



TÜRKİYE
KOJENERASYON
VE TEMİZ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ
DERNEĞİ
1998



*TurSEFF Yenilenebilir Enerji ve
Kaynak Verimliliği Semineri*
TÜRKOTED Özel Oturumu

**Kojenerasyon Sistem Bileşenleri ve
Uygulamaları
05.12.2018**

KOJENERASYON SİSTEM BİLEŞENLERİ VE UYGULAMALARI

05.12.2018

Erhan TALAZ
Kojenerasyon Sistemleri Satış Müdürü
Teksan Jeneratör A.Ş.

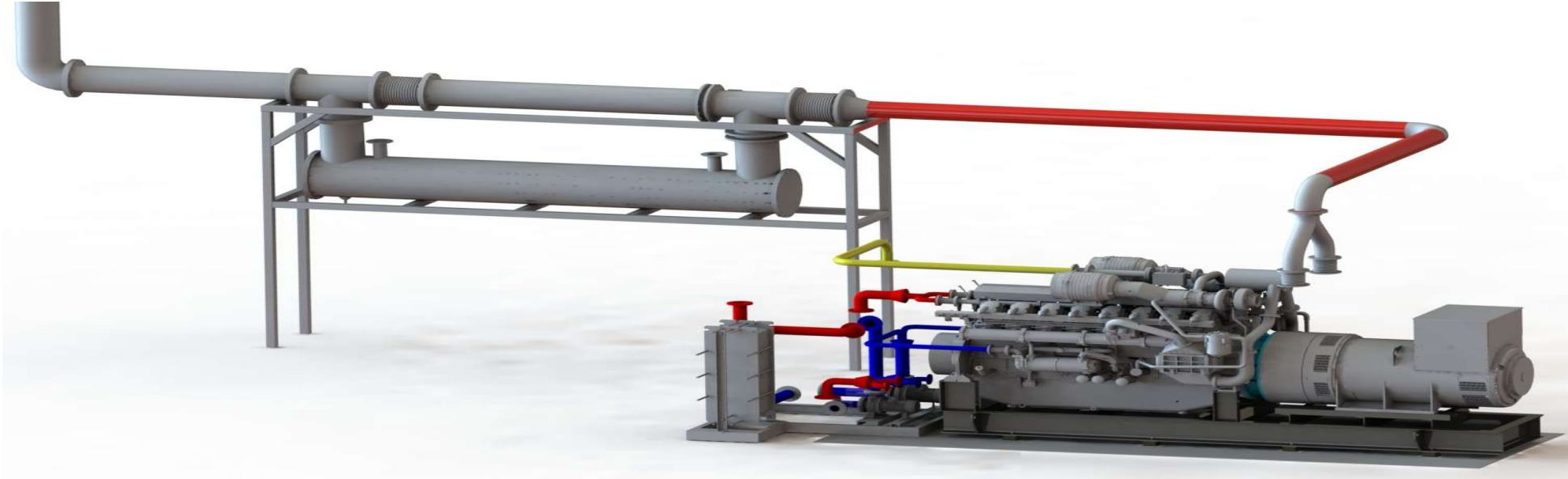
GAZ MOTORU İLE ENERJİ ÜRETİMİ

Prensip: Temel olarak elektrik enerjisi üretim işlemi; kullanılan yakıtın motor silindirlerinde yanmasıyla mekanik enerji oluşması, bu mekanik dönme hareketinden alternatörlerde faydalanmak suretiyle elektrik enerjisi üretim işlemidir. Ana olarak, gaz motoru, alternatör ve radyatörden oluşur.

Bu işlem sırasında yanma sonucu 400-600°C sıcaklık aralığında egzoz gazı ısısı açığa çıkar.

Bu ısının yanında motor ceket suyunun soğutulması sırasında da 80-90C° aralığında sıcak su elde edilir.

Elde edilen bu atık ısılar ısı eşanjöründen geçirilerek sıcak su veya buhar elde edilir.



KOJENERASYON (BİRLEŞİK ISI VE GÜÇ SİSTEMLERİ)

Enerjinin hem elektrik hem de ısı biçimlerinde aynı sistemden, eş zamanlı olarak beraberce üretilmesine “ Birleşik Güç Isı Üretimi (CHP-Kojenerasyon)” denir.



