

KOJENERASYON ve YÖREMİZE UYGULANMASI



**Doç. Dr. Fikret
YÜKSEL**

ENERJİ

- Kısaca, İş yapma yeteneği olarak tanımlanır.
- İş yapma yeteneği = Güç

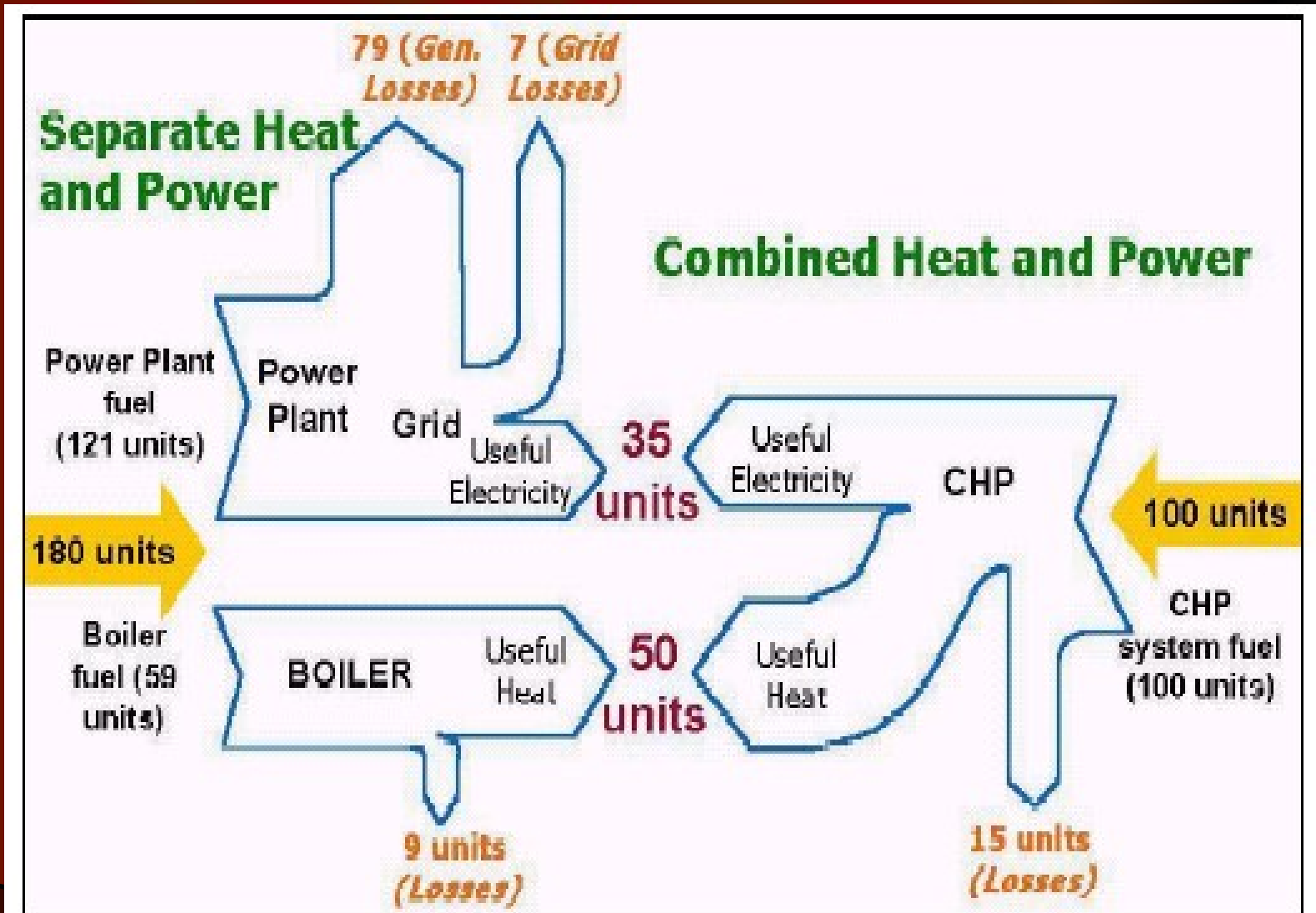
Enerji Kaynakları

- Enerji kaynakları k t olmakla birlikte bir kısmı da yenilenemez ve belirli bir ömre sahip tir.
- Günümüzde, Mevcut enerji kaynaklarının mümkün olduğunca etkin ve verimli kullanılması önem kazanmıştır.

