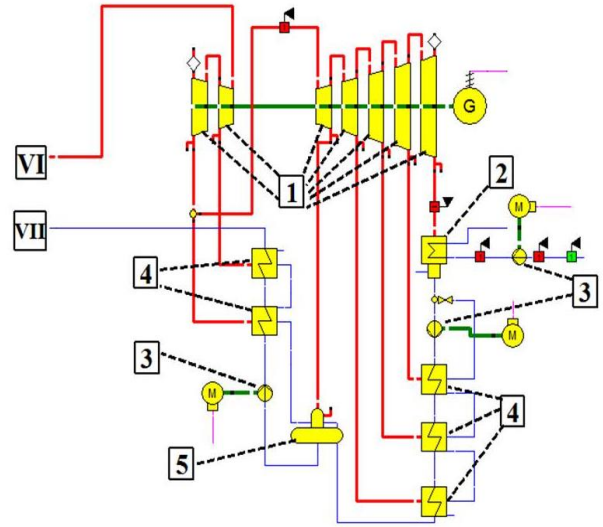
3.2 Güneş Kulesi ve Güç Çevrimi

Güneş kulesi sistemlerinde kule içerisinde sodyum eriyiği kullanılarak ısı toplama işlemi yapılabildiği gibi çevrim içerisindeki suyun kuleye gönderilip ısıtılarak tekrar çevrime gönderilmesi de mümkündür. Tuz eriyiğinin yüksek enerji saklama kapasitesinden dolayı, tuz eriyiği kullanılan sistemler geceleri güneş yokken de güç üretebilmektedir. Fakat bu çalışmada sisteme de su kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılıp kızgın buhar fazına gelen su direkt olarak sisteme verilerek güç üretilmektedir. Genel bir güneş kulesinin şematik görünümü Şekil 1a da verilmekte olup numaralandırılan kısımlar sırasıyla aşağıda verilmektedir.

- I. Güneş Kulesi
- II. Güneş Işınları Odak Noktası (Odaklanma Küresi)
- III. Aynalar
- IV. Yoğunlaşmış Güneş Işınları
- V. Güneş
- VI. Sıcak Çevrim Akışkanı, Kule Çıkışı
- VII. Soğuk Çevrim Akışkanı, Kule Girişi



Şekil 1-a. Güneş Kulesi Şematik Görünümü



Şekil 1-b. Güç Çevrimi

Şekil 1. Güneş Kulesi (a) ve Çevrim Şematik Görünümü (b)

Güneş kulesinde kızdırılan buharın kuleden çıktıktan sonra (VI) buhar çevrimine iletilmektedir. Çevrim (Şekil 1-b) buhar çevrimlerinde kullanılmakta olan türbin (1), yoğurturucu (2), pompa (3), ısı değiştirici (4) ve karışım tankından (5) oluşmaktadır. Çevrim şematik görüntüsünde görünmekte olan kırmızı çizgiler sıcak kızgın buharı, mavi çizgiler diğer borulara kıyasla daha soğuk olan suyu ifade etmektedir.

3.3 Enerji ve Ekserji Analizi

Güneş kulesi sisteminin tasarımında kullanılmış olan EBSILON yazılımı ile çevrim tasarlanarak optimize edilmiştir. Çevrimdeki tüm noktalardaki sıcaklık, basınç, entalpi, entropi ve özgül ekserji gibi termodinamik özelliklerin yanı sıra çevrimin birinci kanun hesaplamaları ve birinci kanun verimi de program tarafından hesaplanmıştır. Her bir noktada okunan özgül ekserji değerleri kullanılarak sistemin ve sistem elemanlarının ekserji hesaplamaları, ekserji dengesi formülleri ile hesaplanmıştır. Ekserjinin dengesi yasası Eşitlik 1'deki gibi ifade edilmektedir;

$$\dot{E}_{giren} = \dot{E}_{çıkan} + \dot{E}_{kayıp} \quad (1)$$

E birim zamandaki toplam ekserji olup Eşitlik 2 yardımı ile hesaplanmaktadır;

$$\dot{E} = \dot{m} \psi \quad (2)$$

Isı için birim zamandaki toplam ekserji Eşitlik 3 ile hesaplanır,

$$\dot{E}_{ısı} = \sum \left(1 - \frac{T_0}{T} \right) \dot{Q} \quad (3)$$

T_0 referans sıcaklığı (ölü hal sıcaklığı) ve T ısı alışverişi gerçekleşen sıcak yüzey sıcaklığıdır. Sistem ve sistem elemanlarının ekserji verimi hesaplanırken Eşitlik 4'den yararlanılmaktadır.

