Bir Kojenerasyon Tesisinin Verimlilik Yönünden İncelenmesi: Kahramanmaraş Örnek Çalışması

Ceyhun Yıldız[1], Ahmet Gani[2], Ö. Fatih Keçecioğlu[3], Hakan Açıkgöz[4*], Mustafa Şekkeli[5]

Özet: *Kojenerasyon sistemlerinin enerji dönüşümünde verimliliği arttırdıkları bilinmektedir. Bu sistemler enerji talebinin olduğu yerde tesis edildiklerinden yerinde üretime de katkı sağlamaktadırlar. Yerinde üretim enerjinin taşınmasına duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmakta ve enerji iletim, dağıtımından kaynaklanan kayıpları ortadan kaldırmaktadır.Kojenerasyon sistemlerinin bu özelliği yatırımcılarda motivasyon oluşturmakta ve ülkemizde de bu tip tesislerin sayıları giderek artmaktadır. Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde tesis edilmiş bir kojenerasyon tesisinin verimlilik ile üretim-tüketim değerleri incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda tesisin sadece ısıl enerjiden elektrik enerjisi elde etme amaçlı kullanıldığı görülmüştür. Sistemdeki ısı enerjisinin kullanılmasının verimini arttıracağı yapılan hesaplamalar ile ortaya konulmuştur.*

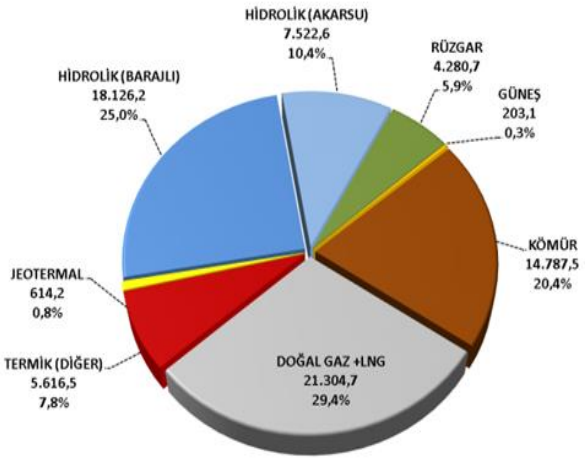
Anahtar Kelimeler*: Kojenerasyon, Enerji, Verimlilik*

1 GİRİŞ

Türkiye artan nüfusu ve gelişen ekonomisi ile enerji ihtiyacı gün geçtikçe, artan buna karşılık yerli enerji kaynakları sınırlı olan ve enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal eden bir ülkedir.Enerji kaynakları kısıtlı olan ülkemizde, enerjinin etkin kullanılması ülkemizin enerji ithalatının azaltılmasına olumlu katkı sağlayacaktır.Kombine ısı ve güç üretimi veya en bilinen adıyla kojenerasyon, düşük maliyetli yatırım imkanı, düşük yakıt tüketimi, yüksek verimi ile tipik güç ve ısı üretim sistemlerinin yerini alacak cazip bir enerji üretim sistemidir[1]. Klasik enerji üreten sistemler ile çalışan işletmelerde elektrik üretimindeki verimin yaklaşık %40, ısı kazanlarındaki verimlilik %90 olması toplam verimliliğin yaklaşık %60 olduğu belirlenmiştir.

Kojenerasyon sisteminde ise elektrik üretimindeki verimin %40-45, ısı enerjisi üretimindeki verimin %45-50 arasında olması toplam verimliliğin %85-90 olduğunu göstermiştir.Kojenerasyon ve klasik sistemler arasındaki verimlilik farkını, hem atık ısının kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesi hem de kojenerasyon sistemlerinde enerji üretiminin, tüketim yerinin yakınlarında olmasından dolayı kayıpların minimum seviyelerde olması gösterilebilir[2].

