

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ GIDA ÜRETİM SİSTEMLERİNDE KULLANIMI

Neslihan Çolak¹, Arif Hepbaşlı²

¹ Ege Üniversitesi

Güneş Enerjisi Enstitüsü

35100 Bornova, İzmir

colakn@bornova.ege.edu.tr

² Ege Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü

35100 Bornova, İzmir

hepbasli@bornova.ege.edu.tr

Özet: Ülkemizde ve dünya ülkelerinde sosyal ve ekonomik kalkınmanın en sağlıklı göstergesi olan enerjiye gün geçtikçe daha fazla önem duyulması, enerji verimliliği çalışmalarının ve alternatif enerji kaynaklarının önemini artırmaktadır. Tüm dünyadaki gıda gereksiniminin önümüzdeki 50 yıl içinde iki katına çıkması beklenmektedir. Bu nedenle, gıda üretiminin sürdürülebilirliğinin tartışılması çok önemlidir. Bunun için de gıda üreten sistemlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik çalışmalar önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, öncelikle, gıda sistemlerinde uygulanan temel işlemler belirtilmiş, daha sonra bu işlemler için gerekli olan enerji çeşitleri ele alınmış ve gıda üretim sistemlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanakları tartışılmıştır.

1. Giriş

Gelir düzeyinin yükselmesi ve nüfusun artmasına paralel olarak enerji tüketimi artmaktadır. Bugün kullandığımız enerjinin büyük bir çoğunluğu fosil yakıtlardan (petrol, kömür, doğalgaz gibi) elde edilmektedir. Bununla birlikte, bugünkü dünya sıvı fosil yakıt (petrol ve doğal gaz) üretimi 2012 yılına kadar azalacaktır. Enerji tüketiminin artması ile birlikte evrendeki iklim değişikliğine bağlı olarak emisyonların sera etkisi artacaktır [1].

Yenilenebilir enerji teknolojileri güneş enerjisinin ve yeryüzüne doğrudan ve dolaylı etkilerini (güneş ışınımı, rüzgar ve akarsu) kullanırlar. Yenilenebilir enerji kaynakları büyük bir enerji potansiyeline sahiptir, ancak bu enerji tümüyle elde edilebilir değildir, büyük bir kısmı süreksizdir ve belirgin bölgesel farklılıklara sahiptir. Tüm bu zorluklar teknolojik ve ekonomik yöntemlerle aşılabılır. Pek çok ülkede, günümüzde, güneş, rüzgar ve diğer yenilenebilir enerji teknolojileri temiz bir enerji geleceği için çözüm yolu olarak görülmektedir [2].