$$\varepsilon = \left(\frac{\text{Ürünlerin Ekserjisi}}{\text{Giren Toplam Ekserji}} \right) \quad (4)$$

Tersinir işin hesaplanmasında Eşitlik 5 kullanılmaktadır;

$$\dot{W}_{tersinir} = \dot{m} (\psi_2 - \psi_1) \quad (5)$$

Türbin için tersinir iş Eşitlik 6 kullanılarak hesaplanmıştır;

$$\dot{W}_{t;tersinir} = \dot{W}_{t;gerçek} + \dot{W}_{t;kayıp} \quad (6)$$

Türbin ekserji verimi için Eşitlik 7'den yararlanılmaktadır;

$$\varepsilon_{türbin} = \frac{\dot{W}_{t;gerçek}}{\dot{W}_{t;tersinir}} \quad (7)$$

Pompa için tersinir işin hesaplanmasında Eşitlik 8 kullanılmıştır

$$\dot{W}_{p;tersinir} = \dot{W}_{p;gerçek} - \dot{W}_{p;kayıp} \quad (8)$$

Pompa ekserji verimi için Eşitlik 9 kullanılmaktadır;

$$\varepsilon_{pompa} = \frac{\dot{W}_{p;tersinir}}{\dot{W}_{p;gerçek}} \quad (9)$$

Buharlaştırıcı ve yoğuşturucu ekserji veriminde Eşitlik 10 kullanılmaktadır;

$$\varepsilon_{buharlaştırıcı} = \frac{(\dot{E}_{çıkan} - \dot{E}_{giren})_{soğuk}}{(\dot{E}_{giren} - \dot{E}_{çıkan})_{sıcak}} \quad (10)$$

Sistemin toplam kayıp ekserjisi ve ekserji verimi sırasıyla Eşitlik 11 ve Eşitlik 12 ile hesaplanmaktadır;

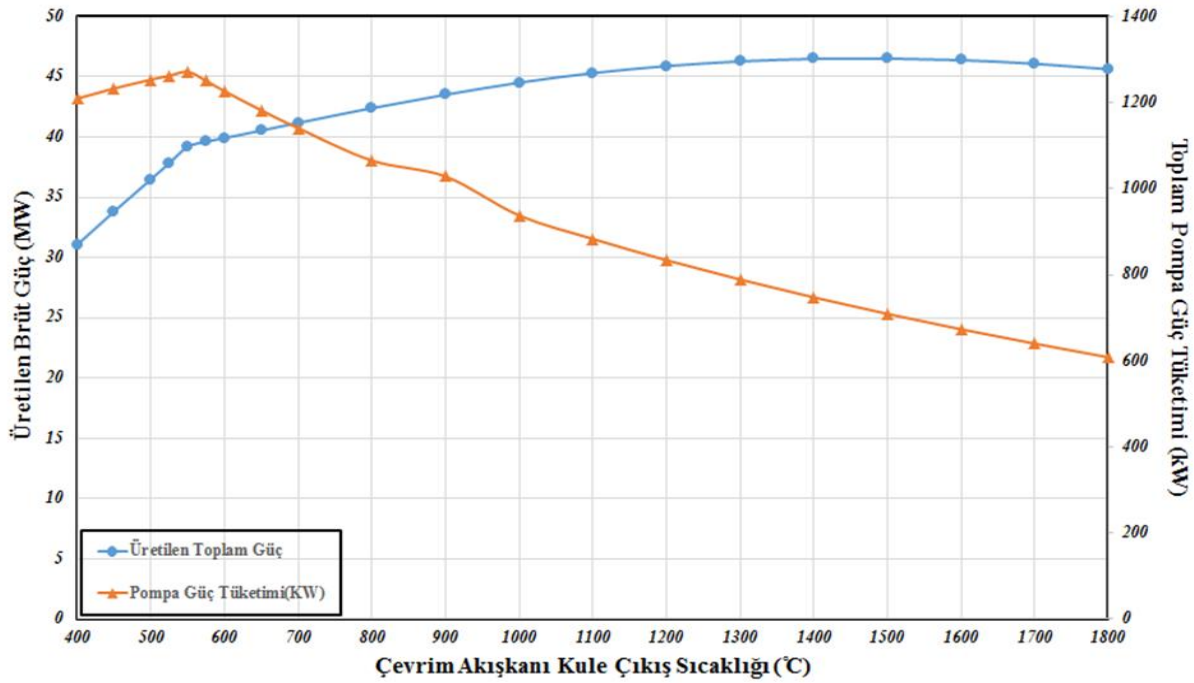
$$\sum \dot{E}_{kayıp} = \sum \dot{E}_{t;kayıp} + \sum \dot{E}_{p;kayıp} + \dot{E}_{b;kayıp} + \dot{E}_{y;kayıp} \quad (11)$$