KAYIP %9.9

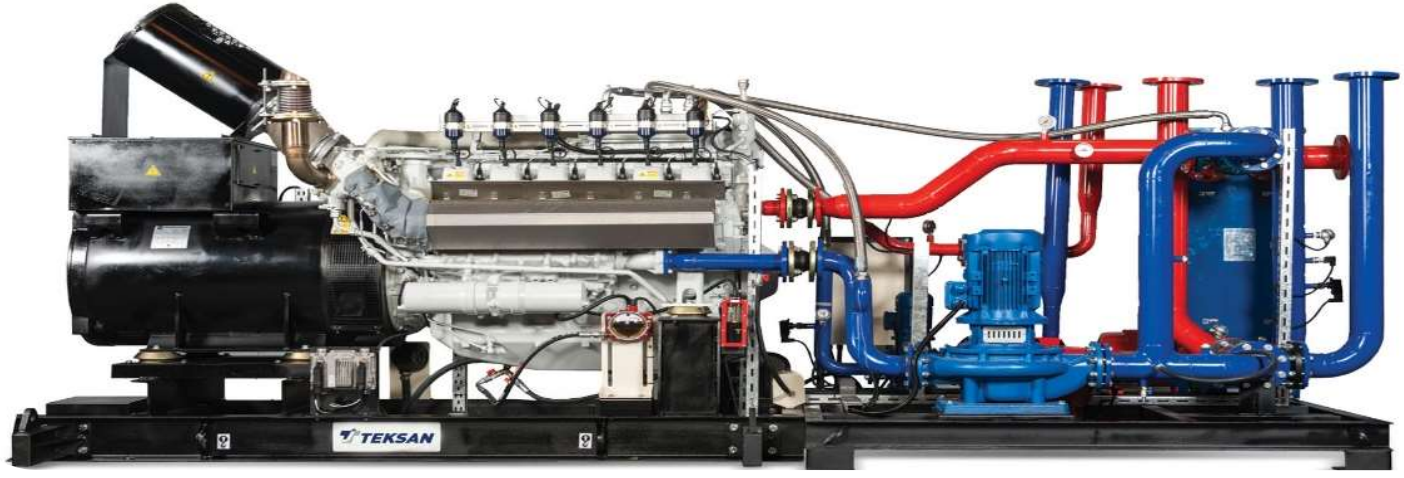
ELEKTRİK ENERJİSİ
%41.2

TERMAL ENERJİ
%48.9

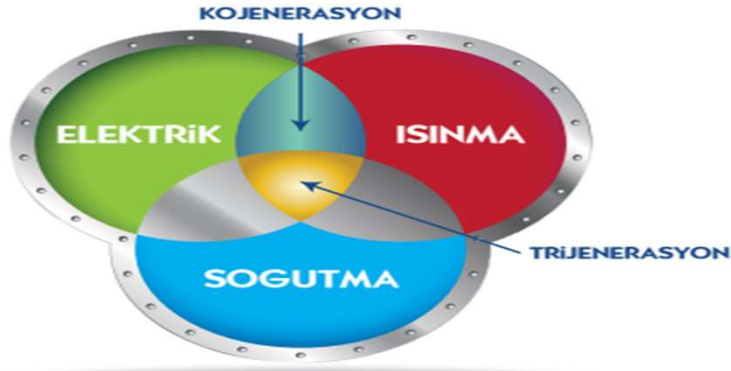
ISITMA
SOĞUTMA

TOPLAM KULLANILAN ENERJİ
%90.1

DOĞALGAZ



KOJENERASYON KULLANMANIN FAYDALARI



- Fabrikalarda ve binalarda karbon salınımlarının azalmasını, bir başka deyişle karbon ayak izlerini küçültür.
- İşletmeler, hem daha ucuza ürettikleri elektrikten, hem de değerlendirdikleri atık ısılardan dolayı enerji maliyetlerinde ciddi azalmalar sağlarlar.
- Biyogaz kullanarak oluşan enerji üretimi ile hem atıkların çevresel zararlı etkileri azaltılırken hem de üretilen elektrik ile enerjide dışa bağımlılık oranı azalmaktadır.
- Enerjide arz güvenliği oluşturur.
- İletim & dağıtım kayıplarını minimuma indirmeye yardımcı olur.

KOJENERASYON KULLANIM ALANLARI

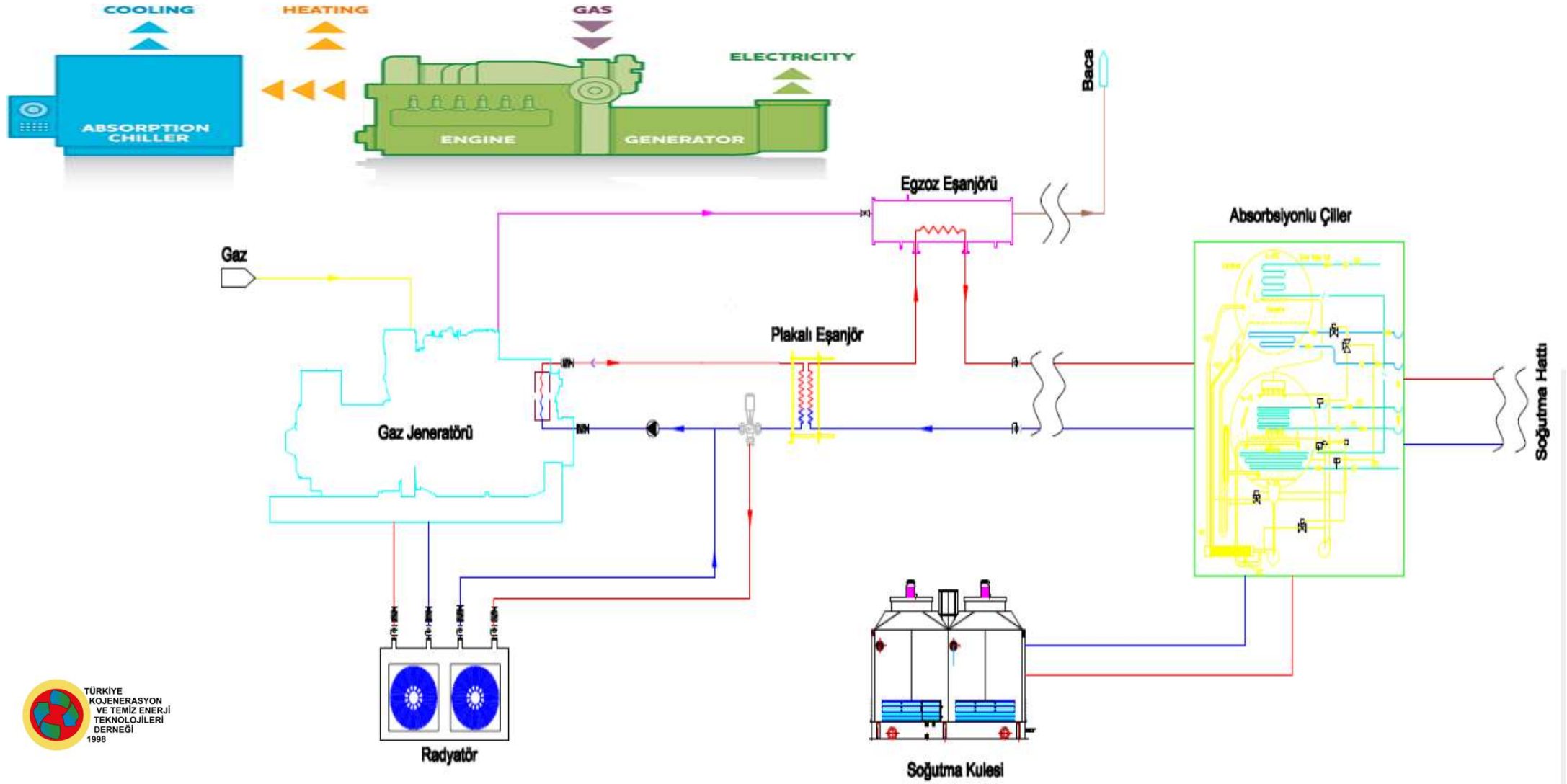
DOĞALGAZ

- HASTANELER
- OTELLER
- AVM
- ÜNİVERSİTELER
- SERAMİK
- TEKSTİL
- GIDA
- KİMYA – PETROL-GAZ
- KAĞIT ve KAĞIT ÜRÜNLERİ
- DEMİR - ÇELİK
- ÇİMENTO & CAM