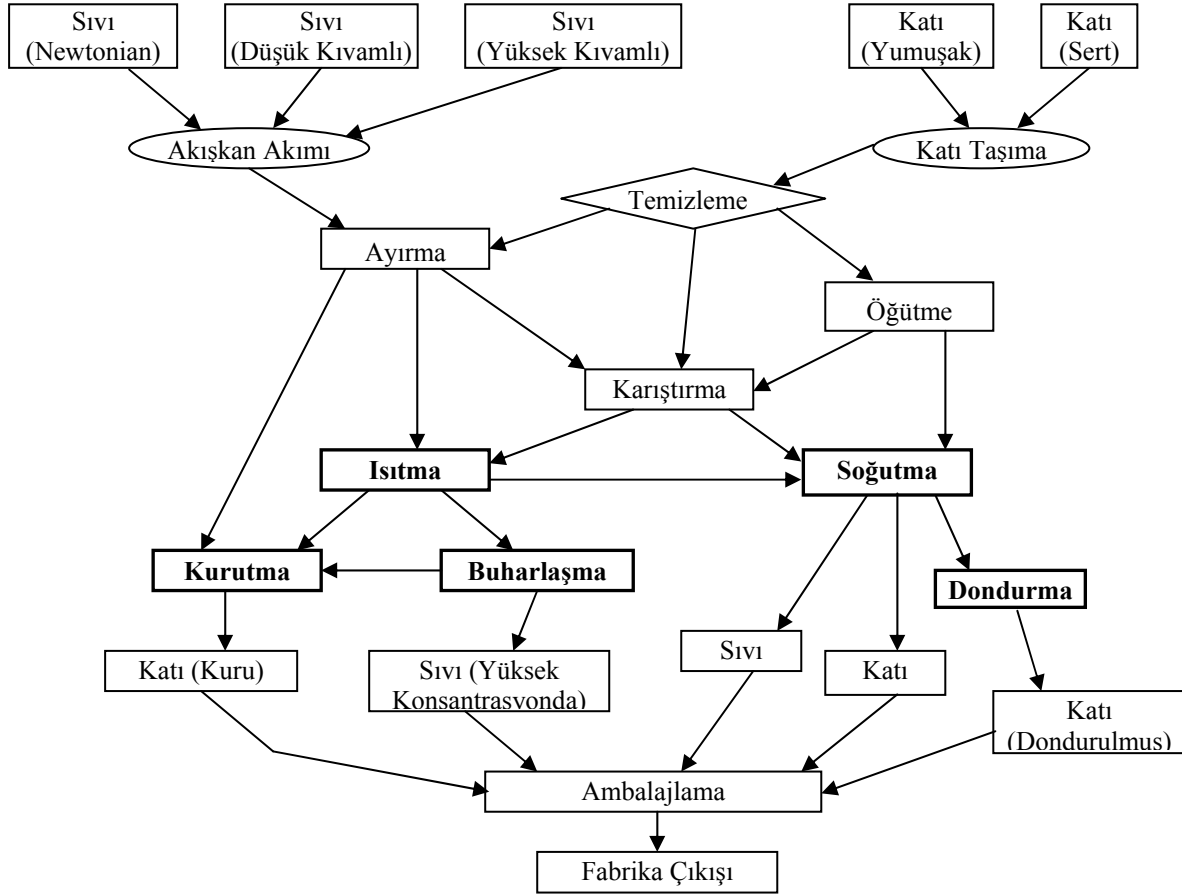
Gıda üretimi için toprak ve su gibi doğal kaynaklar yanında, doğal kaynaklar tarafından sağlanan enerji de gereklidir. Tüm dünyadaki gıda gereksiniminin önümüzdeki 50 yıl içinde iki katına çıkması beklenmektedir. Bu nedenden ötürü, gıda üretiminin sürdürülebilirliğinin tartışılması büyük önem taşımaktadır [3,4]. Gıda üreten tesislerde, ısıtma ve soğutma işlemleri, dondurma, makinelerin çalıştırılması (mekanik enerji) ve elektro-kimyasal prosesler için değişik enerji türlerine gereksinim duyulmaktadır.

Gıda sektörü Standart Endüstriyel Sınıflandırma (SIC) tarafından 20 kodu ile tanınmıştır ve 9 SIC endüstri grubuna ayrılmıştır. Bu gruplar, Tablo 1'de gösterilmiştir [5].

Tablo.1 SIC tarafından gruplandırılan gıda endüstrisi dalları

201	Et Ürünleri
202	Süt Ürünleri
203	Meyve ve Sebze Ürünleri
204	İşlenmiş Tahıl Ürünleri
205	Fırıncılık Ürünleri
206	Şeker ve Şekerlemeler
207	Bitkisel ve Hayvansal Yağlar
208	İçecekler
209	Karışık Gıdalar ve Benzeri Ürünler

Çeşitli ürünlerin üretilmesi sırasında, uygulanan tüm işlemleri içeren tek tip bir gıda maddeleri üretim tesisi tanımlamak mümkün değildir; işlenen madde tipleri, ilgili işlemler ve modern bir tesiste üretilen ürün tipleri arasında pek çok farklılık vardır. Bununla birlikte, modern bir gıda sanayinde bulunan en önemli temel işlemleri içeren bir gıda üretim tesisi şematik olarak Şekil 1’de verilmiştir [6]. Bu işlemlerden; ısıtma, buharlaşma ve kurutma işlemlerde genellikle yakıt kullanılmakta olup, soğutma, dondurma ve diğer işlemlerde ise, elektrik enerjisi tüketilmektedir.



