

ÜNİVERSİTE YERLEŞKELERİ İÇİN DOĞALGAZLI TRİJENERASYON SİSTEMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İbrahim ÜÇGÜL¹, Ufuk ELİBÜYÜK*

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

Anahtar Kelimeler

*Kojenerasyon
Trijenerasyon
Doğalgaz
Enerji Durumu*

Özet

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

Süleyman Demirel Üniversitesi'nin başta elektrik ve doğalgaz olmak üzere enerji tüketimlerinin artması, üniversitesinin enerjiye ödediği bedelleri de arttırmıştır. Süleyman Demirel Üniversitesi gibi hızla büyüyen ve yeni yatırımlar yapan bir üniversite için enerji giderlerinin azaltılması üniversitenin geleceği için büyük bir önem arz eder. Sürdürülebilir ve kendine yeten bir üniversite olmanın temel şartı enerjisini kendisinin üretmesi ve enerji üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelmesidir.

Bu çalışmada Süleyman Demirel Üniversitesi'nin 2012-2013 yılı enerji durumu özetlenmiş ve üniversite yerleşkelerinin elektrik, ısı ve soğutma ihtiyaçlarını karşılayabilen bir doğalgazlı trijenerasyon sistemi değerlendirilmiştir.

THE EVALUATION OF NATURAL GAS SYSTEMS TRIGENERATION IN UNIVERSITY CAMPUS

Keywords

*Cogeneration
Trigeneration
Natural Gas
Energy Situation*

Abstract

Energy in trigeneration systems; electricity, heating and cooling as may be available to businesses in three different formats simultaneously. The difference to cogeneration trigeneration system, thanks to the cooling system incorporated, it can be used for cooling the heat generated by conversion needs. Trigeneration systems and efficiency savings are obtained by applying to businesses that need seasonal or continuous cooling.

Suleyman Demirel University the increase in energy consumption, including electricity and natural gas in particular, has increased the price it paid for the energy of the university. Suleyman Demirel University as a rapidly growing and reduce the energy costs for a university would make new investments of great importance for the future of the university. Sustainable and a self-contained university basic requirement of being to produce the energy itself and is turning to renewable sources of energy.

In this study, Suleyman Demirel University in 2012-2013, the energy situation is summarized and power, heating and cooling of the university campus, a gas that can meet the needs of trigeneration system is evaluated.

*İlgili yazar: ufukeyk@gmail.com

1. Giriş

Doğalgaz yer kabuğunun içindeki fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Bir petrol türevidir. Yakıt olarak önem sıralamasında ham petrolden sonra ikinci sırayı alır. Doğal gazın büyük bölümü (%70-90'ı), Metan gazı (CH₄) adı verilen hidrokarbon bileşiğinden oluşur. Diğer bileşenleri; etan (C₂H₆), propan (C₃H₈), butan (C₄H₁₀) gazlarıdır (Vikipedia, 2015).

Çeşitli kimyasal ürünlerin başlıca hammaddesi olan doğalgaz dünya enerji tüketiminin önemli bölümünü karşılamaktadır. Doğalgazın geçmişi yüzlerce yıl öncesine dayanmaktadır. Tarihsel kaynaklar doğalgazın ilk kez M.Ö. 900'lerde Çin'de kullanıldığını göstermektedir. Taşınması, işlenmesi ve stoklanması kolay olan doğalgaz yaygın kullanımı ise 1790'da İngiltere'de başlamıştır. Boru hattı taşımacılığıyla birlikte 1920'lerde artan doğalgaz kullanımı II. Dünya Savaşı'ndan sonra daha da gelişmiştir. Doğalgaz enerji üretim sektöründe ilk kez Amerika'da kullanılmaya başladı. 1950'li yıllarda doğalgazı dünyada enerji tüketimindeki oranı %10'u geçmezken günümüzde enerji tüketiminin %25,8'i doğalgaz ile karşılanmaktadır (Aktacir, 2014).

