

Üstyapı İşlerinde Kojenerasyon Sistemlerinin Uygulanması ve Maliyet Analizinin Araştırılması

¹Mehmet Donk, ^{*2}Burak Dökmetaş, ¹Güzide Gökaşan, ²Nursel Akçam and ²M.Cengiz Taplamacıoğlu
¹İlbank A.Ş., Türkiye
^{*2}Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Türkiye

Özet:

Günümüzde enerji tasarruflu binaların sayısı her geçen gün artmaktadır. Bu makalede binalarda enerji tasarrufu için kullanılan teknolojilerden kojenerasyon sistemleri incelenmiştir. Mevcut çalışma durumundaki bir trijenerasyon tesisi incelenerek oluşturulan örnek projeler için fizibilite ve yaklaşık maliyet çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları belediyeler açısından kojenerasyon projelerinin üstyapı uygulamalarında kullanımı ile enerji verimliliğinin sağlanacağını ve yüksek olan ilk yatırım maliyetlerinin kısa sürede ekonomik avantaja dönüşeceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Kojenerasyon, trijenerasyon, enerji verimliliği

Abstract:

Nowadays the number of energy-saving buildings is increasing day by day. In this paper cogeneration systems, which is a technology used for energy conservation in buildings, was analyzed. An examining building pilot project by analyzing trigeneration facility in operation approximate cost and feasibility studies were performed. Study results are shown that municipalities cogeneration project will be provided in terms of energy efficiency with the use of body applications, the high initial investment cost in a short time will be transformed into economic advantage

Key words: Cogeneration, trigeneration, energy efficiency

1. Giriş

Elektrik enerji ihtiyacının önemli bir kısmını oluşturan fosil yakıt kaynaklarının giderek azalması, enerjinin kullanımının ve tüketiminin, uzun vadede planlanmasını gerektirir. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesini önlemek ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla son dönemlerde hem konutlarda hem de endüstriyel tesislerde, kojenerasyon sistemleri kullanılmaya başlanmıştır.

Kojenerasyon, ısı enerjisi ve elektrik enerjisinin aynı yakıttan aynı sistem içerisinde eş zamanlı olarak üretilmesi olarak tanımlanır. Kojenerasyon teknolojisi ile büyük oranda yakıttan tasarruf ve enerji verimliliği sağlanır. Pek çok ülke kojenerasyon sistemleri kullanarak hem ekonomik kazanç elde eder, hem de çevrenin korunmasına katkı sağlarlar [1]. Kojenerasyon teknolojisinin kullanımı

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronic Engineering Gazi University, 06420, Ankara TURKEY. E-mail address: burakd@gazi.edu.tr, Phone: +903125823308

ile CO₂ emisyon oranları düşer, böylelikle çevreye verilen zarar azalır, ayrıca güvenli enerji tasarrufu da sağlanır.

Trijenerasyon sistemlerinde ise enerji; elektrik, ısıtma ve soğutma olarak üç farklı biçimde eş zamanlı olarak işletmelerin kullanımına sunulur. Trijenerasyonun kojenerasyondan farkı ise sisteme dahil edilen soğutma sistemi sayesinde, üretilen ısıнын dönüştürülerek soğutma ihtiyaçları için de kullanılabilmesidir. Trijenerasyon sistemleri mevsimsel veya sürekli soğutma ihtiyacı olan işletmelere uygulanarak tasarruf ve verimlilik elde edilir.

Kojenerasyon sistemleri elektriği ve ısıyı bulundukları yerde ürettikleri için yüksek verimlilik sağlarlar [3]. Binalarda kullanılan trijenerasyon sistemlerinde enerji verimi oranları yaklaşık olarak %55 ısıtma/soğutma, %30 elektrik enerjisi, %13 ısı kayıplar ve %2 hat kayıplarıdır [2]. Güç santrallerinde basit çevrimde çalışmakta olan bir gaz motoru kullandığı enerjinin yalnızca %30-40 kadarını elektrik enerjisine çevirebilir. Eğer sistem kojenerasyon yöntemiyle kullanılırsa, dışarıya atılan ısı enerjisinin büyük kısmı geri kazanılır ve böylece toplam enerjinin %70-90'ı kazanılmış olur [4].

