

# LNG'NİN KRİYOJENİK ENERJİSİNİ KULLANAN GÜÇ ÇEVİRİMİNİN ANALİZİ

H. Kürşad ERSOY  
S. Orkun DEMİRPOLAT

## ÖZET

Bu çalışmada, LNG alım terminallerinde, LNG'nin doğalgaza dönüştürülmesi esnasında, açık-kapalı bileşik Rankine çevrimiyle güç üretimi araştırılmıştır. Kapalı Rankine çevriminde propan, açık Rankine çevriminde ise metan, aracı akışkan olarak düşünülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre, Türbin giriş basınçlarının ve evaporatör çıkış sıcaklığının artmasıyla, kondenser çıkış sıcaklığının ise azalmasıyla, LNG'nin kriyojenik enerjisini kullanan kapalı Rankine ve açık-kapalı bileşik Rankine çevriminden elde edilecek iş miktarının arttığı tespit edilmiştir. Marmara Ereğlisi LNG Alım Terminali'nden (LNGMAT) temin edilen veriler kullanılarak, LNG'nin kriyojenik enerjisini kullanan bileşik çevrim ile terminalde üretilebilecek güç miktarı da belirlenmiştir. Buna göre aracı akışkan olarak propanın kullanıldığı kapalı Rankine çevriminde türbin giriş basıncı 4.74 bar, kondenser çıkış sıcaklığı 193 K, evaporatör çıkış sıcaklığı 273 K alındığında ve açık Rankine çevriminde LNG'nin türbin giriş basıncı ise 150 bar seçildiğinde bileşik çevrimin, LNGMAT'da, toplam 12.43 MW'lık güç üretebileceği bulunmuştur

## 1. GİRİŞ

Türkiye, tükettiği enerjinin % 23'ünü doğal gazdan karşılamakta ve bunun % 20'sini ise halen LNG olarak ithal etmektedir. 1994 yılında işletmeye alınan Tekirdağ Marmara Ereğlisi'nde bulunan Botaş LNG Alım Terminali 2006 yılında ~ 4.4 milyar Nm<sup>3</sup> doğal gazı tüketim hattına göndermiştir [1]. Ülkemizde ikinci LNG alım terminali ise bu yıl hizmete giren 10 milyar Nm<sup>3</sup>/yıl kapasiteye sahip İzmir Aliağa LNG Alım Terminali'dir [2]. Doğalgazı sıvılaştırmak için 850 kWh/tonLNG enerji tüketilirken, terminallerde LNG'nin tekrar gazlaştırılması esnasında, LNG'nin kriyojenik enerjisinden faydalanılarak 240 kWh/tonLNG elektrik enerjisi üretilebilir [3]. Son yıllarda LNG alım terminallerinde güç üretimi üzerine çalışmaların yoğunlaşması ve bu konunun iki adet (toplam ~16 milyar Nm<sup>3</sup>/yıl kapasiteli) LNG alım terminallerine sahip olan Türkiye'yi de yakından ilgilendirmesi, bu çalışmanın çıkış noktasıdır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

LNG'nin kriyojenik ekserjisinin kullanımı için Liu ve You [3], düşük(5 bar), orta(20 bar) ve yüksek basınçlı(70 bar) üç ayrı karma çevrim önerdiler. Yüksek basınçlı karma çevrimde; LNG'nin önce propan kullanan Rankine güç çevriminin kondenserinden atılan ısı ile daha sonra deniz suyu ile gazlaştırılacağını ifade ettiler. Tekrar gaz durumuna gelen LNG'nin bir bölümü tüketim hattına verilirken diğer bölümü bir türbinden geçirilerek tekrar LNG'nin ön ısıtılmasında kullanılmak üzere LNG hattına gönderildi. 450 MW gücündeki bir çevrimin ~150 t/h LNG tükettiğini, orta basınçlı karma çevrim kullanıldığında ise 11.7 MW gücünde bir enerji geri kazanımı olacağını belirttiler.

Bisio ve Tagliafico [4] ise, güç çevriminde ısı veriminin, maksimum ve minimum sıcaklıklara (Yüksek sıcaklıktaki ısı kaynağı ile düşük sıcaklıktaki ısı kaynağı sıcaklıklarına) bağlı olduğunu, LNG gazlaştırma tesislerinde  $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$  civarındaki ortamı düşük sıcaklıktaki ısı kaynağı olarak kullanmanın güç çevriminin verimini teorik olarak yaklaşık %13 artıracığını ifade ettiler.