Dünyada 2013 yılı sonunda kullanılan enerjinin %35,8'ini petrol, %25,8'ini doğalgaz, %19,4'ünü kömür, %9,7'sini nükleer, %2,3'ünü hidroelektrik, %5,3'ünü biyogaz ve atıklardan ve %1,7'si diğer enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (International Energy Agency, 2014). Buna karşılık günümüzde ülkemizde kullanılan enerjinin kaynaklara göre dağılımı ise %48,1'ini doğalgazdan, %29,2'sini kömürden, %16,1'ini hidrolik enerjiden, %3,3'ü rüzgâr enerjisinden, %0,9'u jeotermal enerjiden, %2,3'ü diğer enerji kaynaklarından karşılanmaktadır (Elektrik Mühendisleri Odası, 2015).

Enerjinin üretimi doğrudan etkilemesinden dolayı enerji ile ekonomi arasında ayrılmaz bir ilişki vardır. Bu nedenle enerji kullanımındaki verimliliğin artırılmasının önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Pravadaloğlu, 2012).

Dünyamızda yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlı olması ve buna karşılık sanayi ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlemesi, üretim teknolojilerini her geçen gün daha yüksek randımana ulaşma yönünde zorlamakta ve yeni enerji kaynakları arayışı içine sokmaktadır. Enerji tasarrufundaki bu şartlanma ilerleyen ekolojik bilinç ve fosil yakıt rezervlerinin sonuna kadar tespit edip değerlendirilmesi ve birincil enerjinin ekonomik kullanımına olan talebi arttırmaktadır (Çallı ve Bala, 2002)

Klasik güç santrallerinde fosil esaslı yakıt enerjisinin üçte biri elektrik enerjisine dönüştürülebilir, üçte

ikisi ise soğutma suyu olarak çevreye atılır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji henüz yeterli seviyede değildir. Sanayileşmenin sürekli ve kaliteli enerji isteği, elektrik ve ısı enerjisine olan talebi hızla arttırmakta, bu durum yatırımcıları kendi enerjilerini üretmeye zorlamaktadır (Pravadaloğlu, 2012).

Günümüzde kurumların sürdürülebilirliği en önemli gelişmişlik göstergesidir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi içinde enerji vazgeçilmez bir unsurdur. Üniversitelerin sürdürülebilirliği için de enerjisini kendisinin üretebilmesi büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda bu çalışma da üniversite yerleşkelerinin elektrik, ısı ve soğutma ihtiyaçlarını karşılayabilen bir doğalgazlı trijenerasyon sistemi değerlendirilmiştir.

2. Kojenerasyon ve Trijenerasyon

Trijenerasyon sistemini anlamak için öncelikle kojenerasyon sisteminin incelenmesi gerekmektedir.

Kojenerasyon, en yalın ifadeyle enerjinin hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemde üretilmesidir. Bu birliktelik, iki enerji formunun da tek tek kendi başlarına ayrı yerlerde üretilmesinden daha ekonomik neticeler oluşturmaktadır. Basit çevrimde çalışan, yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoru, kullandığı enerjinin %30-40 kadarını elektrığe çevirir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişinin %70-90 arasında değerlendirilmesi sağlanmaktadır. Bu tekniğe birleşik ısı-güç sistemleri ya da kısaca kojenerasyon denir (Sivrioğlu vd., 2011).



Şekil 1. Kojenerasyon sisteminin şematik görünüşü

Kojenerasyon, 20. yüzyılın başlarından itibaren yerleşim birimlerine kurulmuş ve bölge ısıtılması amaçlanmıştır. Kojenerasyon merkezi ısıtma uygulamalarının yaygın olarak kullanıldığı bölgelerde daha erken gelişme olanağı bulmuştur. Aynı zamanda bu sistemin kullanılmasının bir sebebi de yaz aylarında büyük klima tesisleri için buhara duyulan ihtiyaç olmuştur. İskandinav ülkelerinde toplam binaların %30-80'i bu sistemle ısıtılmakta olup ısıtma merkezleri birleşik ısı-güç üretimi şeklinde düzenlenmiştir (İGDAŞ, 2010).

