

KOJENERASYON VE KEMERBURGAZ ÇÖP ARITMA TESİSİNDEKİ UYGULAMASI

İsmail Çallı, Hacı Bala

Özet:-Bu makalede, kojenerasyon (birleşik ısı- güç) sistemleri, kullanılan yakıt türleri ve bu yakıtlardan biri olan Landfill gazın kojenerasyonda yakılarak elektrik ve ısı elde edilmesi konuları ele alınmıştır. Bununla birlikte bu yöntemin uygulamalarından biri olan Kemerburgaz Çöp Arıtma Tesisi hakkında ve bu tesiste atık ısının kullanılabilirliği ile ilgili değerlendirmeler de yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler-Kojenerasyon, landfill gaz, Kemerburgaz Çöp Arıtma Tesisi, atık ısı

Abstract-In this article, it is included that, cogeneration systems, kinds of fuels and burning of landfill gasin cogeneration to generate heat and power. Besides, It is pointed out that the practice of this method in Kemerburgaz waste refining plant. In addition to this, It includes evaluation about the usage of waste heat.

Keywords: Cogeneration, landfill gas, Kemerburgaz landfill plant, waste heat

I. GİRİŞ

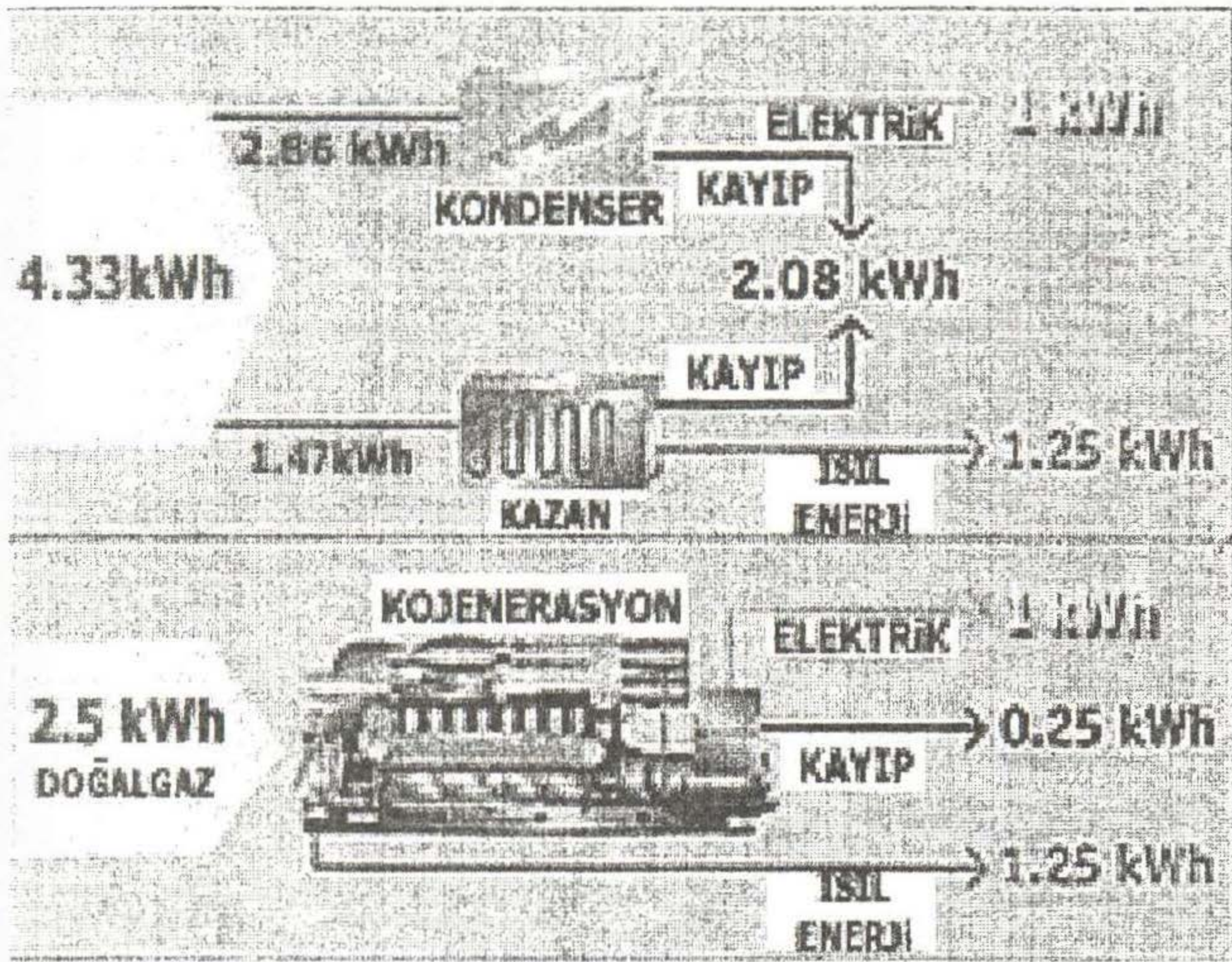
Dünyamızda yenilenemeyen enerji kaynaklarının sınırlı olması ve buna karşılık sanayi ve teknolojinin baş döndürücü bir hızla ilerlemesi, üretim teknolojilerini her geçen gün daha yüksek randımana ulaşma yönünde zorlamakta ve yeni enerji kaynakları arayışı içine sokmaktadır. Enerji tasarrufundaki bu şartlanma ilerleyen ekolojik bilinç ve fosil yakıt rezervlerinin sonuna kadar tespit edip değerlendirilmesi ve birincil enerjinin ekonomik kullanımına olan talebi arttırmaktadır. Teknolojik açıdan gelişmemiş ülkelerin en önemli dezavantajları kendi yapılarına uygun enerji politikalarını belirleyememiş olmalarıdır. Son yıllarda enerjinin üretim ve kullanım aşamasında verimliliğin artırılması, kayıpların en az düzeyde tutulması daha fazla önem kazanmaya başlamıştır. Bu yüzden, toplu ısıtma ve soğutma gibi hem elektrik hem de ısıya gereksinimi olan sektörler için birleşik ısı ve güç santralleri (Kojenerasyon) birincil enerjinin kullanımını daha verimli bir sistem olarak ön plana çıkarmaktadır.