Qiang ve ark. da [5], güç üretimi esnasında düşük sıcaklıktaki ısı kaynağının sıcaklığının ısı verime etkisini araştırdılar. LNG gazlaştırma tesislerinde Rankine çevrimi ile güç üretimini incelemek için,  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  ile  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında çalışan Rankine güç çevriminde akışkan olarak propan kullanıldığını düşündüler. LNG önce Rankine çevriminin kondenserinden atılan ısı ile sonra deniz suyu ile gazlaştırıldıktan sonra bir türbinden geçirilerek tüketim hattına gönderildi( açık- kapalı bileşik Rankine çevrimi). Böylece hem Rankine çevriminin verimi arttı hem de gazlaştırma için gerekli enerji karşılanmış oldu. Türbin giriş basıncının yükseltilmesi ve yoğunlaşma sıcaklığının düşürülmesi ile ısı ve ekserji verimini % 30-40 oranında arttırılabileceğini de vurguladılar.

Cho ve ark. [6], LNG alım terminallerinde LNG'nin buharlaştırılması için ısıya ihtiyaç varken, bir güç çevriminin ise çevreye ısı atması gerektiğini vurguladılar. Bu durumda LNG alım terminali ve güç üretim tesisinin dikkatli bir entegrasyonunun bir sinerji oluşturabileceğini belirttiler. Bu birleşmenin güç üretimini artıracığını, bakım ve işletme maliyetini ise %20-25 civarında düşüreceğini ifade ettiler.

Demirpolat ve Ersoy [7], LNG alım terminallerinde, açık Rankine çevrimi uygulaması ile terminalin sıvı pompalarında halen tüketilen enerjinin %91'inin karşılanabileceğini, bunun da LNGMAT'daki ikinci kademe sıvı pompaları için gerekli güce eşdeğer olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışmada ise, LNG alım terminalinde, doğalgazı tüketmeden, sadece soğuk enerjisinden faydalanarak güç üretim metotlarından olan açık-kapalı bileşik Rankine çevrimi türbin giriş basınçlarının, buharlaştırıcı ve kondenser sıcaklıklarına bağlı olarak araştırılacaktır. Ayrıca elde edilen neticeler LNGMAT'dan temin edilen veriler kullanılarak, bu terminalde üretilebilecek güç miktarı da belirlenecektir.

### 3. LNG ALIM TERMINALLERİNDE, AÇIK-KAPALI BİLEŞİK RANKİNE ÇEVİRİMİ İLE GÜÇ ÜRETİMİ

Yakın bir gelecekte muhtemelen LNG tüketiminin artması nedeniyle, çevre sıcaklığından daha düşük sıcaklıkta ve sıvı fazda bulunan LNG'nin fiziksel ekserjisinin kullanımı daha önemli hale gelecektir [4]. Açık-kapalı bileşik Rankine çevrimi tesisat şeması Şekil 1'de ve P-h diyagramı ise Şekil 2'de sunulmuştur. Şekil 1'de tesisat şemasının alt tarafında LNG gazlaştırma prosesi, sol üstte kapalı Rankine çevrimi, sağ üstte ise açık Rankine çevrimi gösterilmiştir. Kapalı Rankine çevriminde propan, açık Rankine çevriminde ise doğal gaz (metan) dolaşmaktadır. Kriyojenik sıcaklığa sahip olan LNG düşük sıcaklıktaki enerji kaynağı, deniz suyu ise yüksek sıcaklıktaki enerji kaynağı olarak düşünülerek, bu iki sıcaklık(kaynak) arasında çalışan bir Kapalı Rankine çevrimi (a-b-c-d) öngörülebilir. LNG, tüketim hattı için gerekli basınç değerinin üzerinde bir basınca, ilave bir sıvı pompası ( $P_3$ ) ile çıkarılır. Yüksek basınçlı LNG gazlaştırıldıktan sonra bir türbinden (Türbin-2) geçirilerek güç üretilirken, basıncı, doğal gaz tüketim hattı basıncına kadar düşürülür, yani açık Rankine çevrimi (3-4-6-7) gerçekleştirilir. LNG hattında gazlaştırma işlemi için kullanılan Buharlaştırıcı-1, kapalı Rankine çevrimi için kondenser görevini yapmaktadır. Tesise enerjinin korunumu kanunu uygulanırsa:

Tesisten elde edilecek net güç  $W_{net}$ ,

$$W_{net} = (W_{T1} - W_{P4}) + (W_{T2} - (W_{P1} + W_{P2} + W_{P3})). \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