Şekil 1. Bir gıda işleme fabrikasında genel olarak uygulanan işlemlerin şematik gösterilişi

Gıda endüstrisi, gıdaların tazeliğinin ve güvenilirliğinin sağlanması için gerekli işlemlerde kullanılmak üzere enerjiye bağımlıdır. Isıl işlemler ve kurutma, gıdaların korunması için kullanılan en yaygın tekniklerdir ve önemli miktarda enerji gereksinimi olan proseslerdir. Gıda endüstrisinde toplam enerjinin % 29'u ısıtma işlemleri için, % 16'sı soğutma ve dondurma işlemleri için kullanılmaktadır [5]. Prosesler için gereken sıcaklığın 200 °C'nin altında olması nedeniyle, buhar veya sıcak sulu ısıtma sistemleri yaygın olarak kullanılmaktadır [7].

Gıdaların korunması, sıkı sıcaklık kontrollerine bağlıdır. Endüstrinin kullandığı elektriğin önemli bir bölümü dondurma prosesleri için kullanılmaktadır. Kurutma işlemleri, genellikle fosil yakıtlar kullanılarak yapılır. Eski kurutma sistemleri enerji verimliliği göz ardı edilerek tasarlanmıştır. Yeni sistemler ise, nemli havanın yeniden kullanımı ve ısı enerjisinin geri kazanımını sağlayan ekipmanlarla tasarlanmakta olup, bu sistemlerde enerji kullanımı % 40 daha azdır. Gıda işleme proseslerinde, % 48'i makinelerin çalışması, % 25'i soğutma ve dondurma işlemleri için olmak üzere, elektriğin %78'ini kullanılmaktadır. Üretimin dışında, aydınlatma, mekan ısıtma, havalandırma gibi işlemler için de % 12-16 dolayında elektrik tüketimi söz konusudur. Fuel-oil'in başlıca kullanımının payı ise, yakıt ve üretim dışı kullanım olarak, hemen hemen eşit olmak üzere, % 42 dolayındadır [5].

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının yakıt tüketimi gereken işlemlerde alternatif olarak kullanılabilirliği tartışılmıştır. Bu çerçevede, gıda üretim sistemlerinde kullanım alanı olan alternatif enerji kaynakları sırasıyla ele alınacak, bu alanda yapılmış çalışmalar özetlenecek ve neler yapılabileceği tartışılacaktır.

2. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Gıda Üretim Sistemlerinde Kullanımı

2.1. Güneş Enerjisi

Tarih öncesi zamandan beri, güneş altında sererek kurutma, tarım ürünlerinin, özellikle meyve-sebzelerin muhafaza edilmesi için kullanılan bir tekniktir [8,9]. Enerji kaynağı bedava ve yenilenebilir olduğu için, bu yöntem oldukça ekonomiktir. Bununla birlikte, kurutma tekniğinde ürün, mikrobiyal kontaminasyona, mikroorganizma gelişmesine ve böcek istilasına açıktır, ayrıca ürünün beslenme değerinde azalma meydana gelir [8-10]. Bu olumsuzluklar nedeniyle, günümüzde kontrollü şartlar altında kurutma tekniği yaygın olarak kullanılmaktadır [11,12].

Pek çok pratik uygulamada kurutma, yüksek enerji girdisi olan bir prosestir. Üretim sektöründe kullanılan toplam enerjinin ortalama % 12'si endüstriyel kurutucular tarafından tüketilmektedir. Kurutma işleminin gerektiği üretim sektöründe kurutma maliyeti toplam maliyetin % 60-70'ini oluşturmaktadır [13]. Güneş enerjisi ile gıda kurutma üzerine çeşitli bilimsel çalışmalar mevcut olmakla birlikte, sanayide uygulama alanı oldukça sınırlıdır.

Güneş enerjisi ile su ısıtma sistemlerinin gıda sistemlerinde kullanımı üzerinde düşünülecek olursa pek çok kısıtlayıcı faktör olduğu görülebilir. Güneşin olmadığı saatlerde ısıtma suyu ihtiyacının karşılanması bir problem olacaktır. İstenilen miktar ve sıcaklıktaki su eldesi için, enerji takviyesi de göz önünde bulundurularak maliyet hesaplaması yapılmalı ve buna göre karar verilmelidir.

2.2. Biyokütle Enerjisi

Gıda endüstrisi, ham maddenin bir kısmı yenilebilir özellikte olmadığı için, önemli miktarda katı atık oluşturan bir sektördür. Bu atıkların başka bir şekilde işlenmesi önemli faydalar sağlar. Bazı ek işlemlerle bu atıklar düşük değerdeki konumdan biyoyakıtlar için hammadde durumuna getirilebilir [14]. Gelişmekte olan ülkelerde, biyokütle fazla miktarda üretilmekte fakat tam olarak işlenmemektedir [15].