İ. Çallı Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Esentepe Kampüsü, Sakarya.
H.Bala Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Esentepe Kampüsü, Sakarya.

II. KOJENERASYON NEDİR

Primer yakıt rezervlerinin azaldığı ve global rekabetin arttığı günümüz ortamında enerji girdilerinde süreklilik, kalite ve asgari maliyetleri sağlamak, kaçınılmaz olmuştur. Kojenerasyon, yada birleşik ısı güç üretimi (CHP sistemleri) birincil enerjinin aynı anda sırasıyla iki enerji formunun ısı ve elektrik üretiminde kullanılmasıdır. 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 elektriğe çevirebilir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülebilmekte veya ısı enerjisi olarak kullanılması durumunda toplam enerji girişinin % 70-90 arasında değerlendirilmesi sağlanabilmektedir. Bu tekniğe "birleşik ısı-güç sistemleri" ya da kısaca "kojenerasyon" diyoruz.

Şekil 1'e göre kojenerasyon tekniği ile kullanılan birincil enerjiden tasarruf %42 seviyesinde gerçekleşmektedir. Dolayısıyla kojenerasyon sisteminin çevreye en önemli katkılarından biri de burada ortaya çıkmakta, büyük enerji tasarrufu yanında atık emisyonları da aynı oranda azalmaktadır. Ülkemizde henüz üzerinde çok durulmayan bu husus, sistemin özellikle Avrupa ülkelerinde yaygın teşvik görmesinin ana sebeplerinden biridir. [1]