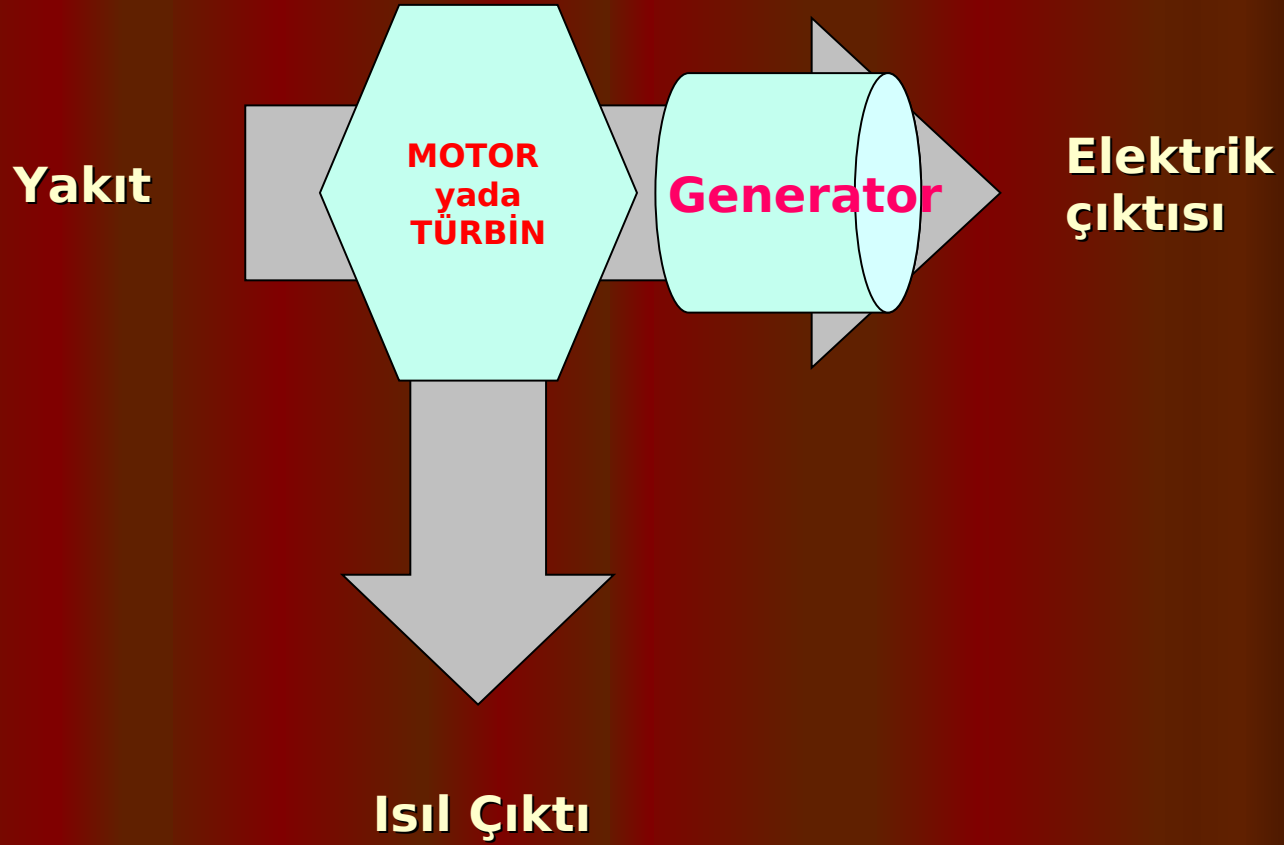
Kojenerasyon

- Kojenerasyon kısaca, enerjinin iki farklı formunun(elektrik, ısı) aynı sistemden eşzamanlı olarak beraberce üretilmesidir.
- En yaygın olanı :
 - Elektrik (mekanik enerji)
 - Termal enerji (Isıtma ya da soğutma amaçlı)

Kojenerasyon

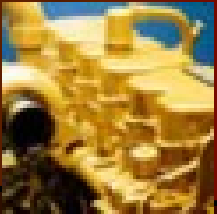


Kojenerasyon



Kojenerasyon Sisteminin Faydaları

- Yüksek Enerji Verimi
- Enerji Tasarrufu (Ucuz Enerji)
- Sistem Kendi Kendini Finanse Eder
- Kesintisiz Elektrik ve Isı



Kojenerasyonun Faydaları

- **Yakıt tüketimini oldukça azaltmaktadır**
- **Enerji maliyetlerinin düşürür**
- **Dağıtım ve iletim kayıpları yok denecek kadar azdır**
- **Ulusal elektrik üretim ve dağıtımında daha az yüklenme olmasına neden olur**
- **Çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlar**

