

TÜRKİYE'DE GAZ MOTORLU KOJENERASYON VE TRİJENERASYON SANTRALLERİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ

Kasım ZOR¹, Ahmet TEKE¹, Özgür ÇELİK², Mohammad BARGHI LATRAN¹

¹Çukurova Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

kzor@adanabtu.edu.tr, ahmetteke@cu.edu.tr, m.b.latran@gmail.com

²Adana Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

ozgurcelik@adanabtu.edu.tr

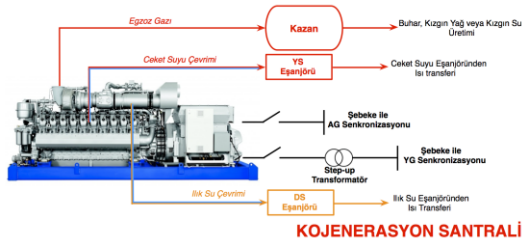
ÖZET

Tek bir yakıt girdisi ile birden fazla enerji türünün eş zamanlı olarak birlikte üretildiği gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin endüstriyel ve sosyal tesislerde sayılarının gün geçtikçe artması, bu santrallerin Türkiye enerji piyasasındaki rolünü güçlendirmektedir. Ayrıca, %80 verimlilik koşulunu yerine getiren ve sadece kendi ihtiyaçları doğrultusunda doğal gazdan elektrik üretmek isteyen tesislere lisans muafiyeti getirilmesi, biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin şebekeye satışında yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleme mekanizması (YEKDEM) tarafından sağlanan kilovatsaat başına 13,3 ABD Dolar sent fiyatlı alım garantisi teşviki, içten yanmalı gaz motoru tahrikli santrallerin karbon salınımının az olması, devreye girme sürelerinin hızlı olması ve geri ödeme sürelerinin kısıtlılığı, kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin son dönemlerde ilgi odağı haline gelmesini sağlamıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin mevcut durumu ve güncel mevzuatı araştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Kojenerasyon, Trijenerasyon, Doğal Gaz, Biyogaz, Yenilenebilir Enerji.

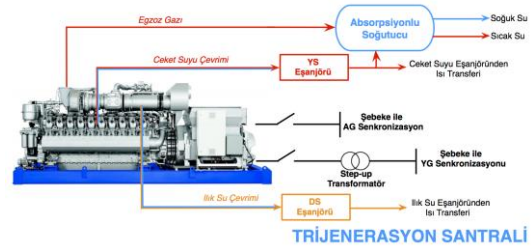
1. GİRİŞ

Son yıllarda, endüstriyel ve sosyal tesisler hem enerji verimliliği yüksek hem de çevre dostu sistemler kurarak enerji giderlerinin azaltılmasında alternatif yollar aramaktadır [1]. Kojenerasyon, tek bir yakıt girdisinden elektrik enerjisi ve kullanılabilir ısının eş zamanlı olarak üretilmesidir, (Şekil 1) [2]. Trijenerasyon kavramı elektrik, ısı ve soğutmanın aynı



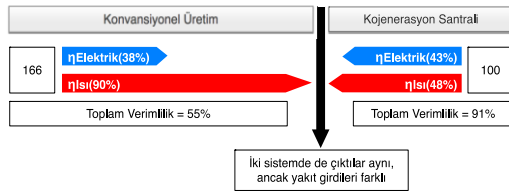
Şekil 1. Gaz motorlu kojenerasyon santrali gösterimi [1]

anda üretimi anlamına gelmektedir (Şekil 2). Trijenerasyon gelişmiş kojenerasyon kavramı olarak görülebilir [3].