Şekil 1. Kojenerasyon ve Konvansiyonel Sistemleri Arasındaki Isıl Bilanço

II.1 Kojenerasyon Sistemleri

Kojenerasyonda ürünler üç çeşittir

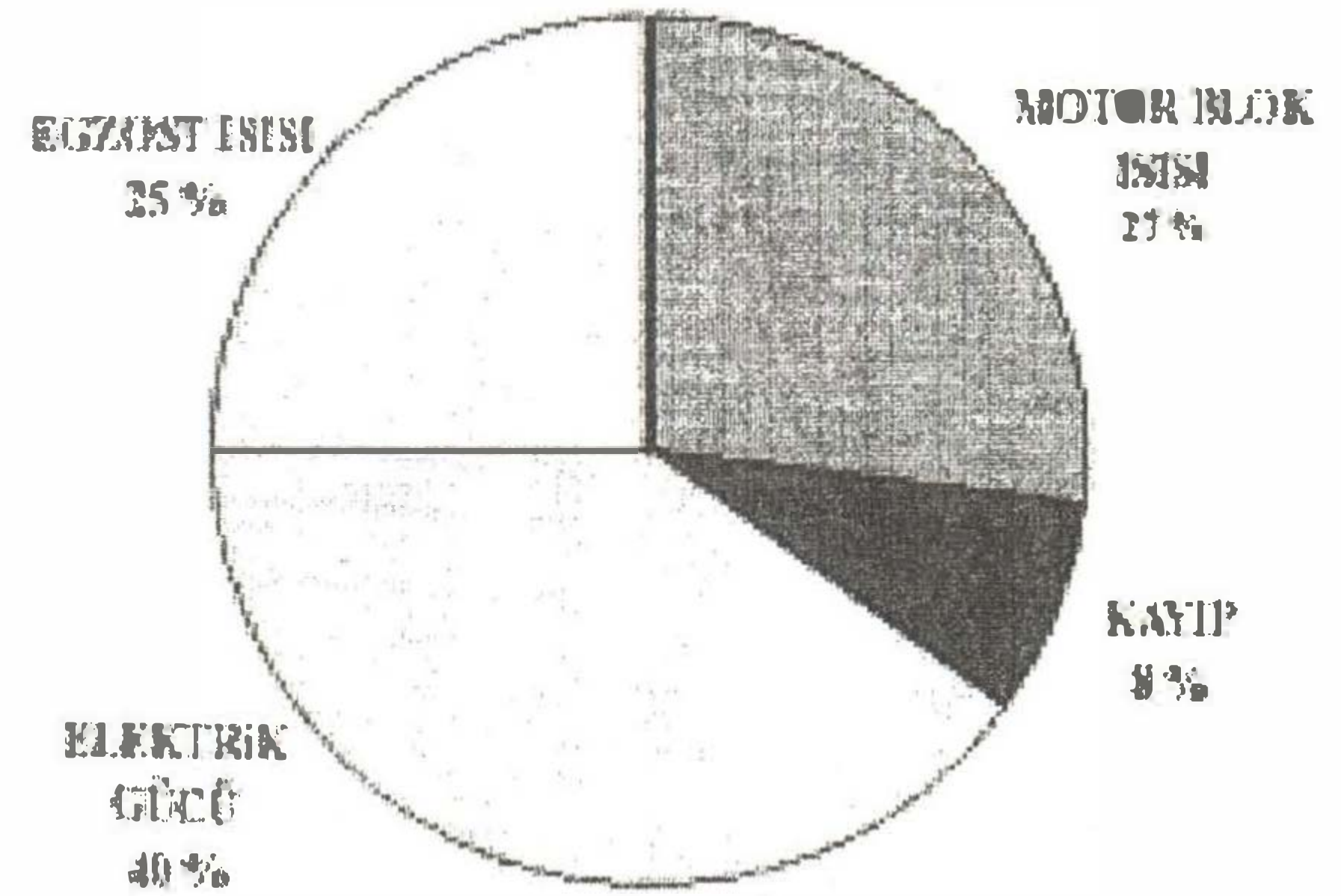
- Motorlu sistemler
- Gaz türbinli sistemler
- Kombine çevrimli sistemler

Motorlu sistemlerde genellikle gaz motoru kullanılmaktadır. Yani doğal gaz ve dökme propan yakan motorlar veya dizel motorlar söz konusudur. Gaz türbinleri ise doğal gaz, LPG, ve motorin kullanabilmektedirler. Kombine çevrimde gaz motoru veya gaz türbininden çıkan sıcak yanma gazları ile buhar üretilmekte ve bir buhar türbininden geçirilerek ikinci bir defa enerji dönüşümü sağlanabilmektedir.[2]

II.1.1 Gaz Motorlu Kojenerasyon Tekniği

Daha düşük sıcaklıkta atık ısı sağladıklarından ve çok çeşitli güçlerde üretilebildiklerinden dolayı, özellikle elektrik ihtiyacı ısı ihtiyacından daha fazla olan endüstriyel uygulamalarda, toplu konut, tatil köyleri, büyük oteller gibi sıcak su ve soğutma gereksinimi olan uygulamalarda optimum çözümler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Gaz motorundaki enerji dağılımı aşağıda gösterildiği gibidir.