Kojenerasyon Sistemlerinin Ülke Ekonomisine Kazandırdıkları

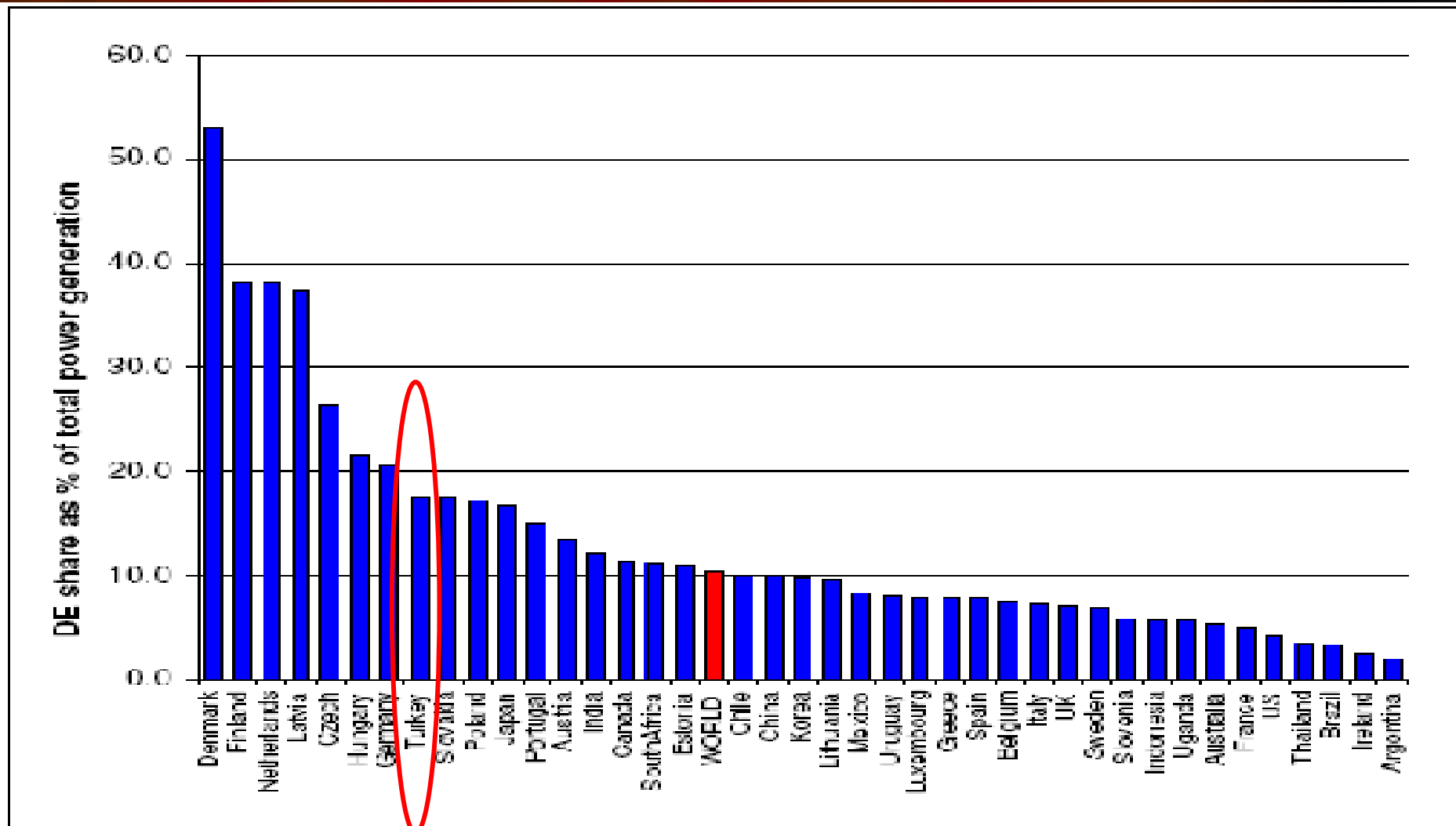
- Tüketim yerinde kurulduğu için, enerji iletim ve dağıtım hatlarında meydana gelen kayıplar minimize edilir.

(%10-20 arasındaki hat kaybı, yıllık yaklaşık 2,500 GW-saat enerji)