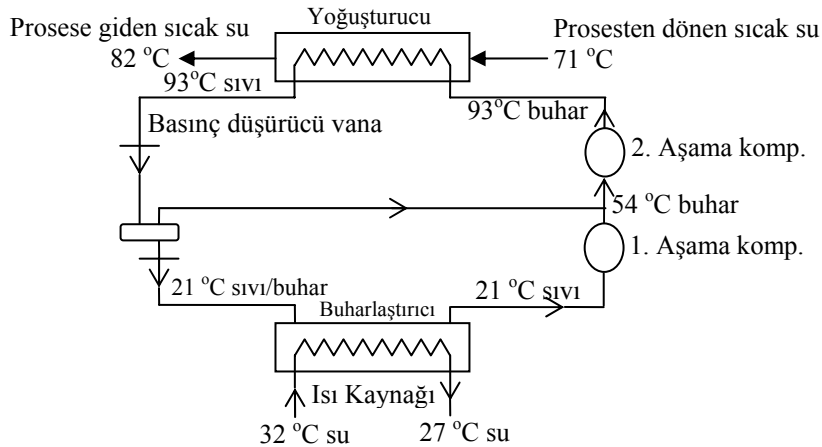
Mısır, pamuk, soya, ayçiçeği ve tütün gibi tohumlardan elde edilen yağlar yenilenebilir yakıtlardır. Örneğin, domates çekirdeği salça üretim endüstrisinin en önemli yan ürünüdür ve alternatif yakıt üretimi için potansiyel bir hammadde. Salça üretiminde %7.0-7.5 katı atık oluşur ve bunun %71-72'si domates kabuğu ve çekirdekleridir. Bu çekirdekler pulptan sedimentasyon sistemi ile ayrılabilir ve kurutulduktan sonra yağ ekstraksiyonu için kullanılır [14].

Tarımsal artıklardan biri olan şeker kamışı atığı özel olarak, üretiminin bol olması nedeniyle çok ilgi çekici bir yenilenebilir enerji kaynağıdır [15].

2.3. Isı Pompalarının Kullanımı

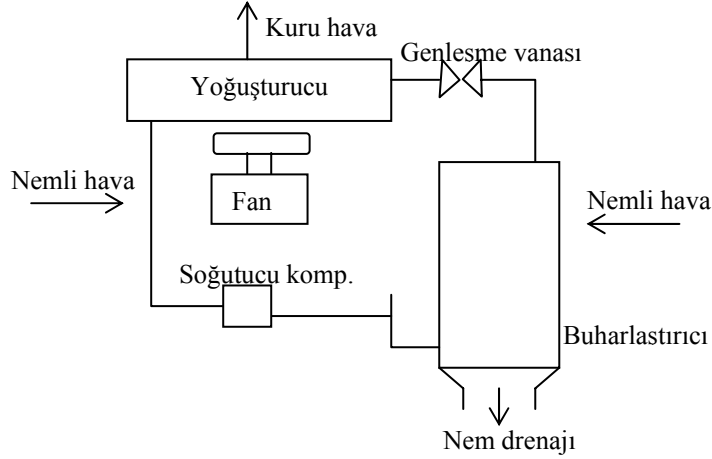
Isı pompalarının enerji kullanım verimliliklerinin, elektrik enerjisi kullanan sistemlere göre 3-6 kat, buhar kazanlarına göre 2 kat daha yararlı olduğu da dikkate alınırsa, gelişmiş ülkelerde geniş kullanımı olan ısı pompalarından yararlanmanın ülkemizde de yaygınlaştırılması ile, önemli miktarlarda enerji tasarrufunun sağlanacağı söylenebilir [16].

Şekil 2'de verilen iki kademeli sıkıştırma yapılan sıvı-sıvı bir ısı pompasıyla 32 °C'deki atık suyun enerjisi geri kazanılarak, 82 °C'de sıcak su elde edilmektedir [7,17].