2. A CITY Alışveriş Merkezi Binası Mevcut Trijenerasyon Tesisinin İncelenmesi

Ankara'da bulunan A CITY alışveriş merkezinin elektrik kurulu gücü yaklaşık olarak 4 MW' dır. A CITY alışveriş merkezinde kurulu olan trijenerasyon tesisi 34,5 kV' lık bara, 2,5 MVA' lık trafo, SCADA sistemi, 4 adet 500 kW gücünde değişken yükte çalışabilecek dizel trijenerasyon motoru, alternatör ve jeneratörlerden oluşmaktadır. Alışveriş merkezinin toplam güç ihtiyacı olan 2.412 kW'ı karşılamak için, trijenerasyon tesisinden 1.200 kW, şebekeden ise 1.214 kW çekilmektedir.

Tablo 1. ACITY trijenerasyon tesisi 2015 yılı enerji üretim ve tüketim verileri

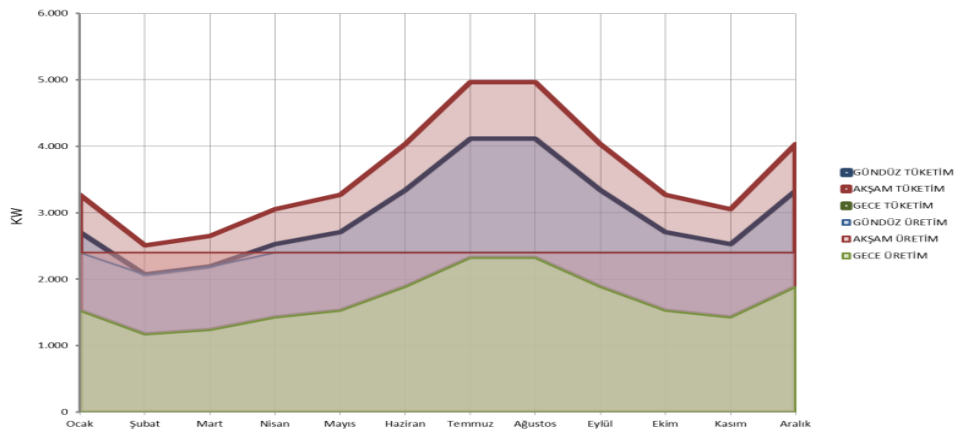
2015 (Aylar)	Aylık Harcanan Doğalgaz Miktarı (m ³)	Aylık Harcanan Doğalgaz Bedeli (TL)	Trijen Sisteminin Ürettiği Elektrik Gücü (Kwh)	Elektrik Aylık Kazanç (TL)
Şubat	127.833	105.079	420.563	103.038
Mart	97.044	79.770	316.687	81.705
Nisan	102.487	84.244	347.090	84.239
Mayıs	85.116	69.965	302.003	69.763
Haziran	99.500	81.789	352.500	81.392
Temmuz	123.166	101.242	427.819	99.254
Ağustos	187.952	154.497	628.255	155.179
Eylül	191.760	157.627	643.128	157.576
Ekim	188.463	154.917	637.655	153.032
Kasım	121.439	99.823	404.304	98.650
Aralık	147.605	121.331	491.734	121.950

A CITY alışveriş merkezinin trijenerasyon tesisi 2015 yılı enerji üretim ve tüketim verileri (SCADA - otomasyon sisteminden faydalanılarak) Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den A CITY alışveriş merkezinde bulunan trijenerasyon tesisinin çalışmaya başladığı şubat ayından itibaren 2015 yılı boyunca toplam 1.205.778 TL kar elde ettiği görülmektedir. Tesisin tamamen işletmeye geçmesiyle yaklaşık 3 yıllık bir sürede kendisini amorti edeceği görülmektedir.

3. Ahlat Alışveriş Merkezinin Fizibilitesinin Yapılması

Bu makale çalışmasında Bitlis-Ahlat'da yapılmış olan AVM için bir trijenerasyon tesisi tasarlanması amaçlanmıştır. Tasarımda ACITY alışveriş merkezinin trijenerasyon tesisi örnek alınarak fizibilitesi yapılmıştır. Tasarım için Ahlat alışveriş merkezinin mekanik tesisat uygulama projesinden bazı veriler alınmıştır. Bu verilere göre tesisin, ısıtma yükü 1.680.243 kcal/h olarak belirlenmiştir. Emniyet değerleride dikkate alındığında toplam yüke yaklaşık %10 ekleme yapılarak tesisin ısıtma yük değeri ihtiyacı 1.848.267 kcal/h olarak elde edilmiştir. Ahlat için düşünülen trijenerasyon tesisinin hesaplanan kurulu gücü 2 MW, ACITY alışveriş merkezinin kurulu elektrik gücünün yarısıdır.