BİYOGAZ

- ÇÖP ATIK TESİSLERİ
- HAYVANSAL ATIK TESİSLERİ
- ATIK SU ARITMA TESİSLERİ

KOJENERASYON EKİPMANLARI



KOJENERASYON EKİPMANLARI



Gaz Motoru ve Alternatör



Çeket Suyu Eşanjörü



Gaz Hattı Ekipmanları



Egzoz Eşanjörü



Soğutma Kulesi



Kumanda Panosu



Motorlu Vana



Intercooler ve Çeket Suyu Pompası



Radyatör

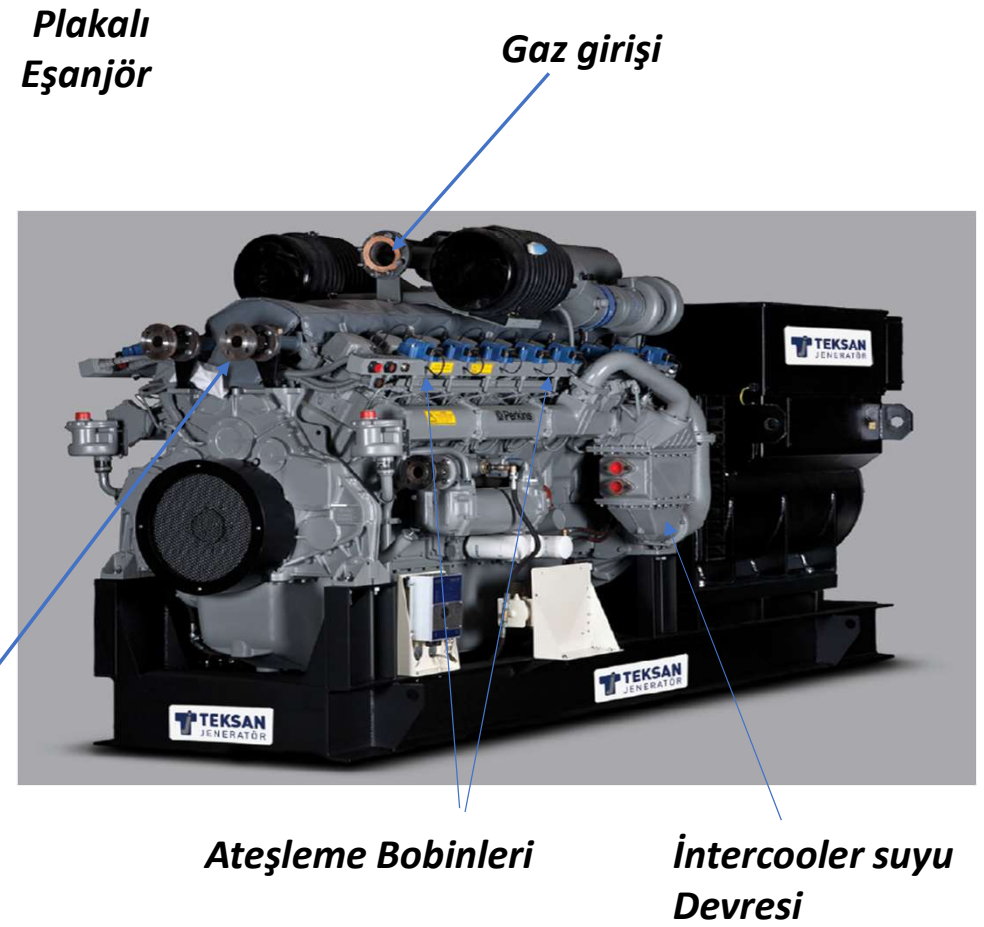
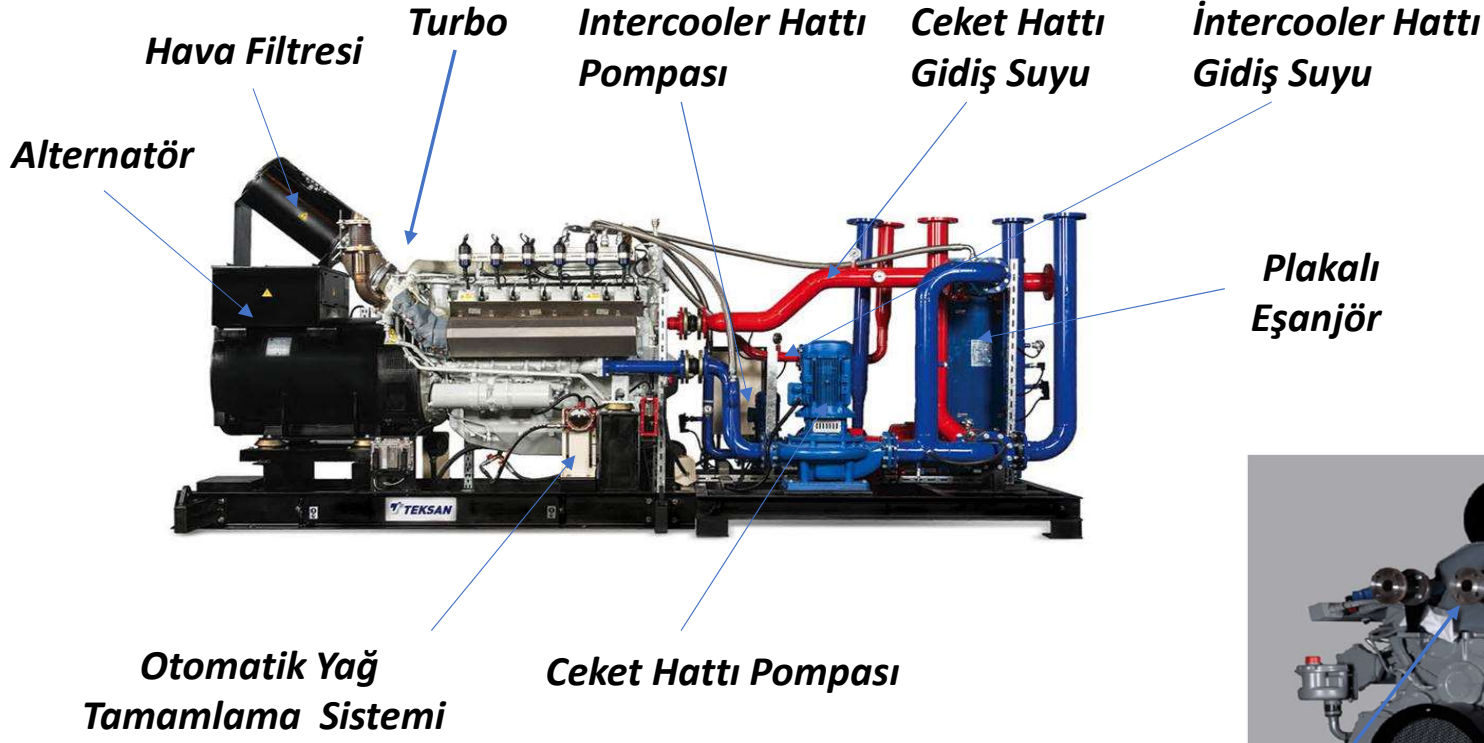


Absorbsiyonlu Çiller



TÜRKİYE
KOJENERASYON
VE TEMİZ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ
DERNEĞİ
1998

KOJENERASYON EKİPMANLARI



KOJENERASYON ATIK ISI GERİ KAZANIM – EGZOST GAZI

Egzoz Gazı: Motorun içinde yanan gazdan oluşan egzoz gazı çok yüksek (400-600°C) sıcaklığa sahiptir.

Bu egzost gazı, boru tipi ısı değiştirici kullanılarak üzerindeki ısı enerjisi kullanılabilir hale getirilir.

Elde edilen bu atık ısı, sıcak su, buhar veya kızgın yağ formunda olabilir.

350 kW MAN Kojenerasyon Sistemi

Kojenerasyon Sistemi Egzost Eşanjörü Teknik Verileri

Egzoz Eşanjörü		
Teknik Özellikler		
Güç	205	kW
Su Giriş Sıcaklığı	88	°C
Su Çıkış Sıcaklığı	95	°C
Su Debisi	25	m ³ /h
Egzoz Debisi	1945	kg/h
Egzoz Giriş Sıcaklığı	435	°C
Egzoz Çıkış Sıcaklığı	110	°C
Soğutma Yüzeyi	22	m ²
Çap	356	mm
Boru Boyu	3000	mm
Toplam Boy	4000	mm
Eşanjör Borusu	21.3x2	mm
Malzeme		
Eşanjör Borusu	AISI 316 Kalite Paslanmaz Çelik	21.3x2mm
Gövde Borusu	AISI 304 Kalite Paslanmaz Çelik	4mm
Flanşlar	AISI 304 Kalite Paslanmaz Çelik	15mm
Ayna	AISI 316 Kalite Paslanmaz Çelik	15mm
Perde	AISI 304 Kalite Paslanmaz Çelik	5mm



Egzoz Eşanjörü

KOJENERASYON ATIK ISI GERİ KAZANIM – MOTOR SOĞUTMA SUYU

Ceket Suyu: Motorun verimli ve düzgün çalışabilmesi için motor ceketinin üzerinde oluşan ısının motorlardan uzaklaştırılması gerekir.