Şekil 2. Sıvı-sıvı ısı geri kazanımlı ısı pompası sistemi [7]

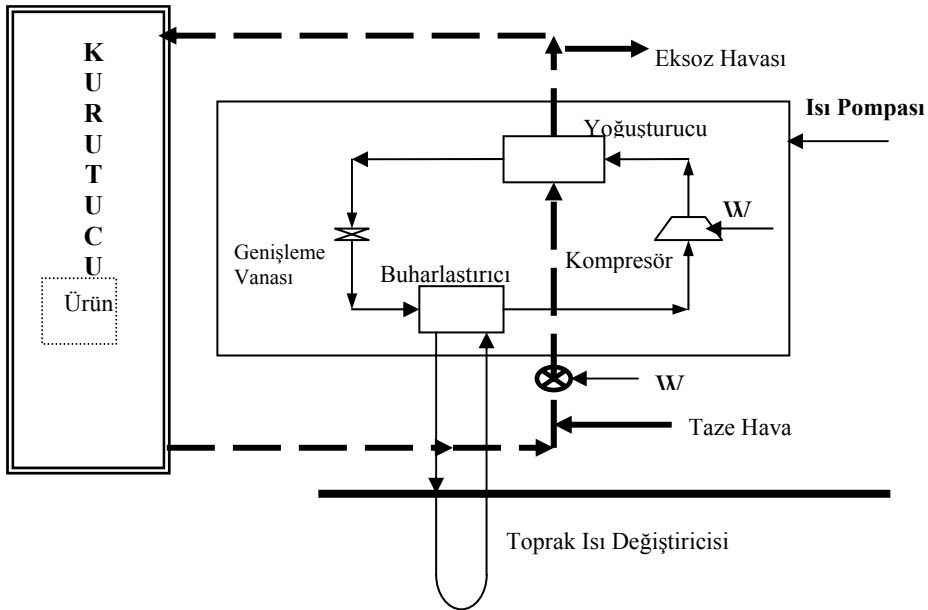
Şekil 3'de gösterilen hava-hava geri kazanımlı ısı pompası kullanılan kurutucuda eksoz edilen gazların ısısından faydalanılarak kurutma havası ısıtılmaktadır. Nemli hava ısı pompası evaporatöründen geçip, çığ noktası sıcaklığının altına soğutulduğunda hem duyulur hem gizli ısı çekişi sağlanmaktadır. Bu sistemle % 50 enerji tasarrufu sağlanması mümkündür [7,18].



Şekil 3. Hava-hava ısı geri kazanımlı ısı pompası kullanılan bir kurutucu [16]

Özyurt ve Diğ. [16] tarafından yapılan bir çalışmada, ısı pompasının hem ısıtma hem soğutma özelliğinden faydalanılmış, peynire işlenecek süt pastörizasyonunda ve pastörize edilen sütün mayalanma sıcaklığına soğutulmasında kullanılmak üzere 200 kg/h kapasiteli, plakalı, rejenerasyon bölümüne sahip ısı pompası deney düzeneği kurulmuştur. Yapılan deneyler sonucunda, ısı pompası sisteminin enerji tasarrufu açısından çift cidarlı sistem ve plakalı ısı değiştiriciden daha olduğu sonucuna varılmıştır.

Hancıoğlu ve Diğ. [19] tarafından yapılan bir çalışmada, ısı pompası ve kurutucu olmak üzere iki mühendislik sisteminin birleşimi olan ısı pompası destekli kurutma sisteminin performansı araştırılmıştır. Şekil 4' de gösterildiği gibi, yer kaynaklı ısı pompalı kurutma (YKIPK) sistemi, üç ana gruptan oluşmaktadır. Bunlar; toprak kaynaklı ısı değiştiricisi, ısı pompası ve kurutucu kabindir. Yer (toprak) kaynaklı ısı pompalı kısımda; su-soğutucu akışkan ve kurutucu-ısı pompası kısmında ise, hava-soğutucu akışkan çevrimi söz konusudur.



Şekil 4. Isı pompalı kurutucunun şematik gösterilimi [19]

3. Sonuç ve Tartışma

Pek çok sektörde olduğu gibi, gıda sektöründe de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, petrol dış bağımlılığını ve çevre kirlenmesini azaltacak, aynı zamanda ürün maliyetinin azalmasını sağlayacaktır. Gıda sanayinde kurutma sektöründe güneş enerjisi ve ısı pompası kullanan modern tesislerin kurulması, atık ısıların değerlendirilmesi için ısı pompası sistemlerinden yararlanılması ve gıda fabrikalarından çıkan organik atıkların biyoyakıt veya biyagaz hammaddesi olarak kullanımını sağlayan sistemlerin kurulması bu alanda yapılabilecek işlemlerden bazılarıdır.