Türkiye'deki enerji kaynakları ve elektrik talebine baktığımızda; elektrik üretimi için kurulu gücü 2014 yılı sonunda 69.516,40 MW iken 2015 yılı Ekim ayı verilerine göre 72.455,4 MW'a ulaşmıştır.Yine ekim ayı verilerine göre elektrik enerjisinin toplam tüketim miktarı 21.666.903 MWh olarak gerçekleşmiştir. 2014 yılı Ekim ayına göre kişi başı elektrik tüketimi yaklaşık % 7 artarak 2015 yılının Ekim ayında 274 kWh olarak gerçekleşmiştir. Elektrik enerjisi üretiminde enerji kaynaklarının payına bakıldığında %41 ile doğal gazın en çok tüketildiği görülmektedir. Doğal gazdan sonra % 17 ile HES, %16 ile ithal kömür ve %12 ile linyit kullanımı gerçekleşmiştir[3].Türkiye'deki elektrik enerjisinin kaynaklara göre kurulu gücü (2015 Ekim ayı) şekil 1'de verilmiştir. Ülkemizde enerji üretiminde ilk sırada kullanılan doğal gazın 2015 Ekim ayı sonu itibari ile tüketim miktarı 3.853.620 bin stdm3 'tür. Şekil 2'de verilen doğal gaz tüketim miktarları incelendiğinde enerji santrallerinde 1.288.631 bin stdm3, sanayide 1.656.080 bin stdm3 ve şehirde 451.863 bin stdm3'lük doğal gaz tüketimi gerçekleşmiştir. Gerçekleşen bu tüketim pastasında en büyük pay % 49 ile sanayi tüketimindedir. Diğer pay sahipleri %38 ile enerji santralleri ve % 13 ile şehir tüketimidir. Ekim ayı 2015 doğal gaz tüketim miktarı Ekim ayı 2014 doğal gaz tüketim miktarına göre %10 artmıştır.



Şekil 1. Türkiye'deki elektrik enerjisi kurulu gücü Ekim 2015 [4].



Şekil 2. Türkiye'de kullanılan doğal gaz tüketim oranları Ekim 2015 [5].

2 MATERYAL VE METHOD

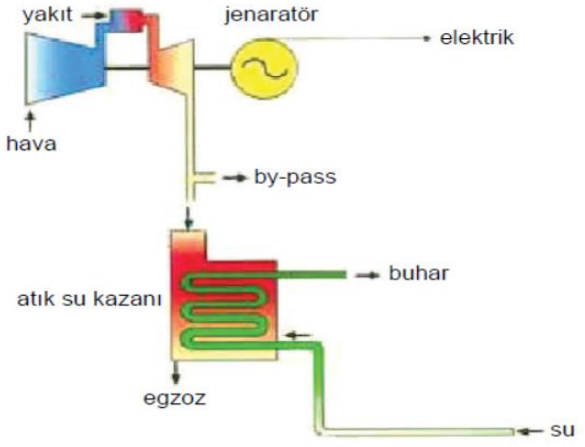
Bu çalışmada Kahramanmaraş ilinde iplik üretimi yapan bir tekstil fabrikası'nın elektrik ihtiyacını karşılayan 9.73 MWe kurulu güce sahip kojenerasyon tesisine ait 2015 yılına ait veriler kullanılarak tesisin verimi incelenmiştir.Sistem verimini arttırmak amacıyla kullanılmayan ısı enerjisi hesaplanarak ısı enerjisinin kullanılması durumunda mevcut verimin ne kadar artacağı hesaplanmıştır.

3 KOJENERASYON

Hem endüstride hem de ısıtma için gerekli olan elektrik enerjisi ve ısıl enerjisinin, aynı kaynaktan karşılanması ile yapılacak olan enerji tasarrufu çevre kirliliğini ve dışa bağımlılığımızı azaltacaktır. Bu yüzden elektrik ve ısı enerjisinin aynı kaynaktan karşılanması olan kojenerasyon yöntemi gereklidir.Kojenerasyon sistemleri kullanılan yakıtlar bakımından da esneklik gösterir. Yakıt çeşitleri ve değerleri tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kojenerasyon sistemi yakıt türleri ve değerleri

YAKIT TÜRÜ	Özgül Ağırlık kg/nm^3	Alt Isıl Değer kWh/nm^3	Metan Sayısı	Alev Hızı cm/s
Hidrojen	0.0899	2.996	0	302
Metan	0.717	9.971	100	41
Propan	2.003	26	33	45
CO	1.25	3.51	75	24
Doğalgaz	0.798	10.14	80	41
Arıtma	1.158	6.5	135	27
Çöplük	1.274	4.98	150	20
Odun gazı	1.25	1.38	13	-



Şekil 3. Kojenerasyon sisteminin çalışma şeması

Yakıt seçimindeki en önemli kriterler yakıt fiyatı ve arz güvenilirliğidir. Bu nedenle, fosil yakıt rezervlerinin miktarı ve dağılımı göz önüne alındığında, arz güvenilirliği ve fiyat konusunda sorunlar yaşanan sıvı ve gaz yakıtların tercih edilmesi enerji güvenliğini sarsmaktadır. Günümüze kadar kısa vadede çözüm getirdiği için, doğal gaz kombine çevrim santrallerine kojenerasyon uygulamalarına öncelik verilmiştir. Doğal gaz çevre dostu bir yakıt olarak hava kirliliğini de azaltan bir yakıttır. Günümüzde kojenerasyon tesislerinde kullanılan yakıtların %60'ını doğal gaz oluşturmaktadır. Şekil 3'de kojenerasyon sisteminin çalışma şeması verilmiştir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi yakıt hava ile etkileşime girdikten sonra tahrik ünitesi aracılığıyla jeneratörden elektrik enerjisi üretilmekte ve ortaya çıkan ısıdan da atık su kazanı vasıtasıyla ısıtma amaçlı kullanılmak üzere buhar elde edilmektedir.