$$\varepsilon_{sistem} = \frac{W_{net}}{E_{Isi Kaynađı}} \quad (12)$$

Verilen eşitlikler kullanılarak sistemin ve sistem üzerindeki her bir noktanın ekserji hesaplamaları yapılmıştır.

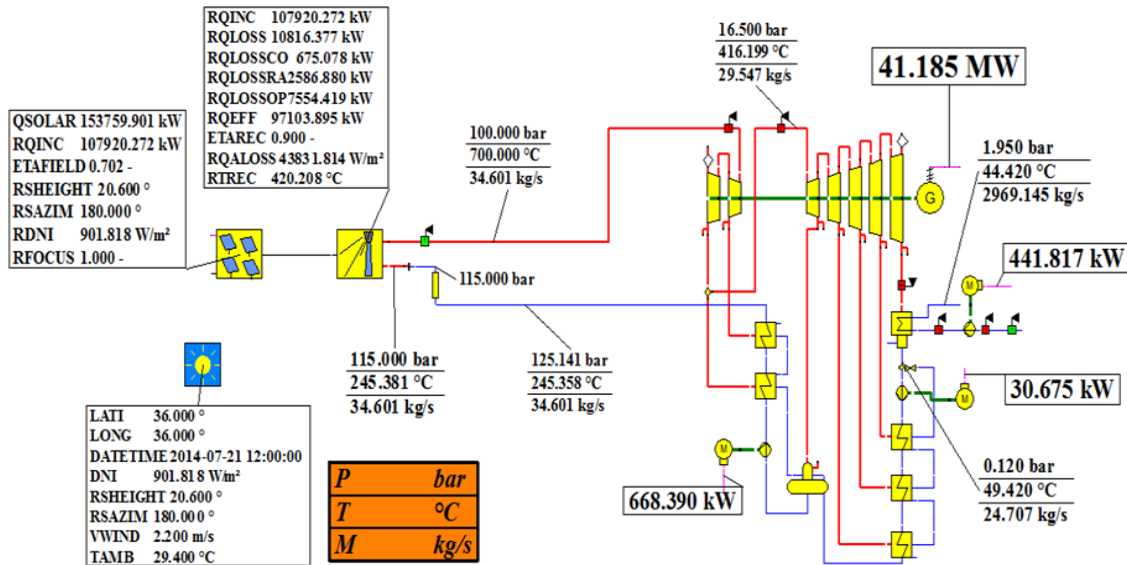
4. Sonuç ve Tartışma

Tasarlanmış olduğumuz güneş kulesi sitemi için öncelikle farklı kule çıkış sıcaklıklarına göre üretilen brüt güç miktarı ile pompa güç tüketimi incelenmiştir (Şekil 2). Yapılan bu analizler sonunda maksimum net güç üretiminin 1500°C de elde edildiği görülmektedir. Fakat gerek söz konusu sıcaklığın düzenli olarak elde edilmesindeki zorluklar, gerekse bu sıcaklıklarda yapısını koruyabilecek düşük maliyetli malzemelerin olmamasından dolayı pompa tüketimi ile brüt üretimin kesiştiği 700°C sıcaklığı kule çıkış sıcaklığı olarak alınmıştır. Sistemin çalışma şartları olarak T.C Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınan İskenderun bölgesi yıllık ortalama rüzgar (2,2 m/s) ve sıcaklık (29,4°C) değerleri kullanılmıştır.