Şekil 2. Gaz Motorlu Kojenerasyon Enerji Dağılımı

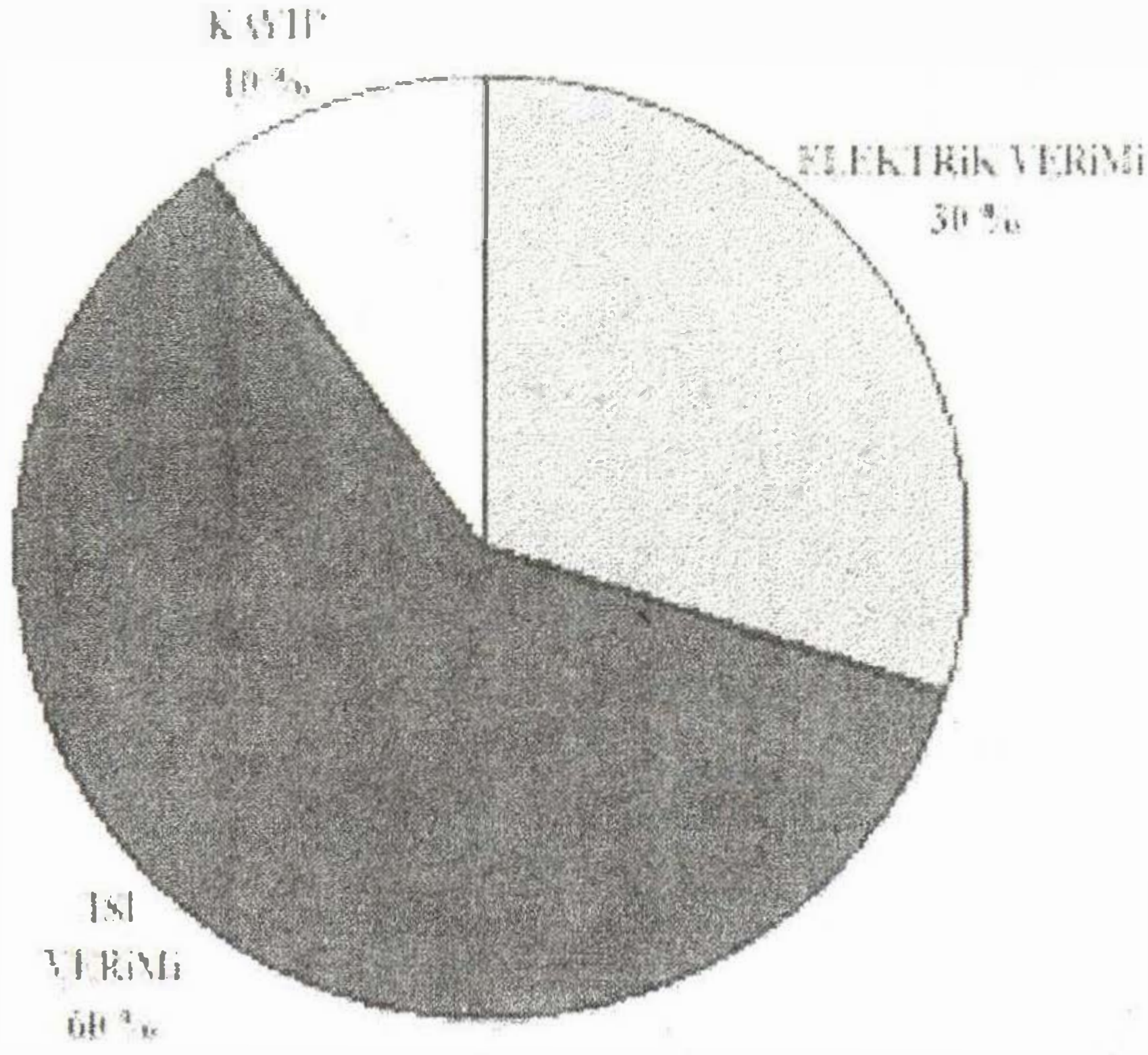
Şekil 2'de görüldüğü gibi, gaz motorunda yanan yakıt enerjisinin dönüştüğü enerji türleri şöyle sıralanabilir;

- %35-40 'lık kısmı mekanik güce
- %30-35 'lik kısmı motor gömlek ısısına
- %25-30 'luk egzost ısısına
- %7-10 'luk kısmı radyasyon enerjisi şekline kayıp enerjiye dönüşmektedir.[2,3]

Buradan sonuç olarak ortaya çıkan atık ısılarından gaz motorunun, kojenerasyon (CHP) amaçlı kullanımında sisteme verilen ısı enerjisi üç unsurdan ele edilir. Gaz motorunun yağlama devresi, egzost gazları ve şarj havası, silindir bloğu soğutma devresidir.