Bu nedenle, motorlarda ceket suyu denilen soğutma suyu dolaştırılır. Bu sıcaklık aralığı 80-95°C aralığıdır.

Plakalı eşanjörde soğutulan bu su, eşanjörden çıkışta üç yollu termal vana yardımı ile cekete veya soğutulmak üzere radyatöre gönderilir.

Burada soğutulan su (75-80°C) motor ceketine gönderilir.

350 kW MAN Kojenerasyon Sistemi Ceket Suyundan Alınan Isıl Değer Hesabı

Plakalı Eşanjör

Plakalı eşanjör ceket suyu ısısını yararlı ısıya çevirdiğimiz makinedir. Bunun hesabı, motorun ceket ısısı dikkate alınarak yapılmıştır. Hesap aşağıdaki gibidir.

$$Q = m_1 \times c_1 \times \Delta t_1 = m_2 \times c_2 \times \Delta t_2$$

$$m_1 = 56,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$m_2 = 29,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta t_1 = (88 \text{ }^\circ\text{C} - 80 \text{ }^\circ\text{C}) 8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_2 = (89 \text{ }^\circ\text{C} - 84 \text{ }^\circ\text{C}) 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\%30 \text{ Etilen Glikoz İçin } c_1 = 3,872 \text{ kJ/kg.K} = 0,936 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{Su için } c_2 = 4,188 \text{ kJ/kg.K} = 1,00 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$$

$$161,7 \text{ kCal/h}$$

$$\%30 \text{ Etilen Glikoz İçin; } 41 \text{ m}^3/\text{h} \times 1013 \text{ kg/m}^3 \times 0,924 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} = 192 \text{ kCal/h}$$

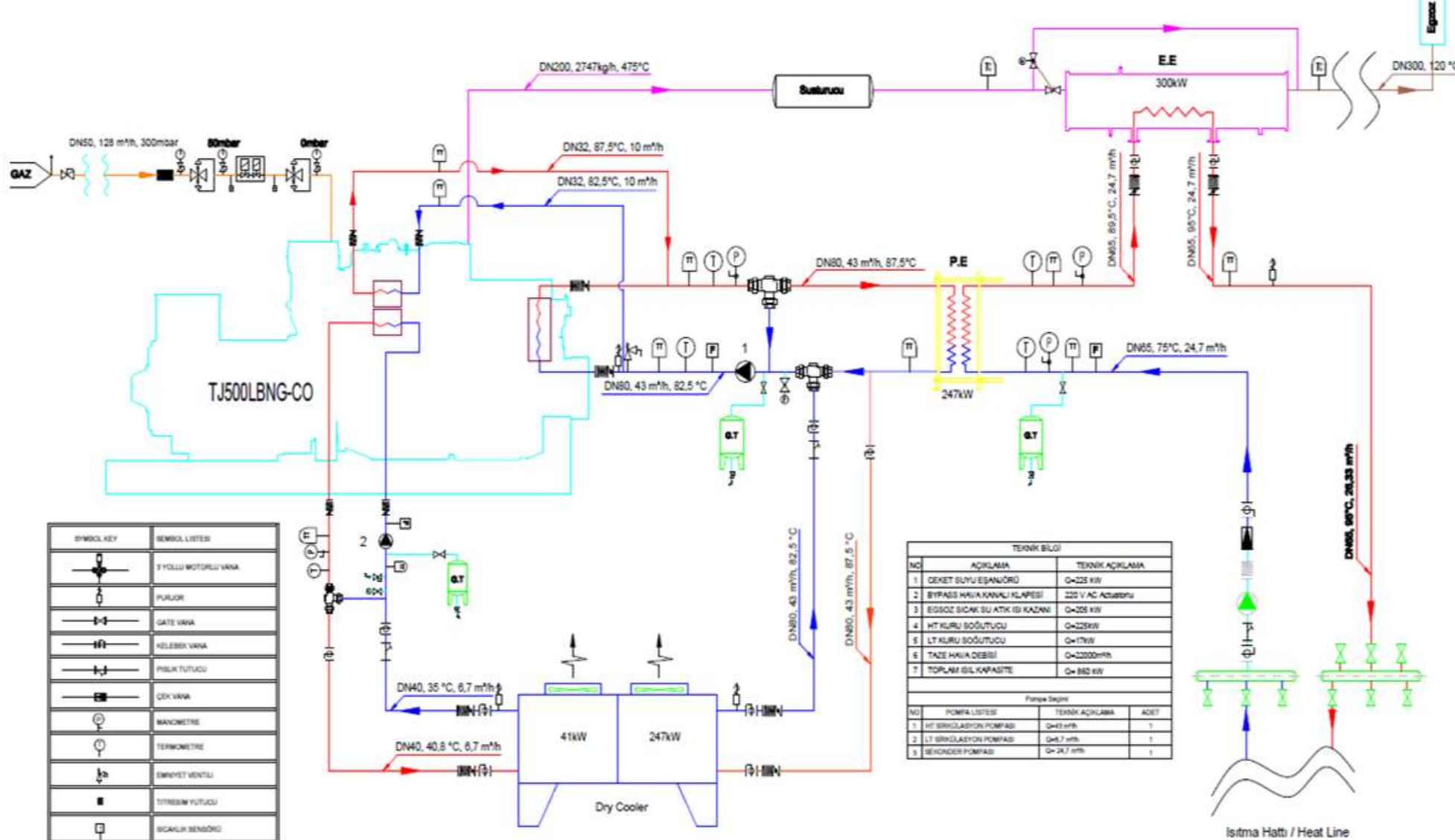
$$\text{Su için; } 25 \text{ m}^3/\text{h} \times 969 \text{ kg/m}^3 \times 1,0 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C} \times 8 \text{ }^\circ\text{C} = 192 \text{ kCal/h}$$