Şekil 2. Gaz motorlu trijenerasyon santrali gösterimi [1]

Şekil 3'te, elektriksel verimliliği %38 olan kömür yakıtlı bir termik santral ve ısıl verimliliği %90 olan doğal gaz yakıtlı buhar kazanına sahip bir konvansiyonel sistem ile elektriksel verimliliği %43 ve ısıl verimliliği %48 olan bir kojenerasyon santrali karşılaştırılmaktadır [4]. Konvansiyonel ve kojenerasyon santrallerinin ikisinde de üretilen elektrik ve ısıl çıktılar aynıdır. Şekil 3'ten de anlaşılacağı üzere, ayrı üretim yapan konvansiyonel santraller birlikte üretim yapılan kojenerasyon santrallerinden daha fazla enerji tüketmektedir [5].

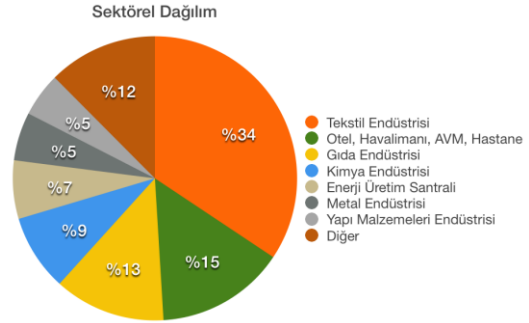


Şekil 3. Konvansiyonel üretim ve kojenerasyon santralinin verimlilik karşılaştırması [6]

Bu çalışmada, gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin Türkiye’deki mevcut durumu ve güncel mevzuatı araştırılmıştır. Bu giriş bölümünden sonra Bölüm 2’de doğal gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri ile ilgili mevzuat, Bölüm 3’te ise biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri ile ilgili mevzuat sunulmuştur. Çalışmanın önemli sonuçları ve önerileri sonuçlar bölümünde vurgulanmıştır.

2. DOĞAL GAZ MOTORLU KOJENERASYON VE TRİJENERASYON SANTRALLERİ

31 Mart 2015 tarihi itibarıyla Türkiye’nin toplam kurulu gücü 70.557,7 MW olup, bu santrallerin %31’lik bir bölümü doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışmaktadır [7]. Türkiye’de gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri kurulumu yapan MTU, Borusan Güç Sistemleri, Topkapı Grubu ve İlteknö firmalarından Ocak 2015 itibarıyla alınan verilere göre doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin kurulu gücü 822,020 MW’tır [1]. Doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin sektörlere göre dağılımı Şekil 4’te gösterilmiştir. Ayrıca, doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon bölgelere göre kurulu kapasite değerleri Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 4. Doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin sektörlere göre yüzdesel dağılımı [1]

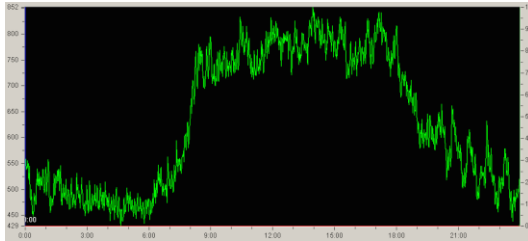
Tablo 1. Doğal gaz tabanlı yakıtlarla çalışan gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin bölgelere göre kurulu kapasite değerleri [1]

Bölgeler	Toplam Kapasite (MW)
Marmara	374,629
Akdeniz	163,160
İç Anadolu	90,965
G.Doğu Anadolu	79,819
Ege	75,379
Karadeniz	34,630
Doğu Anadolu	3,438

Elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimi yapacak kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri için %80’nin üzerinde toplam verimlilik şartının sağlanması koşuluyla, üretim tesislerinin iletim ve dağıtım sistemine bağlanılmasına ilişkin düzenlemelerin getirdiği sınırlamalar dışında kurulu güç kısıtlaması yoktur. Lisanssız kurulacak kojenerasyon ve trijenerasyon tesislerinden üretilen ve ihtiyaç fazlası olarak sisteme verilen elektrik enerjisi satılamaz. Bu tesisler, sadece üretim tesisini kuran kişinin elektrik ihtiyacını karşılamak için kurulabilir. Bu tesislerde üretilen elektrik enerjisinin ihtiyaç fazlası kısmı sisteme verilemez, gün öncesi ve dengeleme güç piyasalarında satılamaz ve bir başka kişiye ikili anlaşmayla satılamaz. Buna rağmen, bu tesislerde üretilen elektrik enerjisinin ihtiyaç fazlası kısmının sisteme verilmesi halinde, ilgili kişiye sisteme verilen ihtiyaç fazlası enerji için herhangi bir bedel ödenmez, ihtiyaç fazlası enerji YEKDEM’e katkı olarak değerlendirilir. Alçak gerilim (AG) seviyesinden

bağlanacak üretim tesislerinin toplam kapasitesi, bu üretim tesislerinin bağlı olduğu dağıtım trafosunun ilgili şebeke işletmecisine ait bir trafo olması halinde trafo gücünün %30'u geçemez. Trafonun başvuru sahibine ait olması durumunda, söz konusu kapasite trafo gücü kadar olur [8]. Orta gerilim (OG) seviyesinden bağlanacak ve lisanssız üretim yapacak kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri, trafo kapasite tahsisinde her bir trafo merkezi için kurulu güçlerine göre 500 kW'a kadar ilgili dağıtım şirketlerinin, 500 kW üzerindeki güçler için ise Türkiye Elektrik İletim A. Ş.'in (TEİAŞ) iznine gereksinim duyarlar. Bunun sebebi ise trafo merkezlerinin arıza akım limitlerinin kontrol altında tutularak, limit aşımının engellenmesidir [9].

Şekil 5'te Akdeniz Bölgesi'ndeki bir hastanede, doğal gazdan lisanssız olarak elektrik üreten, şebekeye AG seviyesinden bağlanmış, nominal gücü 849 kW olan gaz motorlu kojenerasyon santralının gün içerisindeki elektrik güç üretim grafiği gösterilmiştir [5].



Şekil 5. 849 kW elektrik gücündeki kojenerasyon santralının gün içerisindeki elektrik güç üretim grafiği [5]

Kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri ile lisanslı üretim yapmak isteyen tesislerde, lisanssız elektrik üretimi kriteri olan %80 verimlilik koşulu aranmamaktadır. Lisanslı üretim yapacak tesisler, ürettikleri elektrik enerjisini Piyasa Mali Uzlaştırma Merkezi (PMUM) aracılığıyla enerji borsası olarak nitelendirilebilecek sisteme satarlar. Yüksek güçteki gaz türbini tahrikli kojenerasyon santralleri ve kombine çevrimli güç santralleri, üretim lisanslı küçük ölçekli gaz motoru tahrikli kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri aynı piyasada eşit

koşullarda satış yaptığından, küçük ölçekli santrallerin kendilerine yetecek kadar enerjiyi lisanssız olarak üretmesi ve gereksiz yere iletim ve dağıtım hatlarını meşgul etmemesi tavsiye edilmektedir [5].