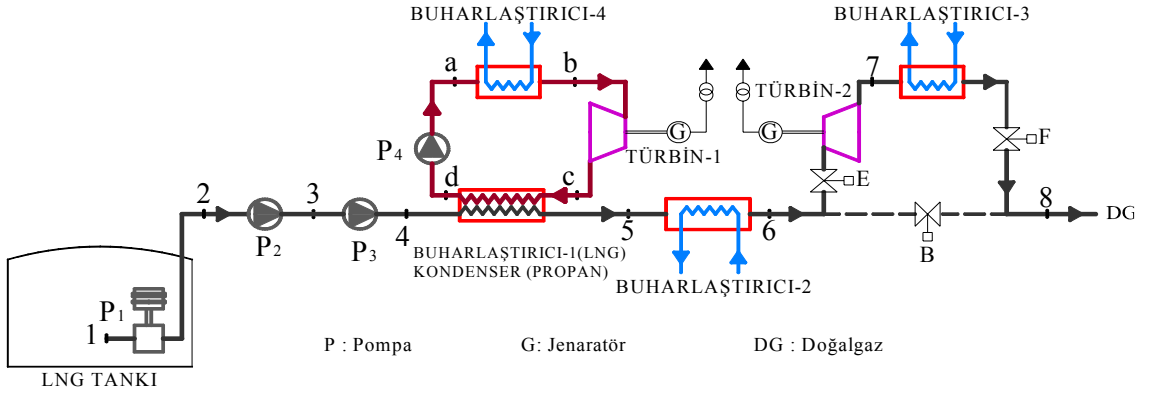
$$W_{net} = m_{propan}((h_b - h_c) - (h_a - h_d)) + m_{LNG}((h_6 - h_7) - (h_4 - h_1)). \quad (\text{kW}) \quad (2)$$

Bileşik sisteme dışarıdan verilen toplam ısı miktarı  $Q_{top}$  ve ısı verimi  $\eta_{sist}$ ,

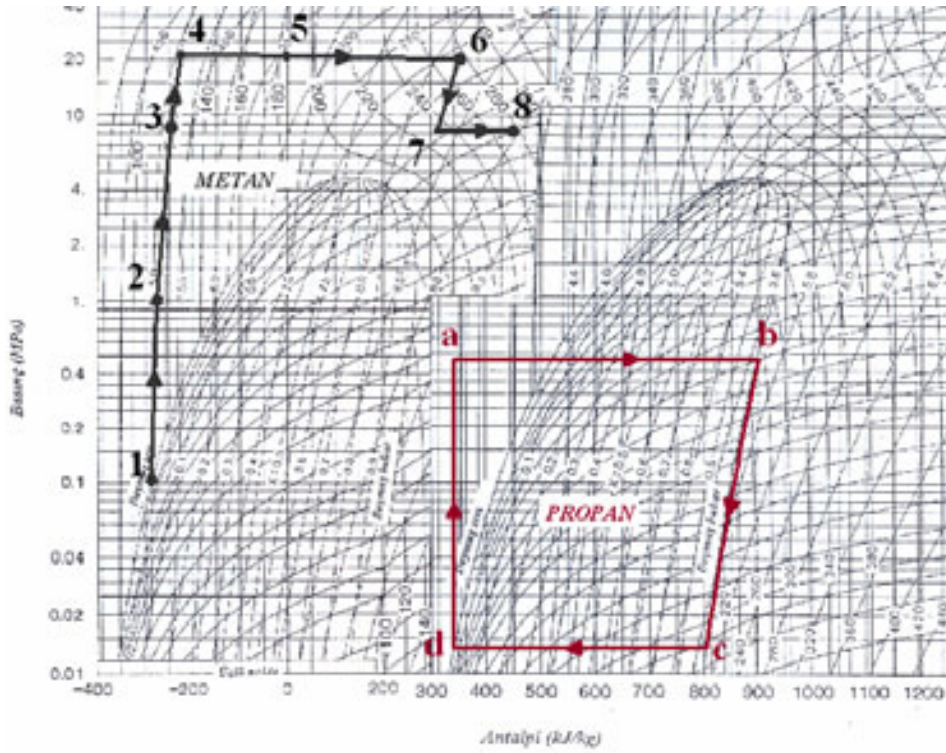
$$Q_{top} = Q_2 + Q_3 + Q_4 \quad (\text{kW}) \quad (3)$$

$$Q_{top} = m_{LNG}((h_6 - h_5) + (h_8 - h_7)) + m_{propan}(h_b - h_a) \quad (\text{kW}) \quad (4)$$

$$\eta_{sist} = W_{net} / Q_{top} \quad (5)$$



Şekil 1. Terminalde açık-kapalı bileşik Rankine metodu için tesisat şeması [8].