II.1.2 Gaz Türbinli Kojenerasyon Tekniği

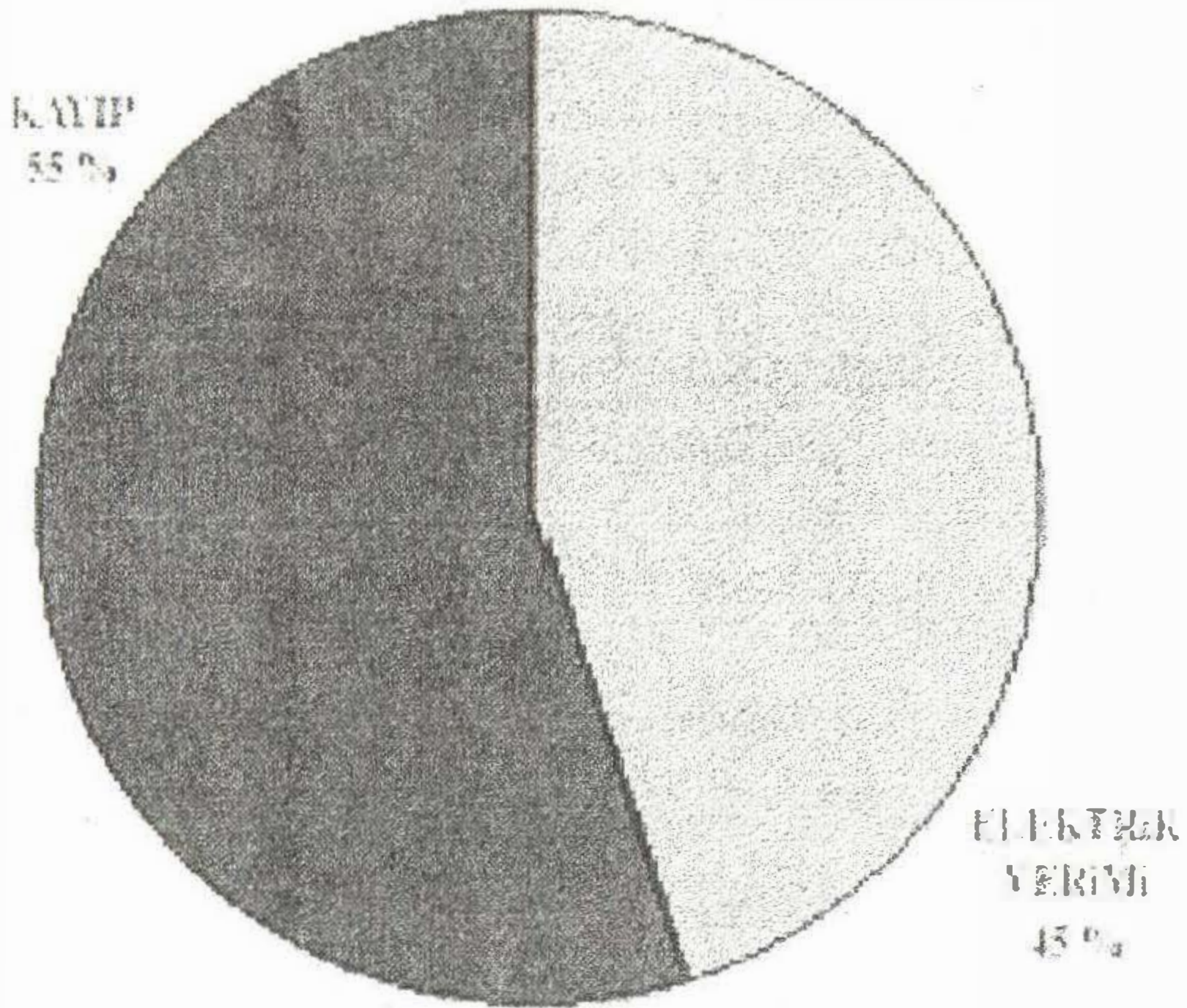
Gaz türbinli sistemlerde yakıt hava karışımının yanma odasında yakılmasıyla oluşan kinetik enerji, türbin ve şanzıman aracılığıyla jeneratörü tahrik ederek elektrik enerjisi elde edilir. Türbin çıkışından direkt bir ısı eşanjörü (atık ısı kazanı) aracılığıyla doymuş buhar ve/veya sıcak su elde edilir. Bundan elde edilen buhar ve/veya sıcak suyun doğrudan proseste kullanılması verimin maksimum olduğu en ekonomik çözümdür. Gaz türbinli basit çevrimli kojenerasyon sistemine enerji dağılımı Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Gaz Türbinli Kojenerasyon Enerji Dağılımı

11.1.3 Kombine Çevrimli Kojenerasyon Tekniği

Gaz türbinli kojenerasyon sistemlerinin oranca yüksek olan ısı çıkışından elde edilen buharın doğrudan proseste kullanılmasına ihtiyaç duyulmadığında gaz türbini atık ısı sistemine bağlanan buhar türbini ile kojenerasyon sisteminden daha fazla elektrik üretilebilir. Bu prensipte çalışan sistemlere "Kombine Çevrim Santrali" denir. Gaz türbinli kombine çevrimli Kojenerasyon sisteminde enerji dağılımı Şekil 4'te gösterilmiştir.[3]