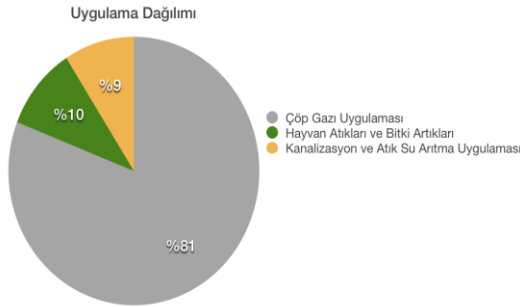
3. BİYOGAZ MOTORLU KOJENERASYON VE TRİJENERASYON SANTRALLERİ

Biyogaz, organik maddelerin oksijensiz ortamda biyolojik yıkımı sonucunda üretilen yanıcı bir gazdır [10]. Biyogaz üretim sürecinde sıklıkla hayvansal atıklar veya insan atıkları, bitki artıkları, biyokütle gibi organik maddeler, kanalizasyon ve atık suları veya çöp olarak nitelendirdiğimiz katı atıklar kullanılırlar. Biyogazın temel bileşenleri %35 oranındaki karbondioksit (CO_2) ve %60 oranındaki karbondioksitten 20 kat daha küresel ısınma potansiyeli barındıran bir sera gazı olan metandır (CH_4) [11]. Biyogaz içeriğinde bulunan diğer gazlardan genellikle hidrojen (H_2) %1-2'nin altında, karbonmonoksit (CO) 10-100 ppm arasında, azot (N_2) %4'ün altında ve hidrojen sülfür (H_2S) kullanılan materyale bağlı olarak 100-5000 ppm aralığındadır [12].

Biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri ile 7.200 süt ineğinin atığı, 1.400.000 yumurta tavuğunun atığı, 5.000 dekarlık alanda ekili mısır, 500.000 nüfuslu şehrin atık suyu veya 125.000 kişilik bir şehrin katı atıklarından saatte yaklaşık olarak 1 MW elektrik gücü üretilebilmektedir [13].

Türkiye'de gaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri kurulumu yapan MTU, Borusan Güç Sistemleri, Topkapı Grubu ve İlteknö firmalarından Ocak 2015 itibarıyla alınan verilere göre biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin kurulu gücü 199,665 MW'tır [1]. Biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin uygulama çeşitlerine göre dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir. Biyogaz motorlu

kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin bölgelere göre kurulu kapasite değerleri ise Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 6. Biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin uygulama çeşitlerine göre yüzdesel dağılımı [1]

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin kanunda belirtildiği üzere biyokütleden ve çöpten elde edilen gazlardan üretilen enerji yenilenebilir enerji olarak değerlendirilmektedir. Buna göre, yenilenebilir enerji kaynakları (YEK) destekleme mekanizmasına tabi olan biyogaz motorlu kojenerasyon santrali sahipleri, 31 Aralık 2015 tarihine kadar şebekeye yapacakları elektrik enerjisi satışları için kilovatsaat (kWh) başına 13,3 ABD Dolar sent fiyatlı alım garantisi teşvikine sahiptir.

Tablo 2. Biyogaz motorlu kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinin bölgelere göre kurulu kapasite değerleri [1]

Bölgeler	Toplam Kapasite (MW)
Marmara	83,305
İç Anadolu	64,948
Akdeniz	23,593
G.Doğu Anadolu	8,966
Karadeniz	7,731
Ege	6,701
Doğu Anadolu	4,421

31 Aralık 2015’ten sonraki teşvik fiyatı Bakanlar Kurulu tarafından belirlenecek olup, 13,3 ABD Dolar sent/kWh’ten fazla olamaz. Bunlara ek olarak, kurulum ve işletmesinde yerli ekipmanların kullanıldığı

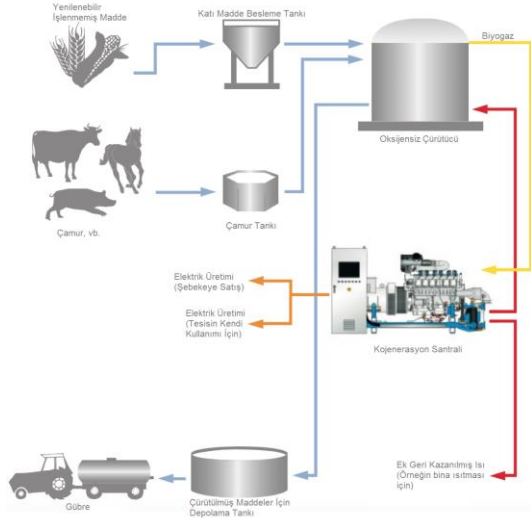
biyogaz kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri, 13,3 ABD Dolar sent/kWh fiyatının üzerine katkı olarak Tablo 3’teki verilen avantajlara sahiptir [14].