Şekil 2. Terminalde açık-kapalı bileşik Rankine metodu için P-h diyagramı [8].

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

LNG alım terminallerinde LNG'nin kriyojenik enerjisini kullanan açık ve kapalı bileşik Rankine çevriminin parametreleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu parametrelere bağlı olarak LNG tesisinde kg başına üretilecek net iş miktarı ve ısıl verim araştırılmıştır.

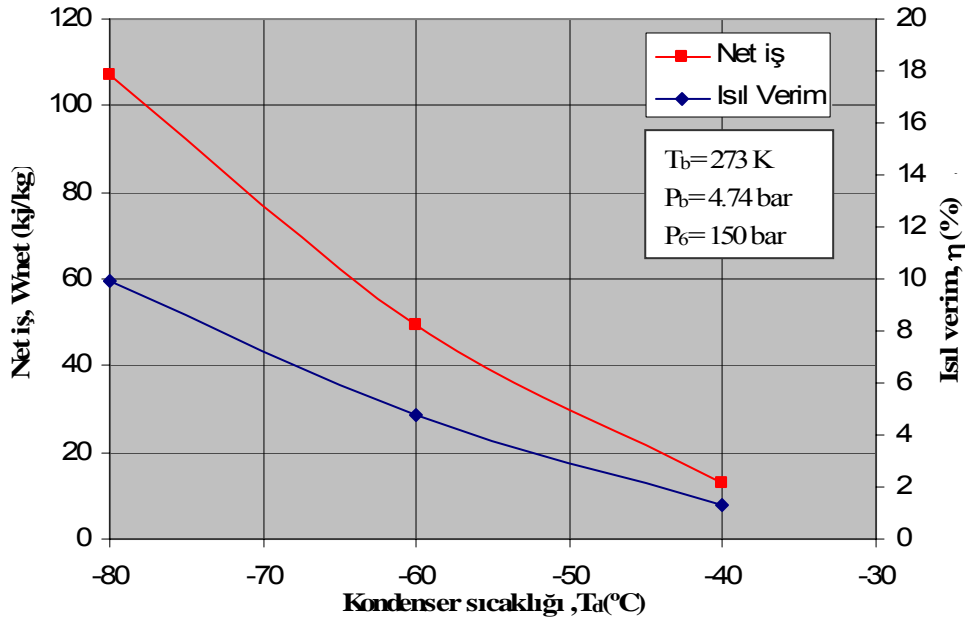
Bileşik Rankine çevrimlerinde kullanılan, türbin basınç, evaporatör ve kondenser sıcaklık değerleri Tablo 1'de belirtildiği gibi sabit kalmak koşulu ile bileşik Rankine çevriminde kondenser sıcaklığının ( $T_d$ ) net iş üretimine ve ısıl verime etkisi Şekil 3'de gösterilmiştir.

Açık-kapalı bileşik Rankine çevriminden, kg başına elde edilecek net iş, kondenser sıcaklık değeri  $-40^{\circ}\text{C}$ 'den  $-80^{\circ}\text{C}$ 'ye düşürüldüğünde  $\sim 13$  kJ/kg'dan  $\sim 107$  kJ/kg değerine ulaşmaktadır. Kondenser sıcaklığı  $40^{\circ}\text{C}$  azalırken, işteki artışa benzer şekilde sistemin ısı verimi de artmaktadır.