$$192 \text{ kCal} = 225 \text{ kW}$$



Plakalı Eşanjör

KOJENERASYON AKIŞ PROJESİ - P&ID



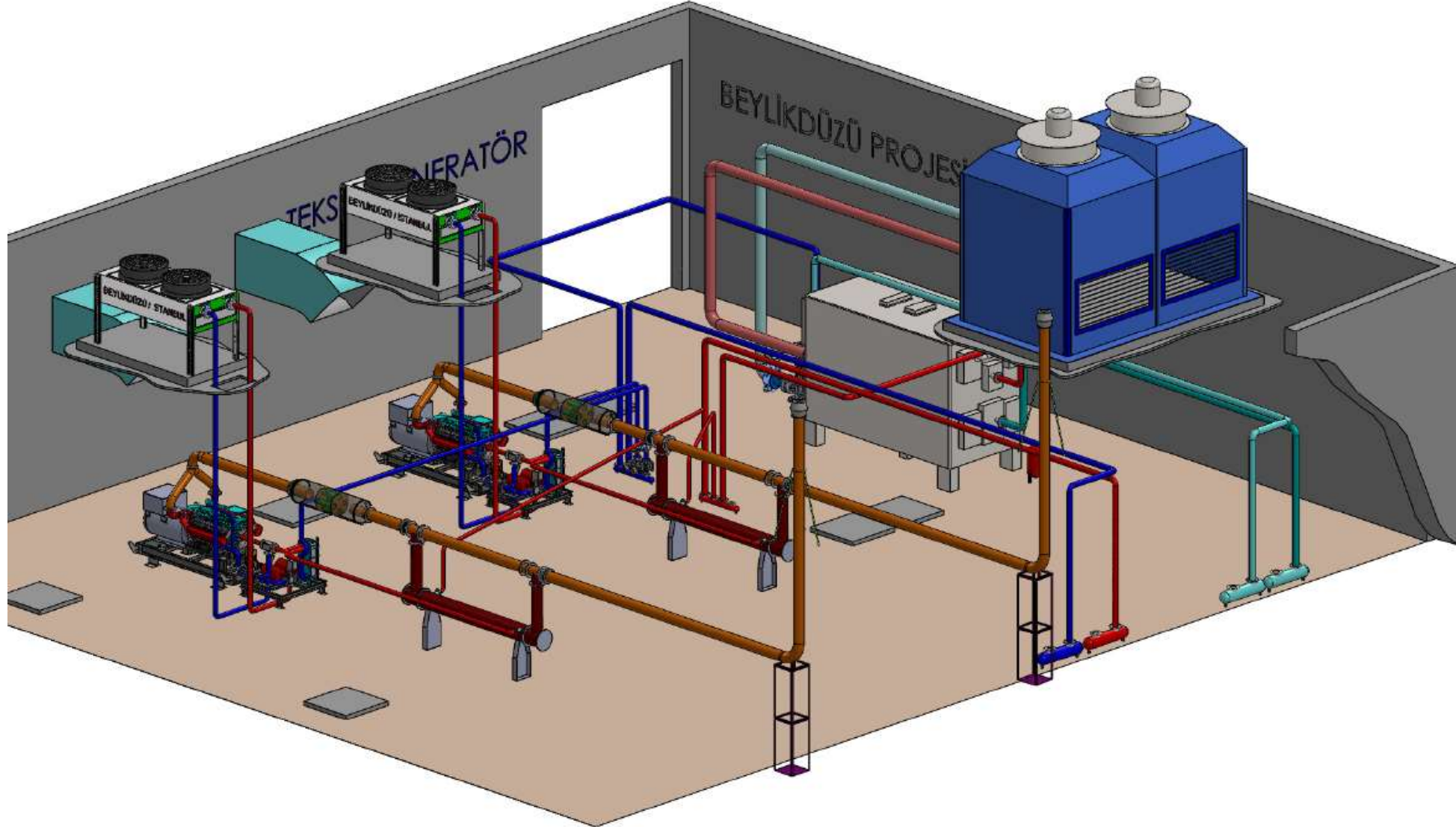
SİMBOL KEY	SİMBOL LİSTESİ
	3 YOLLU MOTORLU VANA
	PURLÖR
	GATE VANA
	KOLEBİK VANA
	YİKLİK TUTULUCU
	ÇEK VANA
	MANOMETRE
	TERMOMETRE
	EMNİYET VENTİLİ
	TİTRESİM YUTUCU
	SICAKLIK SENSÖRÜ

TEKNİK BİLGİ		
NO	AÇIKLAMA	TEKNİK AÇIKLAMA
1	DEKET SUYU EŞANLÖRÜ	Q=225 kW
2	BYPASS HAVA KANALI KLAPESİ	220 V AC Actuatoru
3	EGSOZ SICAK SU ATKI ISI KAZANI	Q=205 kW
4	HT KURU SOĞUTUCU	Q=225kW
5	LT KURU SOĞUTUCU	Q=17kW
6	TAZE HAVA DESESİ	Q=22000m ³ /h
7	TOPLAM ISI KAPASİTE	Q= 880 kW

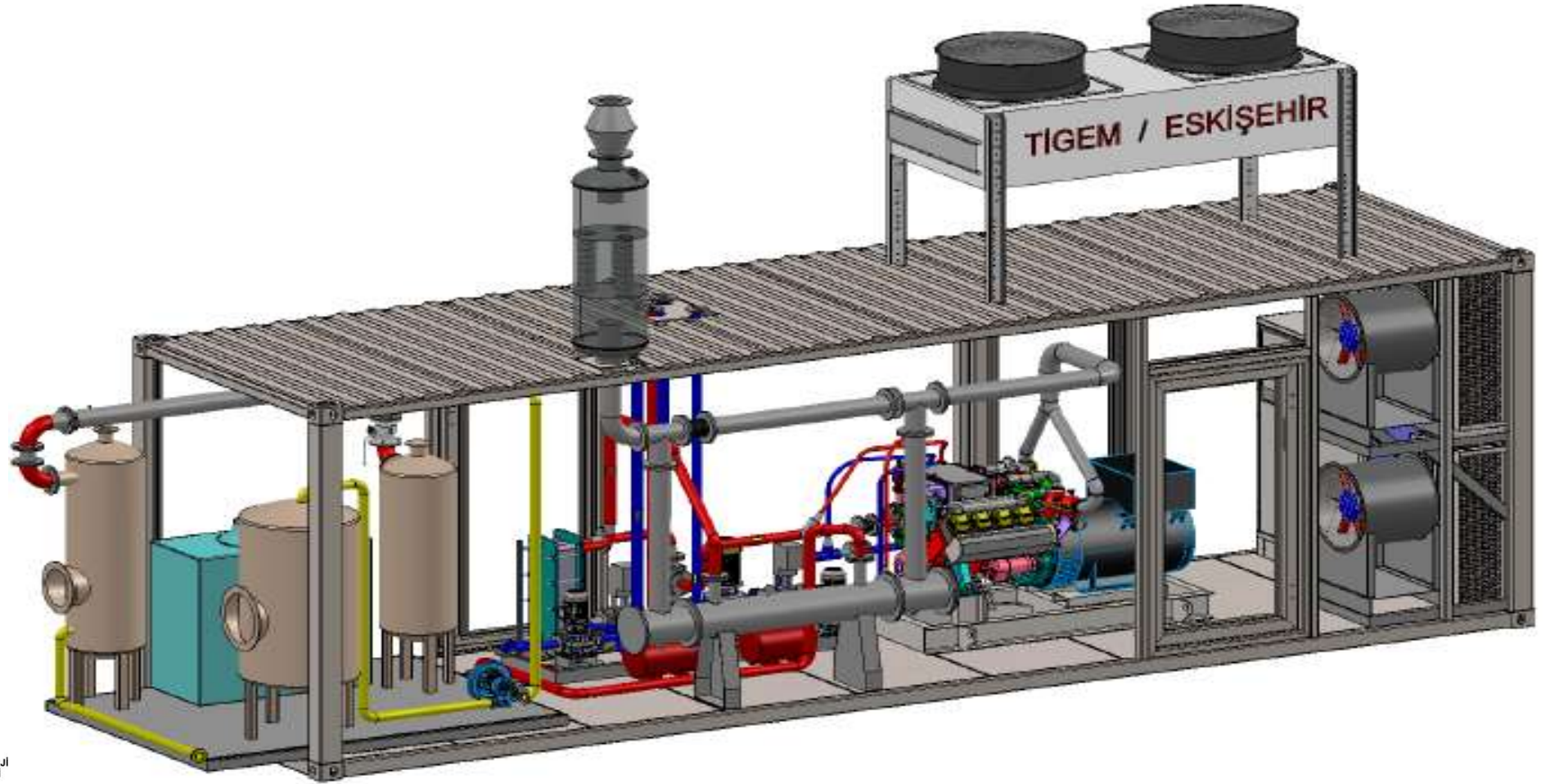
Pompa Bilgisi			
NO	POMPA LİSTESİ	TEKNİK AÇIKLAMA	ADET
1	HT BİRİKLASYON POMPASI	Q=43 m ³ /h	1
2	LT BİRİKLASYON POMPASI	Q=6,7 m ³ /h	1
3	SEKONDER POMPASI	Q=24,7 m ³ /h	1