Tablo 3. Yerli ekipman kullanan biyogaz kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinde elektrik enerjisi satışındaki ek teşvik [14]

Ekipmanlar	Yerli katkı ilavesi (Dolar sent/kWh)
Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
Buhar veya gaz türbini	2,0
İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
Kojenerasyon sistemi	0,4

3.1 Hayvansal Atıklar ve Bitki Artığı Uygulamaları

Biyogaz organik maddelerin çürütülmesi veya fermantasyonu ile elde edilir. Temel madde yaygın olarak çamur veya katı haldeki atıktır. Yenilenebilir işlenmemiş maddeler veya gıda endüstrisi atıkları genellikle kofermantasyon amaçlı kullanılır. Bu yollarla üretilen gazın %50-70’i arasındaki bölümü yüksek kaliteli bir yakıt olan metandır. Biyogaz santrallerinde çeşitli uygulamalar mevcuttur. Bazı sistemler tamamen çamur veya katı haldeki atıkla çalışırken, diğerleri sadece yenilenebilir işlenmemiş maddeleri kullanabilirler. Ancak sıklıkla, sözü geçen organik maddelerin karışımları kullanılır (Şekil 7) [15].



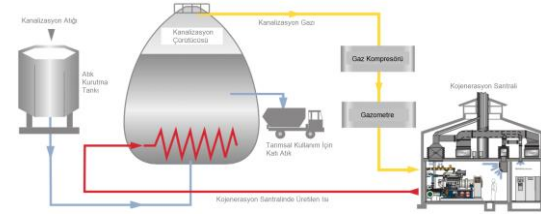
Şekil 7. Hayvansal atıklar ve bitki artığı uygulamaları [15]

Biyogaz motorlu kojenerasyon santrallerinin çalışma prensibi basit olduğu kadar yüksek proses mühendisliği içermektedir. Organik maddenin fermentasyonu ile biyogaz üretilir ve toplanır. Biyolojik veya kimyasal desülfürizasyon sisteminde hidrojen sülfür elendikten sonra, motorda yanmaya elverişli gaz kojenerasyon santralinde yakılarak elektrik ile ısı enerjisi ekonomik olarak üretilir. Üretilen elektrik enerjisi tesis içinde tüketilebileceği gibi şebekeye de satılabilir. Isı enerjisi ise fermentasyon prosesinin sabit bir sıcaklıkta tutulması için kullanılabilir. Kullanılmayan fazla ısı enerjisi, aynı tesis içinde veya komşu tesislerde ısıtma amacıyla değerlendirilebilir. Biyogaz reaktörü çıkışındaki ayırıcı ile sıvısı alınan kompost ise, oksijenli çürütücü ve kurutma gibi işlemler sonrasında yüksek kaliteli gübre olarak kullanılabilir [16].

3.2 Kanalizasyon Gazı Uygulaması

Kanalizasyon gazından elektrik ve ısı enerjisi üretilen biyogaz motorlu kojenerasyon santralleri, kanalizasyon sularının ve atık suların bedelsiz ve yerinde değerlendirilmesinde en ekonomik yöntemlerden birisidir (Şekil 8). 6 m³ kanalizasyon atığından mevcut sistemler ortalama olarak 1 kWh elektrik enerjisi ve 1,2 kWh ısı enerjisi üretebilmektedir. Verimli ve çevreci olarak üretilen elektrik

enerjisi, santralde kullanılabileceği gibi şebekeye de satılabilir [16].



Şekil 8. Kanalizasyon gazı uygulaması [15]

Motorda yanma işlemi sırasında elde edilen ısı enerjisi, çürütücüdeki kanalizasyon çamurunun veya tüm tesisin ısıtmasında kullanılabilir. Büyük ölçekli santrallerdeki egzoz ısısından elde edilen aşırı yüksek sıcaklık, kanalizasyon çamurunun pastörizasyonu veya kurutulması için kullanılabilir.