Şekil 4. Kombine Santrallerde Enerji Dağılımı

III. YAKIT TÜRLERİ

Kojenerasyon teknolojisinde 0.54 kWh/Nm^3 'lük düşük bir ısı değere sahip endüstri gazlarından, 34 kWh/Nm^3 'lük bir ısı değere sahip bütana kadar birçok yakıt kullanılabilir. [3] Bu yakıt türlerinin bazılarının ısı değeri Tablo 1'de gösterilmektedir.

III.1 Landfill Gaz (Çöplük Gazı) ve Önemi

Atık depolarında dayanılmaz kokusuyla dikkat çeken gazlar aslında değerli bir enerji kaynağı durumundadır. Atıklar içerisindeki organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılmasıyla gaz oluşur. Bu gazın bileşimi %45-65 metan (CH_4) %25-35 karbondioksit (CO_2) ve %10-20 nitrojen (N_2) şeklindedir. Bir ton atığın ayrışmasıyla yaklaşık olarak $150-200 \text{ Nm}^3$ kullanılabilir landfill gazı ortaya çıkar. 20 yıl süre ile gaz çıkışı devam eder.[4] Ülkemizde bu gazlar henüz değerlendirilememektedir. Bu gaz ya düzensiz atıklarda havaya yayılmakta yada düzenli modern atık alanlarında 'fackel' (meşale) adı verilen bacalarda yakılarak zararsız hale getirilmektedir. Atık alanlarında açığa çıkan metan gazının sera etkisi karbondioksitten 20 kat daha fazladır. Landfill gazın kalorifik değeri yaklaşık 5 kWh/Nm^3 tür. Bu değer doğalgazın yarısı kadardır.[2,4]

Tablo 1 Birtakım Yakıtlar ve Özellikleri

Yakıt	kompozisyon	spesifik gravite (kg/nm ³)	alt ısı değeri (kwh/nm ³)	metan sayısı	laminar alev hızı (cm/sn)
CH_4	Metan	0,717	9,971	100	41
C_3H_8	propan	2,003	26	33	45
CO	karbon monoksit	1,25	3,51	75	24
Doğalgaz	CH_4 =%88,5 C_2H_6 =%4,7 C_3H_8 =%1,6 C_4H_{10} =%0,2 N_2 =%5	0,798	10,14	80	41
Arıtma Gazı	CH_4 =%65 CO_2 =%35	1,158	6,5	135	27
Çöplük gazı	CH_4 =%50 CO_2 =%40 N_2 =%10	1,274	4,98	150	20

2 kWh elektrik enerjisi ve 1,23 kWh ısı enerjisi için
· 5-7 kg bio-atık

- 5-15 kg çöp
- 8-12 kg ters-organik atık
- 4-7 m³ şehir kanalizasyon suyu yeterli olmaktadır. [3]

IV. KEMERBURGAZ ÇÖP ARITMA TESİSİ İNCELEMELERİ

Kemerburgaz (Hasdal) atık sahası 577 000 m² ye yayılmış İstanbul'un en eski ve en büyük atık sahalarından biridir. Bu saha daha önce vahşi (düzensiz) çöp depolama alanı iken kapatılıp rehabilitasyona tabi tutulmuştur. Önce çöplüğün stabilitesini sağlayacak kazı ve dolgu safhası ile üstünün toprakla örtülme aşamalarından geçmiştir. 1998 sonunda yapılan ihale ile çöp gazının toplanması ve elektrik enerjisi üretilmesi için gaz motoru santrali kurulmuştur. Tesis Haziran 2001'de devreye alınmış ve elektrik üretimine başlanmıştır. Bu tesiste üretilen elektrik enerjisi Kemerburgaz ve/veya Alibeyköy hattına verilmektedir. Tablo 2'de tesisin teknik özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 2. Kemerburgaz Çöp Arıtma Tesisi'nde Kullanılan gaz motorunun teknik değerleri

Motor Tipi	JGS 320 GS-L.L
Elektrik Üretimi	1006 kW
Termik Üretimi	Kullanılmamaktadır
Elektrik Çevrim Verimi	%38.9
Isı Çevrim Verimi	
Toplam Çevrim Verimi	%38.9
Çap / Strok	135 mm / 170 mm
Egzost Gaz Debisi	5559 kg/h
Birincil Enerji	2,5 kwh/kwh

IV.1 Tahrik Ünitesi

Jenbacher 20 silindirli, buji ateşlemeli, turboşarjlı, 1500 devir/dakika, shaft gücü 1034 kW gaz motoru

IV.2 Jeneratör

Stamford ' HC 734 F ' 1460 kVA, Senkron, trifaze, 400 V, 50 Hz, 0,8-1,0 arası ayarlanabilir Cos Ø.