Kojenerasyon ve klasik sistemler arasındaki verimlilik farkını, hem atık ısının kullanılabilir enerjiye dönüştürülmesi hem de kojenerasyon sistemlerinde enerji üretiminin, tüketim yerinin

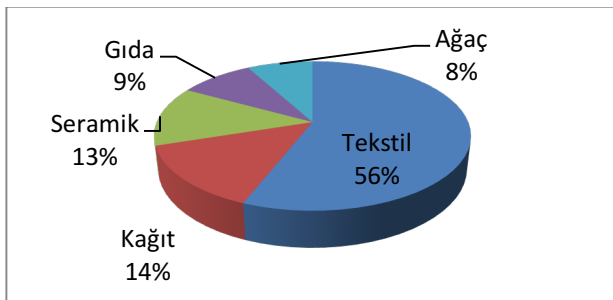
yakınlarında olmasından dolayı kayıpların minimum seviyelerde olması gösterilebilir. Hem sanayide hem de konut ısıtması için gerekli olan elektrik enerjisi ve ısı enerjisinin, aynı kaynaktan karşılanması ile yapılacak olan enerji tasarrufu çevre kirliliğini ve dışa bağımlılığımızı azaltacaktır. Bundan dolayıdır ki; elektrik ve ısı enerjisinin aynı kaynaktan karşılanması olan kojenerasyon yöntemi gereklidir. Ayrıca, fosil yakıtlarının kapasitesinin azalması ve üretim maliyetlerinin rezerv işletim şartlarının değişimine paralel olarak her geçen gün daha da pahalı olması sebebiyle yüksek verimli kojenerasyon sistemlerinden faydalanılmasını zorunlu kılmaktadır (Yüksel ve Goza, 2014).

Kojenerasyon sistemleri kullanılan yakıtlar bakımından da esneklik gösterir. Yani bu sistemler doğalgaz, biyogaz, propan, hidrojen, odun gazı gibi özel gazlar ve dizel yakıt ile çalışabilir. Özel gazlardan doğalgaz ve propan kullanım açısından yaygın ve ticarileşmiş durumdadır (Yüksel ve Goza, 2014).

Kojenerasyon sisteminin birçok faydaları vardır. Bunlar;

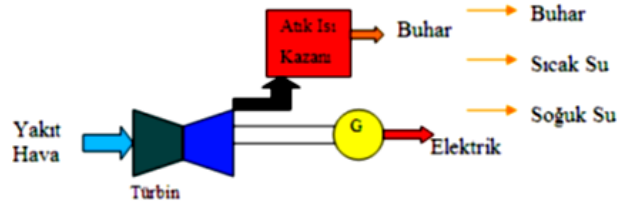
- Enerji daha ucuza mal edildiğinden endüstride, hatta konutlarda kullanım için daha ucuz elektrik ve ısı enerjisi imkânı sağlar.
- Küçük güç ve boyutlarda inşa edilmesi nedeni ile daha küçük ve yerel şirketlerce de işletilebilir.
- Ülkenin enerji maliyetinde önemli miktarda azalma sağlar.
- CO₂ salınımları azaltılarak, hava kirliliği ve küresel iklim etkisinin azaltılması sağlanır.
- Enerji üretimi tüketildiği yerde gerçekleştirildiğinden, iletim ve dağıtım hatlarında oluşan kayıplar ortadan kalkar, verimlilik artar, şebekeden etkilenmeden, kesintisiz ve kaliteli elektrik arzı sağlanır. Ayrıca merkezi üretim, iletim ve dağıtım sistemlerinin yatırım ve bakım maliyetleri önemli ölçüde düşer (Pravadaloğlu, 2012; Kaya, 2009).