KOJENERASYON SİSTEMİ TASARIMI – AÇIK TİP



KOJENERASYON SİSTEMİ TASARIMI - KONTEYNERLİ TİP

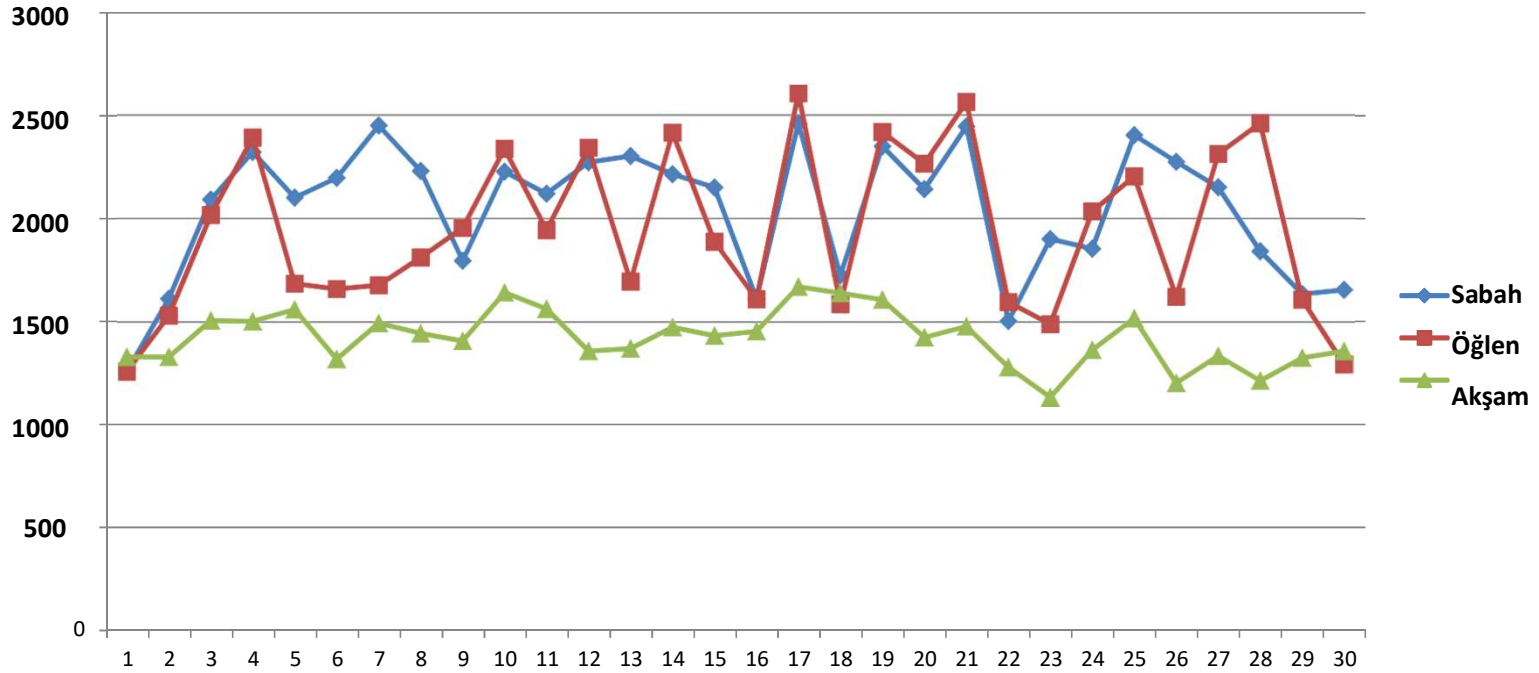


KOJENERASYON KAPASİTE SEÇİMİ

- İhtiyaçlar tespit edilirken mutlaka **son bir veya iki yılın saatlik, günlük, aylık elektrik ve ısı enerjisi tüketimleri incelenmelidir**. Kurulacak kojenerasyon sistemindeki atık ısı enerjisinin tamamının veya tamamına yakınının kullanılması esastır. Atık ısıların iyi değerlendirilemediği kojenerasyon sistemleri verimsiz sistemler olarak değerlendirilir.
- Lisanssız elektrik üretimi kapsamında kurulacak olan kojenerasyon sisteminin üreteceği elektrik enerjisi sadece kurulumu yapılan tesiste kullanılır.
- Bu sebepten tesisin elektriksel yük grafiklerini de kullanarak **sürekli talep edilecek olan kapasitede** seçilerek daha üzerindeki elektrik ihtiyaçlarının şebekeden alınması esasına göre seçim yapılır. **Kojenerasyon sistemi ile şehir şebekesi** birlikte işletmeye elektrik sağlar.
- İleriye yönelik yatırımlar dikkate alınarak **kojenerasyonun büyük seçilmesi**, yatırımlar gerçekleşene dek sistemin **düşük verimde** çalıştırılmasına, bu da **geri ödeme süresinin uzamasına** neden olur.
- Gaz motorları kendi nominal yüküne göre **daha düşük yüklerde** ,gaz tüketimleri oransal olarak daha yüksek olmasından ötürü elektriği daha pahalıya üretirler.
- Gaz motorları % 100 kapasitesini sürekli (continuous) olarak verebilme özelliğine sahiptirler