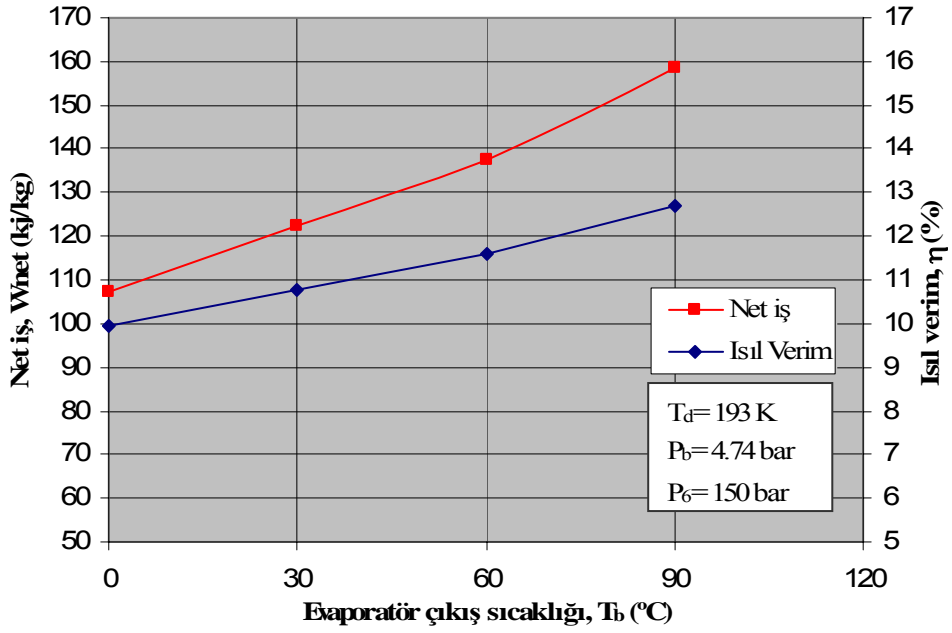
Aynı tesiste, kapalı Rankine çevrimindeki evaporatör (Buharlaştırıcı-4) çıkış sıcaklığının artırılması ile net işin ve ısı veriminin değişimi araştırılmıştır. Tablo 1'de verilen LNG hattı değerleri değişmezken, kapalı Rankine çevriminde evaporatör çıkış sıcaklık değerleri ( $T_b$ )  $0^{\circ}\text{C}$  ile  $90^{\circ}\text{C}$  aralığında değiştirilmiştir. Söz konusu sıcaklık aralığında, LNG tesisinin kg başına net iş ile ısı veriminin değişim grafiği Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 1'de tesisat şemasında görülen Buharlaştırıcı-4'ün çıkış sıcaklığının ( $T_b$ ),  $0^{\circ}\text{C}$  den  $90^{\circ}\text{C}$ 'ye artırılması ile tesiste  $\sim \% 48$  oranında net iş artışı olmaktadır. Aynı sıcaklık artışı için, LNG tesisinin ısı verimi  $\sim \% 27$  oranında artmıştır.

**Tablo 1.** Açık ve kapalı bileşik Rankine çevriminin parametreleri.

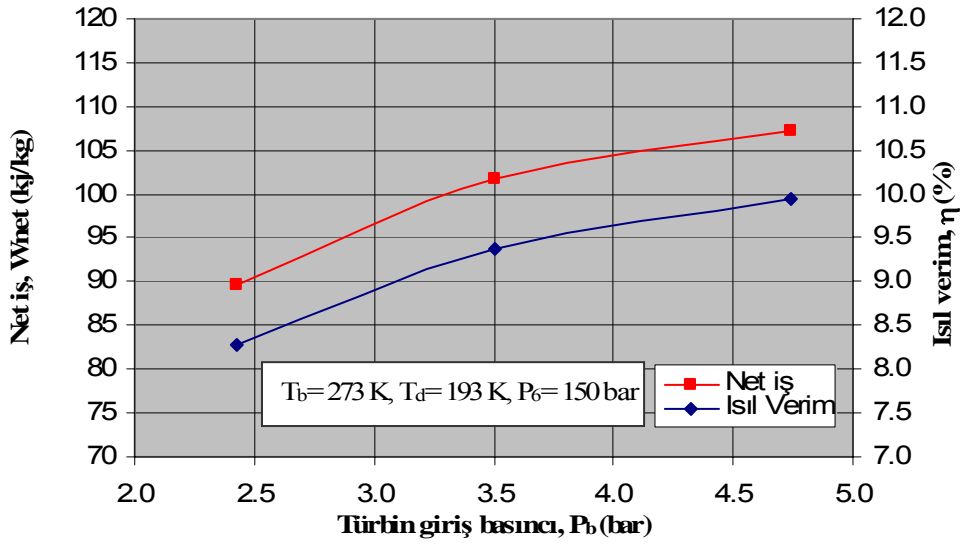
Çevrim	Akışkan
<b>Kapalı Rankine Çevrimi</b>	
Türbinin adyabatik verimi	0.8
Pompanın adyabatik verimi	0.8
Evaporatör çıkış sıcaklığı (K), $T_b$	273 - 363
Kondenser çıkış sıcaklığı (K), $T_d$	193 - 233
Türbin giriş basıncı (bar), $P_b$	2.43 - 4.74
<b>Açık Rankine Çevrimi</b>	
Türbinin adyabatik verimi	0.8
Pompa adyabatik verimi	0.8
LNG tank basıncı (bar), $P_1$	1.05
Doğalgaz sevk basıncı (bar), $P_8$	82
Türbin giriş basıncı (bar), $P_6$	100 - 250



**Şekil 3.** Bileşik Rankine çevriminde kondenser çıkış sıcaklığının, LNG tesisinin net işine ve ısı verimine etkisi.



Şekil 4. Bileşik Rankine çevriminde evaporatör çıkış sıcaklığının, LNG tesisinin net işine ve ısı verimine etkisi.