Şekil 1'de makine mühendisleri odasından alınan başka bir alışveriş merkezi 2015 yılı için olan gündüz, akşam ve gece boyunca elektrik tüketim değerleri yıl boyunca gösterilmektedir. Şekile göre maksimum 5 MW'lık elektrik enerjisi tüketimine sahip diğer bir alışveriş merkezi için, 2,5 MW'lık trijenerasyon tesisi öngörülmektedir.



Şekil 1. Alışveriş merkezi trijenerasyon tesisi elektrik tüketim üretim grafiği (Kas, 2015)

Trijenerasyon tesisi seçiminde öncelik elektrik enerjisinin maksimum düzeyde karşılanması yönündedir. Ancak tesis için talep edilen elektrik gücünün tamamı trijenerasyon tesisi ile sağlanmamıştır. Çünkü gün içerisinde alışveriş merkezlerinin elektrik tüketim verileri değişiklik

gösterirler. En yüksek elektrik tüketimine 11:00 ile 16:00 saatleri arasında ulaşılır. Geriye kalan zamanda tüketim düşer. Maksimum düzeye göre yapılacak bir seçim ise sonrasında üretilen elektriğin kullanılamaması sonucunu doğurur. Bu durumda artan elektriğin şebekeye satışı söz konusu olur. Ancak konut ve binalarda elektrik satışı yönetmeliklerle kısıtlanmıştır. Bu yüzden trijenerasyon tesisi her zaman için belli bir miktar elektriği şebekeden çekmek zorundadır.

Alışveriş merkezleri için kesin değerlerin elde edilebilmesi için fatura bilgileri gerekir. Ahlat alışveriş merkezi için trijenerasyon tesisi seçimi yapılırken bina henüz işletmeye geçmediği için fatura bilgilerine ulaşılamamıştır. Fatura bilgilerine ulaşılamadığında ise, trijenerasyon santralleri için hesap aşamasında talep gücünün yaklaşık yarısı değerinde seçim kabul edilir. Bu verilere dayanarak; ACITY alışveriş merkezinin yaklaşık olarak yarısı kadar bir kurulu güce sahip olan Ahlat alışveriş merkezi için 500 kW'lık 1 adet doğalgaz motorlu trijenerasyon tesisi öngörülmüştür. Trijenerasyon santrali için yapılacak fizibilite çalışması; keşif özeti, sabit masraflar, değişen masraflar, elde edilen gelirler ve geri ödeme süresinin belirlenmesi gerekmektedir.

3.1. Keşif Özeti

Sistem kurulumunda ilk yatırım maliyetlerinin hesaplanmasında, sistem için gerekli inşaat işleri, sistemde kullanılacak mekanik gereksinimler (senkronizasyon sistemi, step up trafo, otomasyon ve SCADA sistemi vs) göz önüne alınır. Buna uygun olarak firmalardan alınan fiyatlara göre tesisin ilk kurulum maliyeti (elektrik bağlantısı hariç) 1.640.000 TL (410.000 Avro) olarak belirlenmiştir.

3.2. Sabit Masraflar

Kojenerasyon santralinin toplam maliyetinin santralden yararlanılabilen süreye eşit olarak dağıtılması ile amortisman payı hesaplanır. Bu durumda Ahlat alışveriş merkezi için yıllık ödenecek sigorta primi miktarı, 10.900 TL olarak hesaplanmıştır.

3.3. Değişen Masraflar

Trijenerasyon tesisinin yıllık kullanıldığı çalışma saatine göre değişebilen masraflardır. Değişen masraflar; yakıt, işçilik, yağlama ve bakım-onarım giderleri olarak sıralanır.

Trijenerasyon tesisinin çalışması için gereken güç 1.237 kW/h'dir. Yakıt giderleri için yaklaşık maliyet 601.182 TL hesaplanmıştır.

Tesisin çalışma süresi 2 vardiya olacak şekilde planlanmıştır. Trijenerasyon tesisinin çalışmadığı gece süresince herhangi bir vardiya olmayacağı, bu nedenle tesis için 1 teknisyen ve 1 yardımcı

eleman yeterli görülmektedir. Bu durumda işçilik masrafları aylık 14.000 TL olup, yıllık 168.000 TL'dir.

Bakım giderleri arasında en önemlisi gaz motorlarının bakım giderleridir. Yıllık 5.400 saatlik çalışma verisine göre toplamda tesis için harcanan bakım ve yedek parça giderleri çalıştığı saat başına 6 Avro üzerinden 32.000 Avro (102.432 TL) olarak elde edilmiştir.