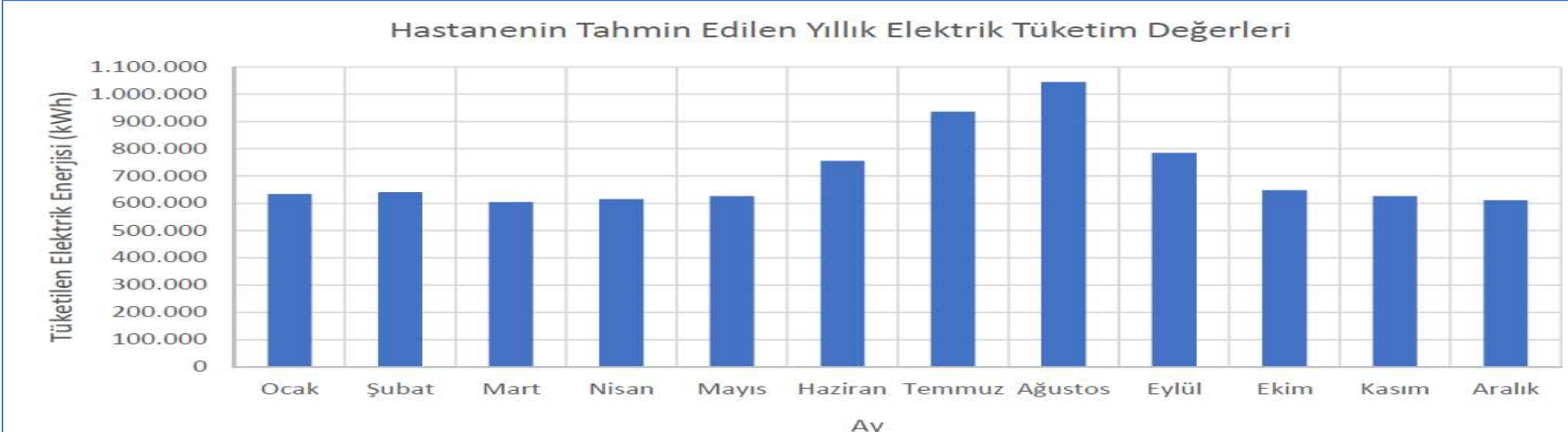
KOJENERASYON KAPASİTE SEÇİMİ

Çalışma Kapasitesi	Yıllık Çalışma Süresi saat	Üretilen Elektrik kW/h	Üretilen Elektrik kW/Yıl	Üretilen Sıcak Su kW/h	Sıcak Su olarak kullanılan kW/yıl	Soğutma olarak kullanılan kW/Yıl	Yakıt Sarfıyatı kW/h
%50	2666 (12 Ay, T3)	1000	2.666.000	1122	1.744.897	872.448	2450
%75	3110 (7 Ay, T1 ve T2)	1500	4.665.000	1518	4.720.980	0	3456
%100	2221 (5 Ay, T1 ve T2)	2000	4.442.000	1883	0	2.927.500	4474



* Sabah, Öğlen ve Akşam ortalama elektrik tüketim değerleri (kWe)

KOJENERASYON KAPASİTE SEÇİMİ



KOJENERASYON KAPASİTE SEÇİMİ

1) Kojenerasyon Tesisi Kurulduktan Sonra İşletme Elektrik Kullanım Tablosu

Aylar	Saatlik Hastane Elektrik Gücü İhtiyacı (kW)	Kojenerasyondan Üretilen Saatlik Elektrik Gücü (kW)	Şebekeden Çekilen Saatlik Elektrik Gücü (kW)
Ocak	880	800	80
Şubat	890	800	90
Mart	840	800	40
Nisan	855	800	55
Mayıs	870	800	70
Haziran	1050	800	250
Temmuz	1300	800	500
Ağustos	1450	800	650
Eylül	1090	800	290
Ekim	900	800	100
Kasım	870	800	70
Aralık	850	800	50

2) Kojenerasyon Tesisi Kurulduktan Sonra İşletme Isı Kullanım Tablosu

Aylar	Saatlik Hastane Isıl Gücü İhtiyacı (kW)	Kojenerasyondan Üretilen Saatlik Isıl Güç (kW)	Absorbsiyonlu Çiller Gücü (kW)	Trijen Gücünde Absorbsiyonlu Çiller Dışında Kalan Isıl Güç (kW)	Kazanlardan Çekilen Saatlik Isıl Güç (kW)
Ocak	5000	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	3.974
Şubat	4800	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	3.774
Mart	2675	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	1.649
Nisan	2500	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	1.474
Mayıs	2350	1.026	739	287	2.063
Haziran	1300	1.026	739	287	1.013
Temmuz	1100	1.026	739	287	813
Ağustos	1000	1.026	739	287	713
Eylül	1500	1.026	739	287	1.213
Ekim	2650	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	1.624
Kasım	3150	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	2.124
Aralık	4600	1.026	739	Abs Çiller Kullanılmıyor	3.574

KOJENERASYON FAYDA / MALİYET ANALİZİ

Fizibilite için maliyet ve işletme giderleri :

Yatırım maliyetleri

- -Kojenerasyon Ünitesi
- -AG/OG Sisteminde değişiklikler
- -Enerji İzin Müsaade işlemleri

İşletme Giderleri

- - Bakım Giderleri
- - Yağ Gideri (tüketim)
- - Yağ Değişimleri
- - Finansman Gideri
- - İnşaat Giderleri
- - Sigorta Gideri
- - İşçilik Giderleri

Sistemin amortisman zamanı hesaplanması :

- Kojenerasyon sisteminin yandaki işletme giderleri de dikkate alınarak mevcut konvansiyonel sisteme göre hesaplanacak olan yıllık tasarruf rakamı hesaplanır.
- Toplam yatırım maliyeti, yıllık tasarruf rakamına bölüldüğünde basit olarak **sistemin / yatırımın kendisini amorti etme süresine** ulaşılır.
- Kojenerasyon Projesi fizibilite çalışmalarında Geri Ödeme Süresi olarak bulunan süre makul bir süredir olmalıdır. İçten yanmalı bir gaz motorunun ana bakım zamanının değişkenlik göstermekle birlikte 60000 saat civarında olduğunu belirtirsek kojenerasyon sisteminin **ana bakımına kadar kaç yıl ömründe olduğunu söyleyebiliriz**
- Ortaya çıkacak olan amortisman zamanına göre yatırımın **ekonomik bir yatırım olup olmadığı** anlaşılır.

KOJENERASYON FAYDA / MALİYET ANALİZİ

Genel Kabuller

•Doğalgaz Fiyatı:	0,09 TL/kW
•Elektrik Fiyatı:	0,287 TL/kW
•Doğalgaz alt ısısal değeri:	8250 kcal/m ³
•Sıcak Su Maliyeti:	0,1 TL/kW(Kazan verimi %90)
•Döviz Kuru:	1€ = 3,90 TL

Kurulacak Kojenerasyon Tesisi Değerleri

•Gaz Motoru	TJ500LBNG-CO (LIEBHERR)
•Elektrik Üretimi	500 kW
•Sıcak Su Üretimi	547 kW

İşletme Giderleri

1.Yakıt Giderleri

Yakıt Alım Fiyatı	0,027 €/kWh
Gazın Alt ısısal değeri	9,5 kWh/m ³
Yıllık Toplam Yakıt Gideri	267.192 €/Yıl

2.Yağlama Yağı Giderleri

Oransal Yağ Tüketimi	0,10 kg/h
Yağ Kapasitesi	90 Litre
Ort. Yağ Değişim Süresi	1.000 saat
Fiyat	4 €/Litre
Yıllık Toplam Yağ Maliyeti	6.435 €/Yıl

3. Yedek Parça ve Bakım Giderleri

Yedek Parça ve Bakım Giderleri(Ana	7.9 €/saat gaz motoru başına
Bakım Hariç) Yıllık Toplam Bakım	
Maliyeti	63.200 €/Yıl