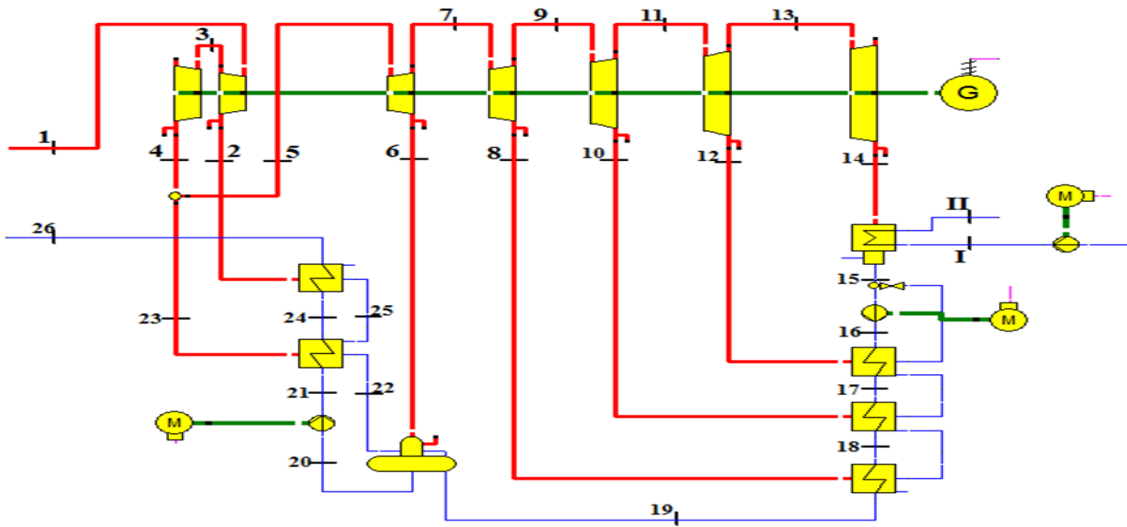
Şekil 2. Farklı Kule Çıkış Sıcaklıklarında Sistemin Üretebileceği Güç Ve Toplam Pompa Tüketimi

Tüm tasarım şartları belirlendikten sonra analize başlayan programdan her bir nokta için basınç, sıcaklık ve kütleli debi değerleri (Şekil 3) okunmuş olup sistemin her bir elemanındaki ısı, iş ve enerji verimi de program tarafından hesaplanmıştır.



Şekil 3. Sistem üzerindeki her bir noktadaki basınç, sıcaklık ve kütleli debi değerleri

Sistem elemanlarına tüm giriş çıkışlar numaralandırılarak (Şekil 4) bu noktalarda okunan değerler ile sistemin ekserji hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 4. Çevrim Elemanları Giriş ve Çıkış Numaralandırması

Ekserji hesaplamaları yapılırken her bir eleman öncelikle ayrı ayrı incelenmiş olup elde edilen