Kojenerasyon tesisleri; petrol rafinerileri, petrokimya kompleksleri, kimya tesisleri, tekstil boyama tesisleri, kâğıt ve selüloz işleme tesisleri, ağaç işleme tesisleri, gıda üretim tesisleri, gübre tesisleri, tuğla ve seramik tesislerinde kullanılabilir. Türkiye'deki kojenerasyon tesislerinin kullanıldığı alanlar şekil 2'de gösterilmektedir (İGDAŞ, 2010).



Şekil 2. Türkiye'de kojenerasyon tesislerinin kullanıldığı alanlar (İGDAŞ, 2010; Güngör, 2007)

Trijenerasyon sistemi ise elektrik üretimi ve ısıtmaya ilaveten "soğutma sistemlerinin" de bir bütün halinde çalıştırılması üzerine kurulan sistemler topluluğudur. Elde edilen enerjilerin birbirlerine dönüştürülmesi vasıtasıyla maksimum enerji çeşitliliği ve minimum kayıp elde edilir. İngilizce tanım olarak "combined cooling, heating and power" şeklinde nitelendirilebilir. Yani "birleştirilmiş soğutma, ısıtma ve enerji sistemleri" demektir. Trijenerasyon sistemi aslında, bir alt sürümü olan kojenerasyon sistemlerine soğutma gruplarının eklenmesi sonucu elde edilir. Soğutma sağlamak için absorpsiyonlu soğutma grubu kullanılır. Üretici firmalar trijenerasyonu; işletmelerin soğutma ihtiyaçları, üretilen ısı formunun bir absorpsiyonlu soğutma ünitesinden geçirilmesiyle de soğuk su, soğuk hava elde ederek karşılanması şeklinde tanımlanmışlardır. Bu tip sistemlere de "Trijenerasyon" adı verilmektedir (Turgut, 2010).

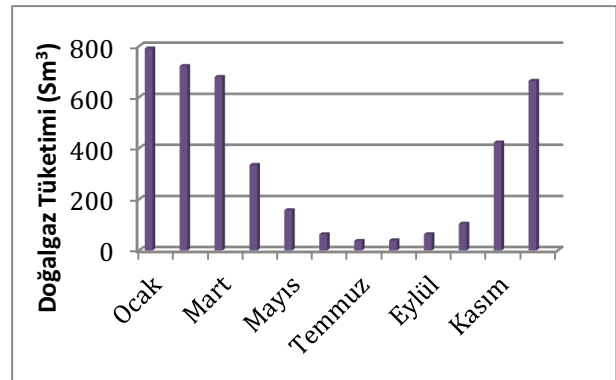


Şekil 3. Trijenerasyon sisteminin işleyiş şeması (İGDAŞ, 2010)

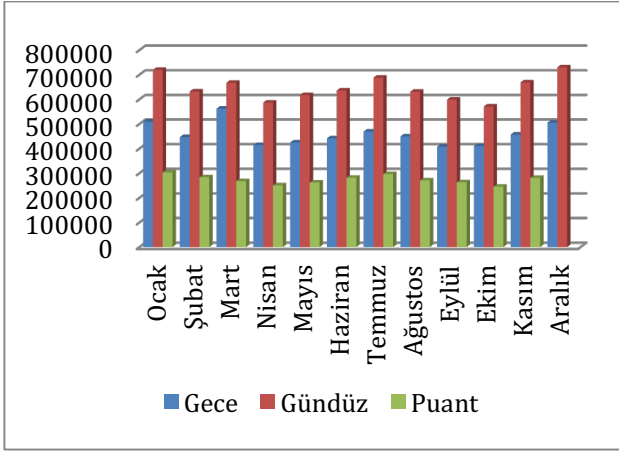
Trijenerasyon sistemleri, tipik merkezi sistemlere göre 3 kat daha verimlidir. Böyle bir sistemin toplam verimi %86 - %93 aralığındayken, klasik merkezi bir sistemin verimi %33 civarlarındadır. Ancak temel felsefesi tasarruf sağlamak olan bu sistemlerinin etkin ve verimli hizmet vermesi için öncelikli olarak sistem kapasitesinin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde verimsiz, hatta atıl tesislerin oluşması kaçınılmaz olacaktır (Pravadaloğlu, 2012).