Şekil 5. Bileşik Rankine çevriminde Türbin-1 giriş basıncının, net iş ve ısı verimine etkisi.

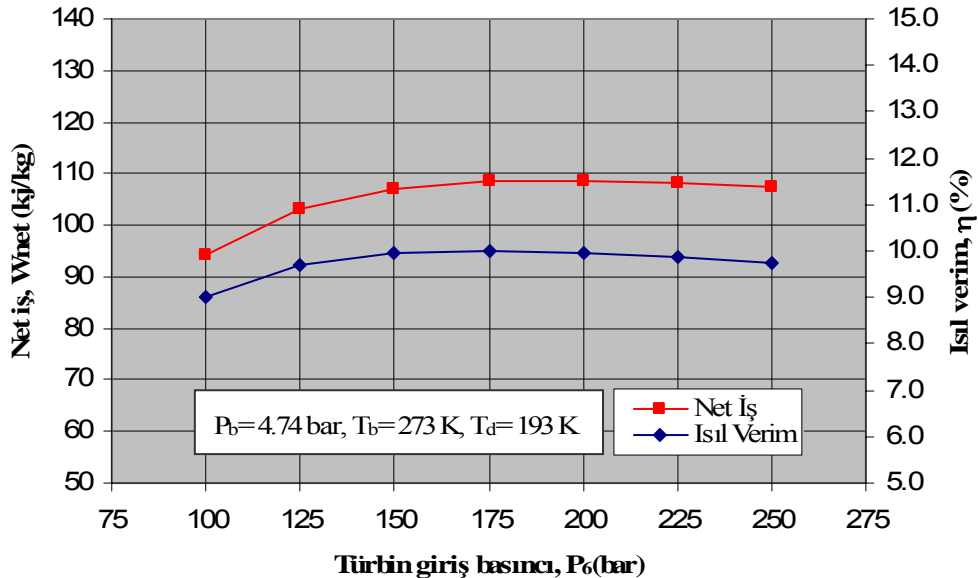
Tesisin veriminin artırılması yönünde yapılan bir diğer çalışma da kapalı Rankine çevrimindeki türbin giriş basıncının artırılması yöntemidir. Tesise bu yöntemin uygulanması ile kg başına net iş ve ısı verim değişimi araştırılmıştır. Kapalı Rankine çevrimi için diğer parametreler sabit tutularak sadece türbin giriş basıncı ( $P_b$ ), 2.43 bar'dan 4.74 bar'a kadar artırıldığında sistemin net iş ve ısı verim değişimi Şekil 5'de verilmiştir. Şekil 5'e göre, türbin giriş basıncının 2.43 bar'dan 4.74 bar'a artırılması sonucu tesisin net işinin ~ % 20 oranında arttığı görülmektedir. LNG tesisinin ısı verimi de net işin artışına paralel olarak ~ % 20 oranında artmaktadır.

Türbin-2 giriş basıncının artırılması analizinde Tablo 1'de verilen diğer parametreler sabit kalırken, Şekil 1'de verilen açık Rankine çevrimindeki Türbin-2 giriş basıncı ( $P_6$ ) 100-250 bar arasında değiştirilerek elde edilen sonuçlar Şekil 6'da sunulmuştur. Buna göre türbin giriş basıncı arttıkça türbinden elde edilen iş miktarı; Türbin-2 giriş basıncı 150 bar oluncaya kadar hızla artmakta, 150-200 bar aralığında oldukça az miktarda artmakta ve 200 bar'dan sonra ise hemen hemen sabit kalmaktadır. Bu nedenle 200 bar'dan sonra basıncı yükseltmek gereksizdir.