4 KOJENERASYON TESİSİ VE VERİM

Kojenerasyon sistemlerinin türbin tip veya yanmalı motor tipi olmak üzere iki farklı tahrik ünitesi vardır. Türbin tiplerinde ısıl verim, elektrik verime oranla daha fazladır. Motor tiplerde ise elektriksel verim daha yüksektir[6-7]. Yanmalı motorlar genellikle düşük ve orta güçlü kojenerasyon sistemleri için daha uygundur [8].Uygulamadaki tesis için sistemin devreye girmesi ve bakım süreçlerinde devreden çıkarılma sürelerinin kısa olması, sistemin elektrik ve ısı üretim değerlerinin birbirine yakın olmasından dolayı motor tipi tahrik ünitesi seçilmiştir. Kojenerasyon tesisinde kullanılan motor tip tahrik ünite sistemi şekil 4'de görülmektedir.



Şekil 4. Motor tipi tahrik ünite sistemi

Kojenerasyon tesisi tarafından üretilecek yıllık toplam elektrik enerjisi miktarı eşitlik 1'deki formül kullanılmak suretiyle yapılan hesaplamalara göre belirlenir.

$$P_e = P_h x C \quad (1)$$

Burada;

P_e: Kojenerasyondan elde edilen kWh cinsinden yıllık toplam elektrik enerjisi miktarını,

P_h: Kojenerasyondan elde edilen kWh cinsinden yıllık toplam yararlı ısı enerjisi miktarını.

C: Yıllık toplam elektrik enerjisi miktarının yıllık toplam yararlı ısı enerjisi miktarına oranını ifade eder. Kojenerasyon tesisinin verimi eşitlik 2'de verilen formül ile hesaplanır.

$$n_k = (P_e + P_h) / P_g \quad (2)$$

Burada,

n_k : Kojenerasyon tesisinin toplam verimini,

P_e: Kojenerasyondan elde edilen kWh cinsinden yıllık toplam elektrik enerjisi miktarını,

P_h:Kojenerasyondan elde edilen kWh cinsinden yıllık toplam yararlı ısı enerjisi miktarını,

P_g: Kojenerasyona giren kWh cinsinden yıllık toplam birincil enerji kaynağı eşdeğeri enerji miktarını ifade eder [9].

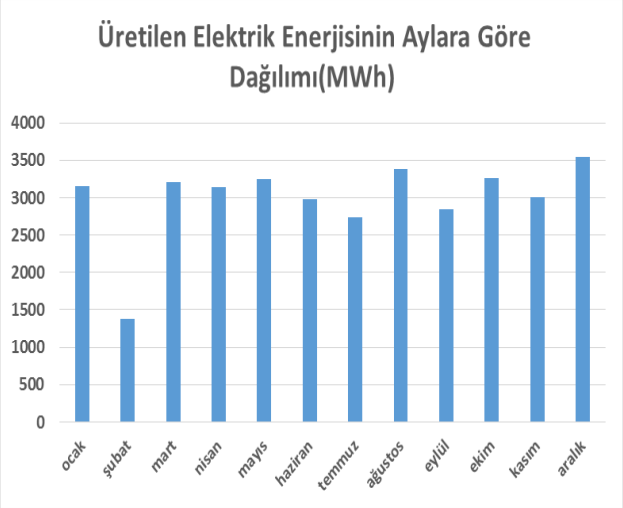
Kojenerasyon tesisine ait hesaplanan değerler tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Kojenerasyon tesisine ait değerler

Tesis Kurulu Güç	9.73 MWe
Motor Nominal güç	22KW
Motor Elektriksel Verim	%44
Motor Isıl Verim	%36
Motor Toplam Çevrim Verimi	%80
Yıllık Tüketilen Toplam Doğalgaz Miktarı	92921 MWh
Yıllık Üretilen Toplam Elektrik Enerjisi	35885 MWh
Yıllık Üretilen Toplam Yararlı Isı	29360 MWh
Mevcut Verim	%39
Yararlı Isı Kullanılırsa Verim	%70

Üretici firma tarafından motorun katalog bilgisinde verilen motor çalışma yükleri incelendiğinde motorun %50'nin altında yüklenmesi motor verimini düşürmektedir. Bu husus göz önünde bulundurulup motor yükünün %50-100 arasında çalıştırılmasına dikkat edilmiştir.