IV .3 Şalt Sistemi

Şebeke ile senkron ve paralel çalışan, şebekedeki düzensizlik ve arızalarda izole çalışmaya geçerek devreden çıkan, şebeke düzeldiğinde otomatik olarak tekrar çalışarak adapte olan sistemdir. Modüllerin her biri kontrol odasında

bulunan DIANE (Dialog Network) otomatik kontrol sistemi ile kontrol ve kumanda edilmektedir. Modüller modem server veri aktarımı sistemi ile Topkapı Endüstri ve Jenbacher AG Servis departmanları ile uzaktan kontrol ve kumanda edilebilir durumdadır.[4]

V. ATIK ISI VE TESİSTE KULLANILABİLİRLİĞİ

Atık ısı geri kazanımı gaz motorlarında:

- Gaz motorunun yağlama devresi,
- Yanma sonucu oluşan egzost gazları ve şarj havası,
- Silindir bloğu soğutma suyu devresi;

Gaz türbinlerinde ise:

- Türbin egzost çıkışına direkt olarak konulan bir ısı eşanjörü (atık ısı kazanı) aracılığı ile sağlanmaktadır.

Sıcak su ve buhar üreten sistemlerde ise atık ısının; gaz motorlarında yaklaşık %70'i sıcak suya, %30'u buhara; gaz türbinlerinde yaklaşık %45'i sıcak suya, %55'i buhara dönüştürülebilmektedir.[3]

Landfill gazının kalorifik değeri 5 kW/Nm³'tür. Bu tesiste bir motora 500 m³/h gaz verilmektedir. Toplam 4 adet gaz motoru mevcuttur ve bunlarda üretilen ikincil enerji kapasiteleri değeri toplam yaklaşık 4 MW elektriksel ve 5 MW 'lık ısı güce eşittir.

V.1 Bölge Isıtması

Bir bölge ısıtma sistemi, ısı üretim merkezi, dağıtım şebekesi ve kullanıcı bağlantılarından oluşur. Yerleşim birimi bir site olabileceği gibi, bir mahalle veya bir kent de olabilir.

Bölge ısıtmasının, her apartmanın veya konutun ayrı ayrı ısıtılmasına oranla bazı avantajları vardır. Bunların arasında atıkların denetlenerek çevre kirliliğinin önlenmesi, yakıtın ekonomik yakılması, yakıt seçeneklerinin fazlalığı önceden belirtilmelidir. Bölge ısıtmasının en büyük dezavantajı ise ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasıdır. Ancak planlı ve düzenli yerleşim bölgeleri ile maliyeti azaltmak olanaklıdır.

Isı üretim merkezi, kazanlardan oluşan bir ısı santrali olabileceği gibi, bir bileşik ısı-güç santrali de olabilir. Santralde ısının dağıtımı için aracı akışkan işlevini gören sıcak su veya buhar üretilir. Günümüzde aracı akışkan olarak sıcak su kullanımı çok daha yaygındır. Santralde ayrıca aracı akışkanın şebekede dolaşımını sağlayan pompalar bulunur.

Santralde üretilen sıcak su veya buhar bir boru şebekesinde dolaşarak, ısı enerjisinin dağıtımını sağlar. Suyun santralden çıkış sıcaklığı 90 ile 120°C arasında olabilir.

Şebekedeki sıcaklık düşümü ise 10 ile 30°C arasındadır. Boru şebekesi kanalları içine yerleştirebileceği gibi, yer üstünde veya toprağa gömülde olabilir. Günümüzde çelik bir koruyucu kılıf içinde yalıtılmış plastik veya çelik borular yaygın olarak kullanılmaktadır. Dağıtım sisteminde ayrıca genleşme elemanları, vanalar, yardımcı pompalar yer alır.