İşletme Gelirleri

1.Elektrik Gelirleri

Net Üretim	500 kW
Yıllık Üretim Elektrik	4.000 MWh/Yıl
Birim Fiyatı	73,6 €/MWh
Toplam Elektrik Gelirleri	294.400 €/Yıl

2. Sıcak Su Gelirleri

Üretilen Sıcak Su Miktarı	4.376 MWh
Kullanılabilen Sıcak Su	4.376 MWh
Miktarı Sıcak Su Birim Fiyatı	25,60 €/MWh
Toplam Yıllık Sıcak Su Geliri	112.025 €/Yıl

3. Soğutma Suyu Gelirleri

Üretilen Soğuk Su Miktarı	0 MWh
Kullanılabilen Soğuk Su Miktarı	0 MWh
Soğuk Su Birim Fiyatı(COP:3,0)	0 MWh
Toplam Yıllık Soğuk Su Geliri	0 €/Yıl

KOJENERASYON FAYDA / MALİYET ANALİZİ – FAAL BİR HASTANE

Gaz Jeneratörü Sayısı	2	Adet
Elektrik Üretim	402	kWe
Isı Üretim	513	kWth
Çiller Soğutma Kapasitesi	739	kWth
Elektrik Birim Fiyatı	0,45333	TL/kWh
Doğalgaz Birim Fiyatı	0,1215	TL/kWh
Doğalgaz Alt Isıl Birimi	8250	kcal
Jeneratör Gaz Tüketimi	1045	kWh
Yıllık Çalışma Saati Elektrik	8000	saat
Yıllık Çalışma Saati Isıtma	5200	saat
Yıllık Çalışma Saati Soğutma	2800	saat
Gaz Jeneratörü Yağ Tüketimi	0,148	Lt/h
Motor Yağ Kapasitesi	90	litre
Kazan Verimi	0,9	
Çiller COP	5	
Döviz Kuru	5,95	Euro/TL
KOJENERASYON KAZANCI		
Elektrik Kazancı	1.093.431,96	TL/yıl
Isı Kazancı	218.776,55	TL/yıl
Soğutma Kazancı	50.281,56	TL/yıl
Toplam	1.362.490,07	TL/yıl
İŞLETME GİDERLERİ		
Gaz Tüketimi	761.805,00	TL/yıl
Isıtma İç Tüketimi	9.565,94	TL/yıl
Bakım & Servis Gideri	132.090,00	TL/yıl
Yağ Gideri	29.346,00	TL/yıl
Toplam	932.806,94	TL/yıl
NET KAZANÇ		
(Elektrik + Isı + Soğutma Geliri) - İşletme Gideri	859.366,25	TL/yıl

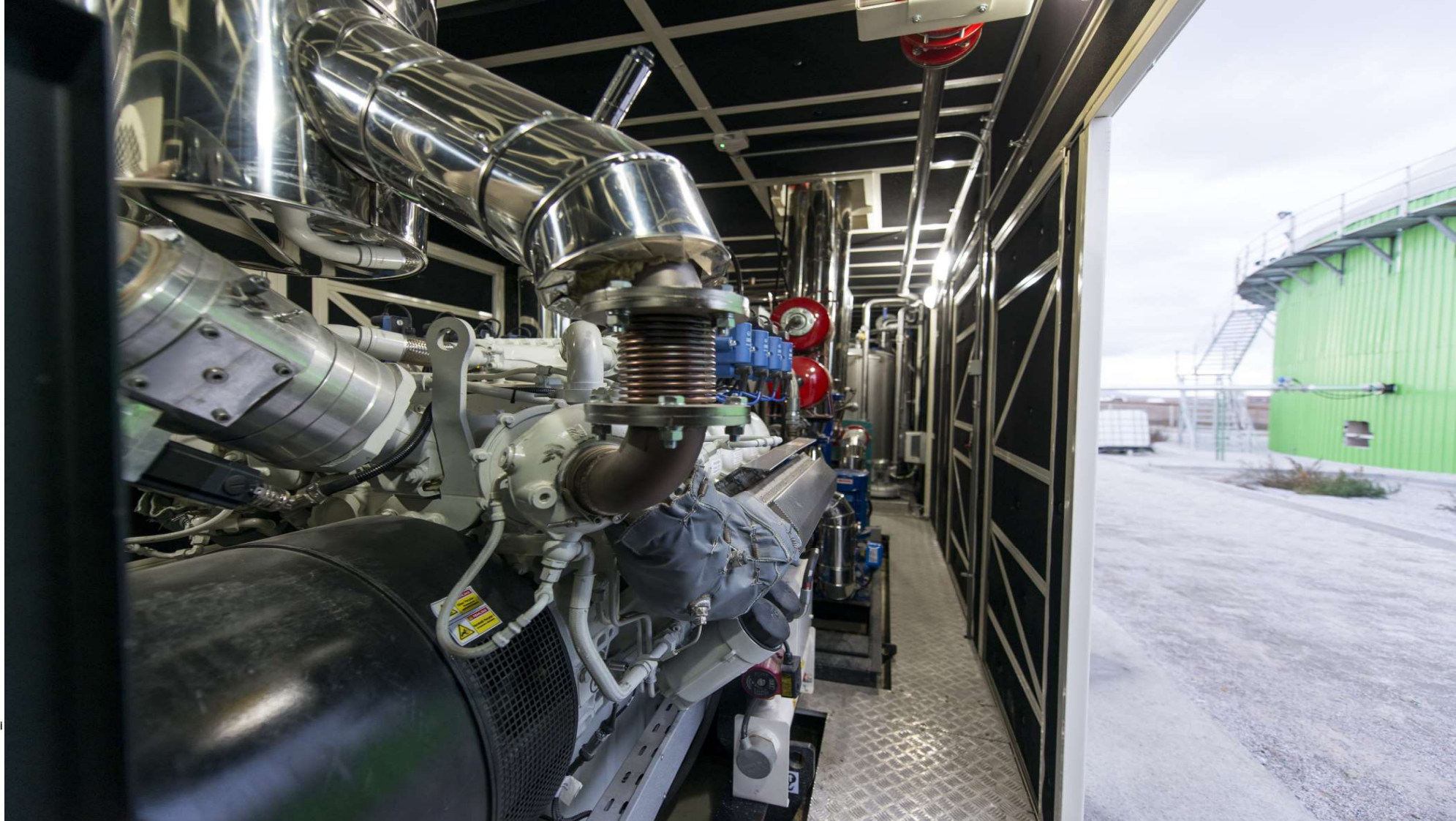
UYGULAMA ÖRNEKLERİ - HASTANE



UYGULAMA ÖRNEKLERİ – ALIŞVERİŞ MERKEZİ



UYGULAMA ÖRNEKLERİ – BİYOGAZ TESİSİ

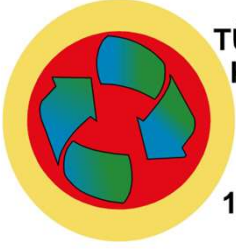


UYGULAMA ÖRNEKLERİ – BİYOGAZ TESİSİ



UYGULAMA ÖRNEKLERİ – ATIKSU ARITMA TESİSİ





TÜRKİYE
KOJENERASYON
VE TEMİZ ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ
DERNEĞİ
1998



TEŞEKKÜR EDERİZ