3.3 Çöp Gazı Uygulaması

Depolama gövdesinde biriktirilen atıklardan çoğunluğu metan ve karbondioksit olan gaz üretilir (Şekil 9). Üretilen gaz, bağlantı boruları ve gaz kuyuları aracılığıyla depolama gövdesinden çekilerek gaz kompresör istasyonunda gerekli birincil basıncı üretmek için hazırlanır. Eğer gazın metan içeriği %40'ın altındaysa, 1200°C'deki yüksek sıcaklıklı yanma bacasında yakılır ve metanın doğrudan doğaya salınımı engellenir. Gazın metan içeriği %40 veya üzerinde ise, içerikteki hidrojen sülfür desülfürizasyon sisteminde elimine edildikten sonra, gaz motora gönderilerek kojenerasyon santralinde elektrik ve ısı enerjisi elde edilir. Katı atık bertaraf tesislerindeki kojenerasyon santrallerinde üretilen elektrik enerjisi, alım teşviki nedeniyle genellikle şebekeye satılır.

Gaz hacminin 10 yıllık bir çalışma süresi sonunda kullanılarak bitmesi yüzünden, gazın pratik ve ekonomik kullanımı sınırlıdır [16]. Ayrıca toplanan çöplerde organik artıkların fazla (kalitesinin yüksek) olması verimlilik açısından öneme sahiptir.



Şekil 9. Çöp gazı uygulaması [15]

Çöp gazı kojenerasyon santralleri çöplerin depolandığı alanlardaki kötü kokuların verdiği rahatsızlığı azaltır, yangın ve patlama tehlikelerini önler, gaz sızıntısının önüne geçilmesini sağlar.

4. SONUÇLAR

Kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri ayrı üretim yapan konvansiyonel santraller ile karşılaştırıldığında verimlilikleri daha yüksek olup, tek bir yakıt girdisiyle birden fazla enerji tipini eş zamanlı olarak üretirler. Kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerinde kullanılan içten yanmalı gaz motorları hızlı senkronizasyona, kısmi yük altında çalışma esnekliğine, iyi yük takip kabiliyetine ve kısa geri ödeme sürelerine sahiptirler. Ocak 2015 itibarıyla, Türkiye'deki gaz motoru tahrikli kojenerasyon ve trijenerasyon santral kurulu elektrik gücü 1 GW'ı aşmıştır.

Enerjinin yerinde üretildiği kojenerasyon ve trijenerasyon santrallerine lisans muafiyeti getirilmesi ile Türkiye'de önceden "üret, kullan, kullanmadığını sat" şeklinde tarif edilebilecek kojenerasyon ve trijenerasyon santral mantığı, Avrupa'daki gibi "Tüketebileceğin Kadar Üret Ve Ürettiğin Kadarını Yerinde Kullan" mantığına dönüşme yolunda adım adım ilerlemektedir. Kojenerasyon temel mantığındaki bu değişim, kapasite seçim kriterlerini de etkileyerek, öncelikle elektrik tüketiminin esas alındığı ve toplam verimliliği %80 veya üzerinde olacak kojenerasyon sistemleri kurmayı zorunlu hale getirmiştir. Satış

yapmak isteyenler için ise üretici lisansı alma zorunluluğu doğmuştur.

31 Mart 2015 günü tüm Türkiye genelinde elektriğin kesintiye uğraması, kojenerasyon ve trijenerasyon santralleri gibi dağınık üretim yapan santrallerin önemini ve gerekliliğini bizlere bir kez daha hatırlatmıştır.