2015 yılına ait kojenerasyon tesisinde üretilen elektrik enerjisinin aylara göre dağılımı şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Kojenerasyon tesisinde üretilen elektrik enerjisinin aylara göre dağılımı

Alınan değerlerin aynı birim üzerinden değerlendirilmesi için "kW" olarak hesaplaması yapılmıştır. Sistemin bir günde 18 saat çalıştığı ve aylık 30 gün üzerinden 540 saat çalışacağına göre hesap yapılmıştır.

5 SONUÇLAR

Elektriği ürettikleri yerde tüketen işletmeler iletim kaybına maruz kalmadıkları için daha verimli çalışmaktadırlar. Kahramanmaraş'ta bir iplik fabrikasının yerinde üretimle elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayan kojenerasyon tesisinde 2015 yılına ait üretim-tüketim değerleri kullanılarak yapılan verim hesabı sonucunda %39 olan mevcut sistem veriminin yararlı ısının kullanılmasıyla %70'lere kadar ulaştığı görülmüştür. Kojenerasyon tesisi için yapılan hesaplamalar neticesinde yararlı ısının geri dönüşümünün sağlanması sistemin daha etkin ve verimli çalışmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Dincer I, Rosen MA, (2005). ''*Thermodynamic aspects of renewables and sustainable development*'', Renewable and Sustainable Energy Reviews. 9:169-189.

[2] Ener, Ö.(2006).*"Örnek Bir İşletmede Kojenerasyon Tesisi Uygulaması,"*Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

[3] EİGM (Enerji İşleri Genel Müdürlüğü) *Ekim 2015 Aylık Enerji İstatistikleri Raporu.* URL (erişim tarihi:((15.12.2015)http://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT/1/Documents/E%C4%B0GM%20Periyodik%20Rapor/2015%20Ekim%20Ay%C4%B1%20Enerji%20Raporu.pdf

[4] EMO (Elektrik Mühendisleri Odası) *Türkiye'de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü*. URL (erişim tarihi: (01.11.2015)http://www.emo.org.tr/ekler/ccf715eae0ff698_ek.pdf.

[5] Çalışıcı Ü., (2005). *"Kojenerasyon Sisteleri ve Bir İşletmenin İhtiyacını Karşılayacak Kojenerasyon Sisteminin Teknik ve Ekonomik Uygulanabilirliği."*Yüksek Lisans Tezi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Antakya.

[6] Yüksel F, Goza M, (2014).*"Kojenerasyon Sistemleri Ve Uygulamalı Ekonomik Analizi:*

Hastane Örneği'', Mühendis ve Makina Dergisi Cilt:55 ,Sayı:651 s.43-49.

[7] Yörü, Y. (2008). "*Kojenerasyon Sistemlerinde Yapay Sinir Ağları Uygulaması ve Ekserji Analizi*," Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

[8] Kubilay, E. (2012). "*Bir Kojenerasyon Tesisi için Fizibilite Çalışması*," Enerji Yatırımları Fizibilite Hazırlanması Semineri, Ankara.

[9] *Enerji ve Tabii Kaynaklar* Bakanlığından: *Kojenerasyon ve Mikrokojenerasyon Tesislerinin Verimliliğinin Hesapl*anmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Tebliğ (18.09.2014),(Sıra No:2014/3).

Yazar Adresleri

Ceyhun, Yıldız,Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Elbistan Meslek Yüksekokulu,
Elektrik Programı,
cceyhunyildiz@gmail.com

Ahmet, Gani,Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Mühendislik- Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
ahmetgani8733@gmail.com

Ö.Fatih, Keçecioğlu,,Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Mühendislik- Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
o.fatihkececioglu@gmail.com

Hakan, Açıkgöz,,Kilis 7 Aralık Üniversitesi
Kilis Meslek Yüksekokulu
Elektrik Programı
hakanacikgoz84@gmail.com

Mustafa,Şekkeli,Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi,
Mühendislik- Mimarlık Fakültesi,
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü,
mustafasekkeli@hotmail.com

İletişim Kurulacak Yazar

Hakan, Açıkgöz,,Kilis 7 Aralık Üniversitesi,
Kilis Meslek Yüksekokulu,
Elektrik Programı,
hakanacikgoz84@gmail.com