#### 4.1. Örnek Çalışma: Marmara LNG Alım Terminalinde (LNGMAT) Güç Üretimi

Tesis; Kuzey Marmara kıyısında, Tekirdağ ili Marmara Ereğlisi'nde, ana doğal gaz boru hattına 23 km uzaklıkta yer almaktadır ve 1994 yılında işletmeye alınmıştır. Terminalin iki ana fonksiyonu vardır. Gelen LNG'yi boşaltmak ve depolamak, depolanan LNG'yi istenilen miktarlarda gazlaştırarak sevk etmektir. Terminalde 3 adet 85000 m<sup>3</sup> LNG tankı mevcuttur. Terminal, saatte maksimum 685000 Nm<sup>3</sup> gaz sevkiyatı yapacak şekilde dizayn edilmiş olup, yıllık sevkiyat kapasitesi maksimum 6 Milyar Nm<sup>3</sup>'dür. Tesisin dizayn akış diyagramına göre, LNG debisi 160.28 kg/s, LNG tank basıncı ve sıcaklığı 1.05 bar 112 K, doğal gaz sevk basıncı ve sıcaklığı ise 82 bar 273 K'dir. Tesisteki LNG'nin hacimsel olarak % 90.98'i metandır [9]. Bu nedenle LNG, Bisio ve Taliafico [10] ile Zhang ve Lior'un [11] yaptığı gibi saf metan olarak kabul edilebilir. Botaş'dan elde edilen LNGMAT'ın 2006 yılı faaliyet raporunda, 2006 yılı içinde 4.4 Milyar Nm<sup>3</sup> doğal gazı tüketim hattına enjekte ettiği bildirilmiştir [1]. Buna göre tesisin dizayn akış diyagramındaki gibi kütle debisi 160.28 kg/s alındığında yaklaşık olarak 2006 yılı içinde hatta sevk edilen doğal gaz 4.35 Milyar Nm<sup>3</sup> olmaktadır. Yani bu çalışmada kullanılan LNG kütle debisi değerinin 2006 yılı faaliyet raporuna göre de doğrulandığı görülmüştür. Bu çalışmada LNGMAT'a uygulanması öngörülen açık-kapalı bileşik Rankine çevrimindeki aracı akışkanların termodinamik özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Mevcut durumdaki tesiste halen,  $P_1$  ve  $P_2$  pompaları için toplam 3.96 MW enerji tüketimi söz konusu iken, terminale Şekil 1'de sunulduğu gibi bileşik çevrim uygulanırsa halen kullanılan  $P_1$  ve  $P_2$  pompalarının tükettiği güç karşılanacak ve üstelik 8.47 MW'lık enerji üretimi de yapılabilecektir. Buna göre tesisin yılda 350 gün çalıştığı düşünüldüğünde, 33 GWh/yıl enerji tasarrufu yanında ~71 GWh/yıl güç üretmek de mümkün olabilecektir. Yaklaşık bu kapasitede güç üreten çevrim örnekleri dünyada özellikle Japonya'da (örneğin Senboku LNG terminali), halen işletilmektedir.



Şekil 6. Bileşik Rankine çevriminde Türbin-2 giriş basıncının, net iş ve ısı verime etkisi.



**Tablo 2.** Şekil 1’de verilen ve LNGMAT’a, uygulanması düşünülen açık-kapalı bileşik Rankine çevriminde akışkanların termodinamik özellikleri.

<b>Çevrim</b>	<b>Akışkan</b>
<b>Kapalı Rankine Çevrimi</b>	<b>Propan</b>
Türbinin adyabatik verimi	0.8
Pompanın adyabatik verimi	0.8
Evaporatör çıkış sıcaklığı (K), $T_b$	273
Kondenser çıkış sıcaklığı (K), $T_d$	193
Türbin giriş basıncı (bar), $P_b$	4.74
<b>Açık Rankine Çevrimi</b>	<b>CH<sub>4</sub>(LNG - Doğal gaz)</b>
Türbinin adyabatik verimi	0.8
Pompa adyabatik verimi	0.8
LNG tank basıncı (bar), $P_1$	1.05
Doğalgaz sevk basıncı (bar), $P_8$	82
Türbin giriş basıncı (bar), $P_6$	150

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Liu ve You [3], doğalgazın LNG’ye dönüştürülmesi esnasında 850 kWh/ton<sub>LNG</sub> enerji tükettiğini belirtmektedir. LNG alım terminallerinde ise bu işin tersi (LNG’den doğal gaza dönüşüm) yapılırken enerji üretmek yani sıvılaştırırken harcanan enerjinin en azından bir kısmını gazlaştırırken geri kazanmak mümkündür. LNG alım terminaline açık-kapalı bileşik Rankine çevrimi uygulandığında üretilebilecek enerji miktarı; türbin giriş basınçlarına, evaporatör ve kondenser sıcaklıklarına bağlı olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar şöyle özetlenebilir:

- 1 LNG alım terminaline açık-kapalı bileşik Rankine çevrimi uygulanırken, açık Rankine çevrimi türbin giriş basıncı 200 bar olduğunda, bileşik çevrimin kg başına maksimum miktarda enerji üreteceği bulunmuştur.
- 2 Kapalı türbin giriş basıncının ve evaporatör çıkış sıcaklığının artmasıyla, kondenser çıkış sıcaklığının ise azalmasıyla, LNG’nin kriyojenik enerjisini kullanan bileşik çevrimin üreteceği iş miktarının ve ısı veriminin de yükseldiği belirlenmiştir.
- 3 Aracı akışkan olarak propanın kullanıldığı kapalı Rankine çevriminde türbin giriş basıncı 4.74 bar, kondenser çıkış sıcaklığı 193 K, evaporatör çıkış sıcaklığı 273 K alındığında ve açık Rankine çevriminde LNG’nin türbin giriş basıncı ise 150 bar seçildiğinde bileşik çevrimin toplam 12.43 MW’lık güç üretebileceği bulunmuştur. Terminalin sıvı pompaları için gerekli güç (3.96 MW) çıkarıldığında ise tesise uygulanması düşünülen bileşik çevrimin net gücünün 8.47 MW olabileceği tespit edilmiştir.
- 4 Tesisin yılda 350 gün çalıştığı varsayılırsa; açık- kapalı bileşik Rankine çevrimi ile terminalde, 33 GWh/yıl enerji tasarrufuna ilaveten 71 GWh/yıl enerji de üretilebileceği söylenebilir.

Açık-kapalı bileşik Rankine çevrimi ile terminalde, önemli miktarda enerji üretimi yapılabileceği görülmektedir. Bundan sonra yapılacak çalışmada ilk yatırım maliyeti, geri ödeme süresi, işletim ve bakım maliyeti gibi faktörler de göz önünde bulundurularak bileşik çevrimin ekonomik analizi yapılabilir.

## KAYNAKLAR

- [1] BOTAŞ LNG Terminal İşletme Müdürlüğü Yıllık Faaliyet Raporu, 2006.
- [2] <http://www.alto.org.tr>
- [3] LIU, H., YOU, L. Characteristics and applications of the cold heat exergy of liquefied natural gas. Energy Conversion & Management 40,1515-1525, 1999.
- [4] BISIO, G., TAGLIAFICO, L. On the recovery of lng physical exergy. Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit(IECEC) 1, 309-317, 2000.
- [5] QIANG, W., YANZHONG, L., JIANG, W., Analysis of power cycle based on cold energy of liquefied natural gas and low-grade heat source. Applied Thermal Engineering 24,539-548, 2004.
- [6] CHO, J. H., EBBERN, D., KOTZOT. H., DURR. C. Marrying LNG and power generation. Energy Markets 10,8,28-35, 2005.
- [7] DEMİRPOLAT. S.O., ERSOY. H. K. LNG alım terminallerinde direkt genişleme metodu ile enerji geri kazanımı. Enerji Verimliliği Kongresi Bildiriler Kitabı 113-119, 2007.
- [8] ERSOY. H. K., DEMİRPOLAT. S.O. LNG'nin kriyojenik enerjisini kullanarak güç üretiminin araştırılması. ICCI Bildiriler Kitabı., 235, 2007.
- [9] BOTAŞ LNG terminali proses akış diyagramı, 1986.
- [10] BISIO G., TAGLIAFICO. L. On the recovery of LNG physical exergy by means of a simple cycle or a complex system. Exergy, an International Journal 2,34-50, 2002.
- [11] ZHANG, N., LIOR, N. A novel near-zero CO<sub>2</sub> emission thermal cycle with lng cryogenic exergy utilization. Energy 31,1666-1679, 2006.

## ÖZGEÇMİŞLER

### H. Kürşad ERSOY

1965 yılı K.Maraş doğumludur. 1987 yılında S.Ü. Müh. Mim Fakültesi Makine Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1991 yılında Yüksek Mühendis ve 1999 yılında Doktor ünvanını almıştır. 2001 yılından beri S.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Soğutma, ekserji ve LNG konularında çalışmaktadır.

### S.Orkun DEMİRPOLAT

1976 Konya doğumludur. 2001 yılında S.Ü. Müh. Mim. Fakültesi Makine Bölümü'nü bitirmiştir. Aynı üniversitenin İşletme Anabilim Dalı'nda 2003 yılında, yüksek lisansını tamamlamıştır. Halen S.Ü. Fen Bilimleri Enst. Makine Müh.'de ikinci yüksek lisansını sürdürmekte ve S.Ü. Kadınhanı Faik İçil MYO Doğalgaz Isıtma ve Sıhhi Tes. Tek. Programı'nda Öğr. Gör. olarak görev yapmaktadır. Doğalgaz ve LNG konularında çalışmaktadır.