Motorun yağ değişimi sırasındaki gerekli olan yağ kapasitesi 90 litredir. Ortalama yağ değişim süresi olarak 1.000 saat düşünüldüğünde yıllık yağ değişim için harcanan miktar 6.223 TL olarak hesaplanır.

3.4. Kurulacak Trijenerasyon Tesisinden Elde Edilecek Gelirler

Santralin 22:00 ile 07:00 saatleri arasında çalışmayacağı kabul edildiğinde yıllık çalışma süresi 5.400 saat olarak bulunur. Santral için elektrik tarife bedeli kW/h başına 0,36 TL, doğalgaz bedeli kW/h başına 0,09 TL alındığında, 2016 yılı verilerine göre elde edilecek gelir ve üretim miktarları Tablo 2'de verilmektedir. Tesisin toplam ürettiği enerji bedeli 1.237.836 TL/yıl olarak hesaplanmıştır.

Tablo 2. Ahlat alıverişi merkezi için kurulacak olan trijenerasyon santrali üretim ve gelir miktarları

Aylar (2016)	Trijen Üretilen Elek. (Kwh)	Elektrik Aylık Kazanç (TL)	Isıtma Ve Soğutma İçin Üretilen Isı Miktarı (Kwh)	Isıtma Ve Soğutma İçin Aylık Kazanç (TL)
Ocak	225.000	81.000	246.150	22.153
Şubat	225.000	81.000	246.150	22.153
Mart	225.000	81.000	246.150	22.153
Nisan	225.000	81.000	246.150	22.153
Mayıs	225.000	81.000	246.150	22.153
Haziran	225.000	81.000	246.150	22.153
Temmuz	225.000	81.000	246.150	22.153
Ağustos	225.000	81.000	246.150	22.153
Eylül	225.000	81.000	246.150	22.153
Ekim	225.000	81.000	246.150	22.153
Kasım	225.000	81.000	246.150	22.153
Aralık	225.000	81.000	246.150	22.153
Toplam	2.000.000	972.000	3.000.000	265.836

4.5. Sistemin Geri Ödeme Süresinin Belirlenmesi

Sistemin amortisman süresi; toplam yaklaşık maliyet 1.312.410 TL ve toplam giderler (yakıt maliyeti, tamir, bakım ve yedek parça, yağlama, işçilik giderleri ve sigorta bedeli toplamı) 877.837 TL olarak alındığında,

Toplam yaklaşık maliyet/ Toplam Gelir-Toplam Giderler (Net Kar) = 1.312.410 / (1.237.836 – 877.837) = 3,646 yıl

olarak elde edilir. Bu durumda Ahlat alışveriş merkezi için tasarlanan trijenerasyon tesisinin amortisman süresi tamamen öz kaynaklar kullanılması durumunda 3,646 yıl olacağı görülmektedir.

Sonuç

Bu çalışmada, öncelikle örnek bir üstyapı kojenerasyon sistemi olarak Ankara’da bulunan mevcut çalışır durumdaki ACITY alışveriş merkezinde, 2014 yılında kurulmuş olan trijenerasyon tesisi incelenmiştir. Daha sonra incelenen bu tesis üzerinden alınan veriler ışığında; halen kojenerasyon ve trijenerasyon sistem uygulamaları bulunmayan Bitlis-Ahlat Alışveriş Merkezi binası için ilk yatırım maliyetleri ve amortisman süreleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışmaya göre; tamamen belediyelerin öz kaynaklarını kullanması durumunda, Ahlat Alışveriş Merkezine yapılacak olan trijenerasyon tesisinin kendini 3,65 yılda amorti edeceği öngörülmüştür.

Kaynaklar

- [1] Al-Sulaiman, F.A. Hamdullahpur F., Dincer I. Trigenation: a comprehensive review based on prime movers. International Journal of Hydrogen Energy (35), 2011: 233-258.
- [2] Pravadalıoğlu S. Kojenerasyon sistemleri ile yerinde enerji üretimi. Türk Tesisat Mühendisleri Dergisi, (77), 2012: 25-26.
- [3] Pehnt, M., Martin, C., Corinna, F., Barbara, P., Lambert, S., Katja, S. and Jan-Peter, V. (Eds.). Micro Cogeneration Towards Decentralized Energy Systems. (First Edition). Berlin: Springer, 2006: 1-36
- [4] Öztürk, H., Kaya, D. Kojenerasyon ve Trijenerasyon Tekniği. (Birinci Baskı). Kocaeli: Umutepe Yayınları, 2014: 3, 63, 140.