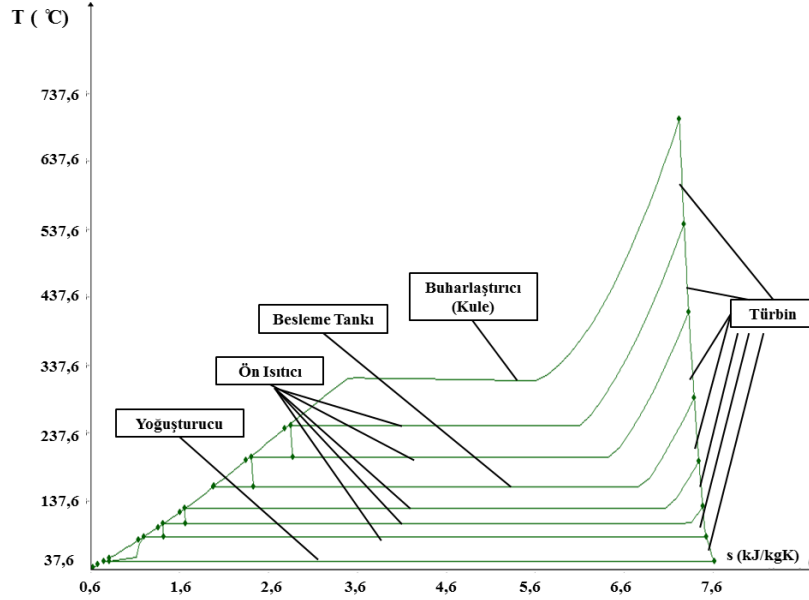
değerler ile tüm sistemin ekserji verimi hesaplanmıştır. Isı (\dot{Q}) ve gerçek iş ($\dot{W}_{gerçek}$) değerleri programdan okunmuş olup tersinir işin ($\dot{W}_{tersinir}$) hesaplanmasında Eşitlik 6 ve Eşitlik 8 kullanılmıştır. Ayrıca Eşitlik 1, Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 kullanılarak her bir sistem elemanına birim zamanda giren ve çıkan toplam ekserji değerleri (\dot{E}) hesaplanmış ve Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Çevrim Ekserji Analizi

	\dot{Q}	$\dot{W}_{gerçek}$	$\dot{W}_{tersinir}$	\dot{E}_{giren}	$\dot{E}_{çikan}$	$\dot{E}_{kayıp}$	ε
	kW	kW	kW	kW	kW	kW	%
Buharlaştırıcı (Kule) (1-26)	97103	---	---	78134	66149	11985	84,66
Türbin1 (1-2-3)	---	11041	11573	66150	65618	532	95,54
Türbin2 (3-4)	---	8233	8702	49785	49316	469	94,63
Türbin3 (5-6-7)	---	7320	7827	38460	37953	507	93,52
Türbin4 (7-8-9)	---	5000	5412	29143	28731	412	92,38
Türbin5 (9-10-11)	---	3415	3751	22754	22418	336	91,04
Türbin6 (11-12-13)	---	2704	2992	18364	18076	288	90,37
Türbin7 (13-14)	---	5188	5798	14590	13980	610	89,48
Isı Değiştirici1 (12-15-16-17)	3174	---	---	1487	1356	131	82,74
Isı Değiştirici2 (10-17-18)	2229	---	---	1956	1886	70	88,64
Isı Değiştirici3 (8-18-19)	2691	---	---	2725	2635	90	89,73
Isı Değiştirici4 (21-22-23-24)	5560	---	---	9023	8760	263	89,33
Isı Değiştirici5 (2-24-25-26)	7483	---	---	12434	11953	481	87,44
Pompa1 (20-21)	---	566	495	5511	5440	71	87,45
Pompa2 (15-16)	---	26	21	573	568	5	84,62
Pompa3 (II-I)	---	375	309	33547	33481	66	82,40
Yoğuşturucu (I-II)	54708	---	---	42273	41192	1081	87,10
Karışım Tankı (6-19-20-22)	---	---	---	5135	4945	190	97,27

Tüm sistem elemanlarında okunan sıcaklık ve entropi değerleri ile elde edilen sıcaklık - entropi

grafığı Şekil 5 de verilmekte olup kullanılan ara ısıtıcılar ve türbinler grafik üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 5. Sistem Sıcaklık Entropi Diyagramı

Enerji bakımında dışa bağımlı olan ülkemizin yüksek miktarlarda yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olması devlet yetkililerini ve araştırmacıları bölgelerin yenilenebilir enerji potansiyelini keşfetmeye ve yeni teknolojilerin kullanılmasıyla elde edilecek durumların belirlenmesine hız kazandırmıştır. Tüm dünyada hızla tükenmekte olan fosil yakıt rezervleri, iklim değişikliği, küresel ısınma ve hava kirliliğinden kaynaklı sağlık sorunlarının artması bu sistemlerin önemini daha net gözler önüne sermektedir.