Üniversite-sanayi ortak projeleri oluşturularak, gıda sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım olanakları geniş kapsamlı olarak incelenmeli, tüm ekonomik faktörler göz önünde bulundurularak, ülkemiz koşullarına uygun sistemlerin yaygın kullanımına ivme verilmelidir.

4. Kaynaklar

- [1] Yusoff S., “Renewable energy from palm oil – innovation on effective utilization of waste”, *Journal of Cleaner Production*, (Baskıda)
- [2] Kalogirou S.A., “Environmental benefits of domestic solar energy systems”, *Energy Conversion & Management*, 45, s. 3075-3092, 2004
- [3] Tilman D., Cassman K.G., Matson P.A., Naylor R., Polasky S., “Agricultural sustainability and intensive production practices”, *Nature*, 418, s. 671-677, 2002
- [4] Gerbens-Leenes P.W., Moll H.C., Schoot Uiterkamp A.J.M., “Design and development of a measuring method for environmental sustainability in food production systems”, *Ecological Economics*, 46, s. 231-248, 2003
- [5] Okos M., Rao N., Drecher S., Rode M., Kozak J., *Energy usage in the food industry*, American Council for an Energy-Efficient Economy, 1998
- [6] Singh, R.P., Heldman, D.R.; *Introduction to Food Engineering*. Second Edition. Academic Pres, Inc., USA, 1993
- [7] Bilge D., Heperkan H., Üstündağ Y., “Gıda endüstrisinde enerji geri kazanım sistemlerinin incelenmesi ve uygulanması”, *TESKON 97*, 1997
- [8] Madhlopa, A., Jones, S.A., Kalenga Saka, J.D., “A solar air heater with composite-absorber systems for food dehydration”, *Renewable Energy*, 27, s. 27-37, 2002
- [9] Ratti, C., Mujumdar, A.S., “Solar drying of foods: modeling and numerical simulation”, *J. Solar Energy*, 60(3-4), s. 151-157, 1997
- [10] Ayensu, A., “Dehydration of food crops using a solar dryer with convective heat flow”, *J. Solar Energy*, 59(4-6), s. 121-126, 1997
- [11] Cemeroglu, B., Acar, J.; *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi*. Gıda Teknolojisi Derneği Yayını, Yayın No:6, Ankara, 1986
- [12] Singh, R.P., Heldman, D.R.; *Introduction to Food Engineering*. Second Edition. Academic Pres, Inc., USA, 1993
- [13] Syahrul, S., Hamdullahpur, F., Dincer, I., “Exergy analysis of fluidized bed drying of moist particles”, *Exergy*, 2, s. 87-98, 2002
- [14] Giannelos P.N., Szizas S., Lois E., Zannikos F., Anastopoulos G., “Physical, chemical and fuel related properties of tomato seed oil for evaluating its direct use in diesel engines”, *Industrial Crops and Products* (Baskıda)
- [15] Dellepiane D., Bosio B., Arato E., “Clean energy from sugarcane waste: feasibility study of an innovative application of bagasse and barbojo”, *Journal of Power Sources*, 122, s. 47-56, 2003
- [16] Özyurt Ö., Çomaklı Ö., Çağlar A., “Süt pastörizasyonunda kullanılan ısı pompası sisteminin termodinamik açıdan incelenmesi”, 12. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, s. 18-23, Sakarya, 28-29 Şubat 2000
- [17] Üstündağ Y., *Gıda endüstrisinde enerji geri kazanım sistemlerinin incelenmesi ve uygulanması*, YTÜ yüksek lisans tezi, İstanbul, 1995
- [18] Reay D.A., *Industrial Energy Conservation, A Handbook for Engineers and Managers*, Pergamon Press, 1977
- [19] Hancıoğlu E., Akdemir Ö., Hepbaşı A., “Yer kaynaklı (jeotermal) ısı pompalı bir kurutucunun ekserji analizi”, 1. Ege Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 22-24 Mayıs, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, s. 101-107, 2003