3. Süleyman Demirel Üniversitesi Enerji Durumu

Süleyman Demirel Üniversitesi Yerleşkelerinin aylara göre doğalgaz tüketimi ve aktif elektrik tüketimi şekil 4 ve şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Yerleşkelerin aylara göre doğalgaz tüketimi (Sm³) (Üçgöl, 2013)



Şekil 5. Dönem ve saatlere göre aktif elektrik enerjisi tüketimi(kWh)(Üçgöl, 2013)

4. Süleyman Demirel Üniversitesi Trijenerasyon Sistemi

Trijenerasyon sistemi için saha koşulları aşağıda tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Trijenerasyon sistemi için saha koşulları(Üçgöl vd., 2013)

Ağırlıklı ortalama ortam sıcaklığı	12 °C
İrtifa	1050 m
Bağıl nem oranı	%61
Müessesenin yıllık çalışma süresi	8766 saat
Yörede mevcut doğalgaz basıncı	4 bar
Doğalgaz birim fiyatı(varsa fonlar dâhil)	0,8614 TL/m ³

Trijenerasyon sistemi için doğalgaz yakıtlı gaz motoru kullanılması planlanmıştır. Bu sisteme ait performans değerleri üretici firma kataloğundan alınarak tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sistemin Performans Değerleri (Jenbacher, 2005)

Elektrik Üretimi	2 x 1063	kW
Ortam Sıcaklığı	30	°C
Elektrik Çevrim Verimi	40	%
Doğalgaz Tüketimi (Alt ısı değer 9,64 kWh/Nm ³ göre)	2 x 275	Nm ³ /saat
Üretilen Soğuk Su	2 x 880	kW/saat
Üretilen Sıcak Su (ΔT 15°C →80/95°C)	2 x 1205	kW/saat

Trijenerasyon sisteminin işletme masrafları ve sistemin ekonomik kazançları tablo 3 ve tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 3. Trijenerasyon Sisteminin İşletme Masrafları

Elektrik üretimi için harcanan doğal gaz tutarı	5.146.279,24 TL
Isı üretimi için harcanan doğal gaz tutarı	783.376,97 TL
Gece Tarifesi Alınan Elektrik için ödenen tutar	824 863,43 TL
Toplam Masraf	7.537.896,62 TL

Tablo 4. Trijenerasyon Sisteminin Ekonomik Kazançları

Üretilen Elektrikten Kazanç	8.701.308 TL
Üretilen Soğutmadan Kazanç	960.056 TL
Kazançlar Toplamı	9.661.364 TL

Sistem kurulduktan sonra yıllık toplam kazanç: kazançlar toplamından toplam masraf çıkartılarak 2.123.467,44 TL olarak bulunmuştur. Sistemin kurulması için yatırım tutarı 1.560.000 € yani 4.636.500 Türk Lirasıdır. Buna göre yatırım masrafları ile yıllık toplam kazançlar oranlandığında sistem kendisinin 25 ayda amorti ettiği ortaya çıkmaktadır.

5. Sonuç

Enerji maliyetlerinin her geçen gün artması, elektrik ve ısı enerjilerine aynı anda ihtiyaç duyuluyor olması ve önemli çevre sorunlarının ortaya çıkmış olması gibi nedenlerle Üniversitenin kendi enerjisini kendisinin üretmesi şimdi ve gelecek günlerde büyük önem arz edecektir. Bu kapsamda yukarıda tanımlanan sistemin kendini 25 ay gibi kısa bir sürede amorti ettiği görülmüştür. Üniversitelerde yapılacak olan trijenerasyon sistemleri ile üniversitelerin enerji giderlerinin azaltılmasını sağlanmasının yanı sıra üniversitelerin sürdürülebilirliğine büyük katkılar sağlanmış olacaktır.