Kullanıcı bağlantıları, şebeke ile konut arasında ısı enerjisi aktarımını sağlayan eşanjör ve konut içindeki ısıtma tesisatından oluşur.[3]

V.2 Seralarda Uygulaması

Gaz motorlu kojenerasyon tesisleri ile elektrik üretiminin yanısıra, düşük ısı devresi olan gövde ısıtmalarından yararlanılarak sera ısıtılması yapılmakta, aynı zamanda motorların egzost gazları katalizör üzerinden geçirilerek bitkilerin fotosentez sırasında tükettiği CO₂ üretilmekte ve böylelikle seranın üretiminin artırılması sağlanmaktadır. Bu tesislerde üç çeşit ürün açığa çıkmaktadır. Bunlar; elektrik, ısı ve atık CO₂ gazıdır. Elektrik seranın aydınlatılmasında, Üretilen ısı enerjisi seranın ısıtılmasında, CO₂ ise bitkiler için besin kaynağı olarak kullanılmaktadır. Üretilen elektrik enerjisinin ihtiyaç fazlalığı ise, satılabilmektedir.[5]

Ülkemizin kalkınma politikalarında büyük önemi olan tarım sektöründe doğalgaz kullanımının ülkemiz geneline yayılması ile birlikte önümüzdeki yıllarda kojenerasyon tesislerinin uygulamaları hızla artacaktır.

Şu anda Kemerburgaz kojenerasyon tesisi tam kapasite çalışmamaktadır ve sadece üretilen elektrik enerjisi satılmaktadır. Isı enerjisi sadece kışın tesisin içinin ısıtılmasında değerlendirilmektedir. Egzost atık ısı değerlendirilmemektedir. Bu atık ısının değerlendirilebilmesi için; atık ısı kazanında buhar ve/veya sıcak su üretilerek buraya yaklaşık 2 km mesafedeki Hamidiye Su Tesisine gereken ısı sağlanabilir. Yine buraya 8 km mesafedeki Hasdal Askeri Kışlasının ısıtılmasında kullanılabilir. Buhar veya sıcak suyun taşınması işlemi ön izoleli borularla fazla ısı kaybı olmaksızın yapılabilir.

Ayrıca buradaki mevcut arazide kurulabilecek sera tesisinin ısıtılmasında ve bitki üretim aşamasında da kullanılabilir.

VI. SONUÇ

Son zamanlarda kojenerasyon teknolojisindeki gelişmelerle birlikte verimlilik büyük bir artış göstermiştir. Bazı gaz motorlarında sadece elektriksel verim % 44'ler mertebesine ulaşmıştır. Ülkemizde kojenerasyon tesislerin toplam kapasitesi 3200 MW'a ulaşmıştır. Elektrik üretimi ise 19.2 milyar kWh olmuştur. Türkiye'ye enerji tasarrufunu sağlayan ve temiz enerji üreten kojenerasyon tesislerinin ülkemiz menfaatlerine uygun bir şekilde yaygınlaştırılması gerekmektedir. [6]

Geçen yıl ekonomimiz %11 ve elektrik tüketimimiz Türkiye genelinde %2.8 azalırken otoproduktör elektrik üretimi 2 milyar kWh yaklaşık %12 artmıştır. Kojenerasyon tesislerinin yüksek randımanı sayesinde ülkemiz 1.6 milyon TEP (ton eşdeğeri petrol, 1 TEP=41800 MJ) tasarrufu sağlamıştır.[6]

Ülkemizde birincil enerjinin büyük bir kısmının dışa bağımlılığı ülkemiz için bir dezavantajdır. Birincil enerjinin en verimli şekilde değerlendirilmesi zorunlu kılınmalı ve bu tür çalışmalara hız verecek gerekli yasal düzenlemeler yapılmalıdır.

Landfill gaz, içerisinde bulundurduğu metan gazından dolayı doğaya CO₂ gazından 20 kat daha fazla zarar vermektedir. Aynı zamanda bu gaz, kojenerasyon için mükemmel bir kaynak teşkil etmektedir. Hiçbir maliyeti olmayan bu gazın kojenerasyonda kullanılarak ısı ve elektrik enerjilerine dönüştürülmesi enerji üretimi açısından önemli olduğu kadar doğal yaşamı koruma açısından da önemlidir.

KAYNAKLAR

- [1]Türkiye Kojenerasyon ve Otoproduktörlük Derneği Web Sayfası <http://www.kojenerasyon.com>, 05.2002
- [2]Öztürk, M., Zor, A. Doğalgaz Dergisi Sayı 44, Syf:99-106.
- [3]Bölgesel Isıtma ve Kojenerasyon Konferansı Bildiriler Kitabı 24-25 Ekim 1998 İstanbul MMO Yayın No:210,
- [4]Jenbacher Energie – Cogeneration with gas engines katalogları
- [5]Kale Energy Product Catalogues 2002
- [6]ICCI 2002 8th International Cogeneration & Environment Conference & Exhibition May 23-24, 2002 Conference Book Syf:20-23, 51-58