TEŞEKKÜR

Maddi destekleri nedeniyle, TÜBİTAK (EEEAG-113E769 nolu proje) ve Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Birimi'ne (FYL-2014-2351 nolu proje) teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- [1] Zor, K., Developing a software program to determine the optimal capacity rating of cogeneration and trigeneration plants driven by gas engines for unlicensed generation of electricity, *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 87 Sayfa, 2015.
- [2] Cakir, U., Comakli, K., Yuksel, F., The role of cogeneration systems in sustainability of energy, *Energy Conversion and Management*, Sayı 63, Sayfa 196-202, 2012.
- [3] Chicco, G., Mancarella, P., From cogeneration to trigeneration: profitable alternatives in a competitive market, *IEEE Transactions on Energy Conversion*, Sayı 21, Sayfa 265-272, 2006.
- [4] Salata, F., Vollaro, A. D. L., Lietovollaro, R. D., Mancieri, L., Method for energy optimization with reliability analysis of a trigeneration and teleheating system on urban scale: A case study, *Energy and Buildings*, Sayı 86, Sayfa 118-136, 2015.
- [5] Zor, K., Teke, A., Onsite energy production with cogeneration plants driven by reciprocating gas engines. *Proceedings of*

the 1st South East Europe Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Ohrid, Makedonya, Haziran 29 - Temmuz 3, 2014, SEESDEWES 2014.0237, Sayfa 1-9.

[6] Zor, K., Teke, A., Current status and operation modes of cogeneration and trigeneration plants driven by gas engines. *Proceedings of 21th International Energy and Environment Fair and Conference (ICCI)*, İstanbul, Türkiye, 6-8 Mayıs, 2015. (Baskıda)

[7] Türkiye Elektrik Enerjisi Kuruluş ve Yakıt Cinslerine Göre Kurulu Güç, TEİAŞ. Erişim Adresi (2015): <http://www.teias.gov.tr/yukdagitim/kuruluguc.xls>

[8] EPDK, Elektrik Piyasası Lisanssız Üretim Sıkça Sorulan Sorular – 8, 9 ve 37. Erişim Adresi (2015): <http://www.epdk.org.tr/index.php/epdk-sss-menu?id=816>

[9] Lisanssız Üretim Tesisleri İçin Trafo Merkezi Kapasiteleri, TEİAŞ. Erişim Adresi (2015): http://www.epdk.org.tr/documents/elektrik/lisanssiz_uretim/teiasTrafoKapasiteTahsis.pdf

[10] Toma, I., Dorus, M. ve Fosalau, C., Implementation of a Biogas Plant at Apavital Iasi, *Proceedings of IEEE International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering*, Iasi, Romanya, Ekim 25-27, 2012, Sayfa 867-870.

[11] Garcilasso, V. P., Velazquez, S. M. S. G., Coelho, S. T. ve Silva, L. S., Electric Energy Generation from Landfill Biogas – Case Study and Barriers, *Proceedings of IEEE International Conference on Electrical and Control Engineering*, Yichang, Çin, Eylül 16-18, 2011, Sayfa 5250-5253.

[12] Koçar, G., Eryaşar, A., Ersöz, Ö., Arıcı, Ş. ve Durmuş, A., *Biyogaz Teknolojileri*, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 2010. ISBN: 978-605-61108-0-1

[13] GE Jenbacher Company Overview Sunumu, Economic Utilization of Biomass and Municipal Waste for Power Generation, 13 Haziran 2007. Erişim Adresi (2015): http://cambodia.usembassy.gov/media2/pdf/economic_utilization_of_biomass_and_municipal_waste_for_power_generation.pdf

[14] Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. Erişim Adresi (2015): <http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.5346.pdf>

[15] Zor, K., Teke, A., Biyogaz Motorlu Kojenerasyon Santralleri ile Yenilenebilir Enerji Üretimi, *ST Elektrik-Enerji Dergisi*, Mayıs 2015 (Baskıda).

[16] MTU Onsite Energy, Combined Heat and Power from Biogas Broşürü. Erişim Adresi (2015): www.mtuonsiteenergy.com/fileadmin/fm-dam/mtu_onsite_energy/media-all-site/pdf/en/brochure/3061531_OE_Biogas_GB_ES.pdf