6. Conflict of Interest / Çıkar Çatışması

Yazarlar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir.

No conflict of interest was declared by the authors.

7. Kaynaklar

- Aktacir, M.A., 2014. Doğalgaz Tesisatı. Erişim Tarihi: 26.06.2015. http://eng.harran.edu.tr/~aktacir/DG_dersnot.pdf
- Çallı, İ., Bala, H., 2002. Kojenerasyon ve Kemerburgaz Çöp Arıtma Tesisindeki Uygulama. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 2, 46-50.
- Elektrik Mühendisleri Odası, 2015. Türkiye Elektrik Enerjisi İstatistikleri. Erişim Tarihi: 24.06.2015. http://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369#.VYtVBfntmko
- Güngör, R., 2007. Türkiye'de Kojenerasyon Potansiyeli, Uygulamaları ve Yasal Durum. Erişim Tarihi: 25.06.2015. http://www.eie.gov.tr/projeler/document/03_ko_gen_sunum_epdk.pdf
- International Energy Agency, 2014. Key World Energy Statistics. Erişim Tarihi: 24.06.2015.

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/keyworld2014.pdf>

İGDAŞ(İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret A.Ş.), 2010. Kojenerasyon ve Trijenerasyon Sistemleri. Erişim Tarihi: 24.06.2015. <http://cdn.igdas.com.tr/Web/Content/KojenerasyonVeTrijenerasyonSistemleri.pdf>

Jenbacher, 2005. Technical Description Genset JGS 320 GS-L.L. Erişim Tarihi: 12.04.2013. [http://www.energyregulator.tas.gov.au/domino/otter.nsf/LookupFiles/AGL_Hobart_Technical_Description.pdf/\\$file/AGL_Hobart_Technical_Description.pdf](http://www.energyregulator.tas.gov.au/domino/otter.nsf/LookupFiles/AGL_Hobart_Technical_Description.pdf/$file/AGL_Hobart_Technical_Description.pdf)

Kaya, M., 2009. Birleşik Isı-Güç Santralinin Enerji Üretimi ve Maliyet Açısından İncelenmesi. Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 1, 11.

Pravadaloğlu, S., 2012. Kojenerasyon Sistemleri ile Yerde Enerji Üretimi. Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Isıtma, Soğutma, Havalandırma, Klima, Yangın ve Sıhhi Tesisat Dergisi, 77, Ocak-Şubat, 24-28.

Sivrioğlu, M., Yurdakul, M., Aydoğan, A., İç, T.Y., 2011. Büyük Ticari Yapılarda Kurulacak Kojenerasyon Sistemlerinin Ekonomik Açından Alternatif Sistemlerle Karşılaştırılması. Cankaya University Journal of Science and Engineering, 8, 1, 135-151.

Turgut, H.G., 2010. Enerji Etkin Bina Tasarımı Kapsamında Büyük Ankara Oteli Yenilenme Süreci ve Trijenerasyon Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 167 s, Ankara.

Üçgöl, İ., 2013. Süleyman Demirel Üniversitesi Enerji Fizibilite Raporu. (SDÜ Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı'na)

Üçgöl, İ., Selbaş, R., Uğur, A., 2013. Kojenerasyon Uygulamaları ve Elektrik Üretimi. SDÜ YEKARUM Temiz Enerji Uygulamaları, Rapor No: 2013-R03.

Wikipedia, 2015. Doğalgaz. Erişim Tarihi: 26.06.2015. https://tr.wikipedia.org/wiki/Doğal_gaz

Yüksel, F., Goza, M., 2014. Kojenerasyon Sistemleri ve Uygulamalı Ekonomik Analizi: Hastane Örneği. Mühendis ve Makine, 55,651,43-49.