Tüm bu olumsuz şartlar göz önünde bulundurulduğunda yüksek güneşlenme saatine sahip bölgelerden biri olan Akdeniz Hatay ili İskenderun bölgesinde, 36° enlem ve 36° boylamda bulunan bölgede güneş kulesi sitemi tasarımı üzerine analizler yapılmıştır. Çevresel faktörler, bölgenin turizm potansiyeli ve kurulum için yeterli alanın bulunmasında yaşanan zorluklardan dolayı sistemin tasarımı için deniz üzerinde bir bölge seçilmiştir. Deniz üzerinde tasarlanmış olan sistem EBSILON yazılımı ile simüle edilmiştir. Analizlerde başlangıç koşulları olarak yıllık ortalama rüzgar hızı (2,2 m/s) ve çevre sıcaklığı ($29,4^\circ\text{C}$) değerleri kullanılmıştır. Kule çıkış sıcaklığı olarak farklı sıcaklıklar denenmiş olup malzemelerin materyal yapılarından kaynaklı kısıtlamalar ve maliyet gibi etkenlerde göz önünde bulundurulmuş ve kule çıkış sıcaklığı olarak brüt üretim ile net tüketimin kesiştiği nokta olan 700°C sıcaklığı alınmıştır. Tüm bu şartlara göre sistem analizi yapıldığında elde edilen sonuçlar ve yapılmış olan hesaplamalar sonunda 41,18 MW brüt elektrik enerjisi üretiminin mümkün olabileceği görülmüştür. Sistemin gerçek iş, ısı ve enerji verimi gibi termodinamiğin birinci kanun analizleri de ayrıca program tarafından hesaplanmış olup sistemin birinci kanun veriminin yaklaşık %44,18 olduğu görülmüştür. Ekserjinin genel formülleri kullanılarak her bir ekipman için birim zamanda giren ve çıkan

toplam ekserji değerleri hesaplanarak tabloda verilmiştir. Ayrıca ekserjinin genel formülü (Eşitlik 12) kullanılarak, tüm sistemin ekserji verimi %63,87 olarak hesaplanmıştır.

Referanslar

- [1] Görez T., Alkan A., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerji Potansiyeli
- [2] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Enerji Raporu 2012
- [3] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 Bütçe Sunumu Raporu
- [4] Garbrecht O., Al-Sibai F., Kneer R., Wieghardt K., CFD-simulation of a new receiver design for a molten salt solar power tower, Solar Energy Volume 90, April 2013, Pages 94-106
- [5] Altuntop N., Enerji Dergisi, 03.12.2012 Tarihli Röportaj
- [6] Kıncay O., Akbulut U., Güneş Kuleleri Sunumu
- [7] Yağlı H., Koç Y., Çevik M., Demir S., Yıldırım M. A., Souksu M. C., Yıldız E., Koç A., Akdeniz Üzerinde Güneş Kulesinin Tasarımı ve Analizi, International Conferance On Clean Energy (ICCI'14), 2014.
- [8] Buldum BB., Külekçi MK., Mersin İlinin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Mevcut Durumu. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES'2008). 17-19 Aralık 2008 İstanbul
- [9] <http://www.altungroup.com/index.php/guneslenme>
- [10] T.C. Orman ve Su İşleri Genel Müdürlüğü İskenderun Meteoroloji Müdürlüğü
- [11] Litvanyalı H., Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Teknolojileri, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi Enerji Enstitüsü Sunumu, Nisan 2011