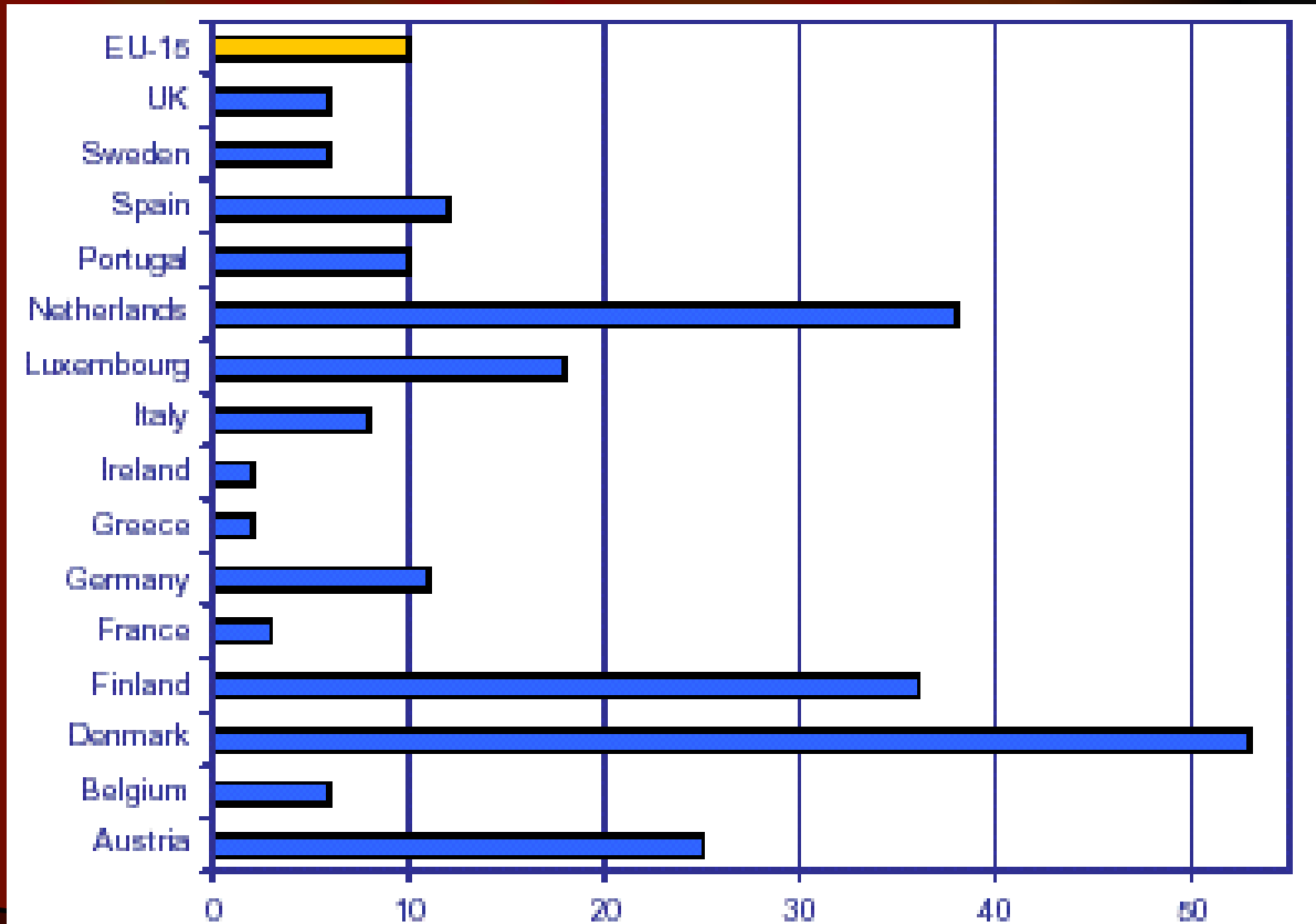
Bu değer 2000 yılı içerisinde gerçekleşmiş olan elektrik ithalatına eşittir. 2002 yılı kayıpları üretimin %22 oranındadır, yaklaşık €1.7 milyar

- Tüketim bölgelerinin yanına kurulduğu için pahalı olan iletim ve dağıtım tesis yatırımlarına gerek kalmamaktadır.
- Enerji ithal eden ülke olduğumuz için daha az yakıt harcayarak daha fazla enerji elde etmek ülke gelirlerini artırmaktadır

Dünyada Kojenerasyon



Avrupa'da Kojenerasyon



Avrupa'da Kojenerasyon (Danimarka)

- Ülke yönetiminin bu konuda çok güçlü destek vermesi ve teşvik etmek için ilgili vergi oranlarını önemli ölçüde indirmesi gelmektedir. Ülkenin bu denli ciddi teşvikler vermesinin temel nedenleri şunlardır:
- Ülkede kurulmuş olan bölgesel ısıtma sistemi için ısı iletim ağları mevcuttur. Bunun sonucu olarak bu sistemlerin gelişimi konutsal kullanımda endüstriyel kullanıma göre çok ileridir.
- Diğer bir sebebi ise 90'lı yıllardaki büyük enerji krizidir. Çünkü bu kriz zamanında Danimarka enerji ihtiyacı bakımından % 90 dışa bağımlı bir ülke idi ve krizden en çok etkilenen ve zarar gören ülkelerin başında geliyordu

Türkiye'de Kojenerasyon

- Türkiye Avrupa, Asya ve Orta Doğunun ortasında enerji köprüsü olma konumunda olarak enerjisinin % 69'unu ithal ederek karşılamaktadır.
- Türkiye'de ilk kojenerasyon sistemi 1992 yılında kurulmuştur. Fakat 2005 yılına gelindiğinde doğal gazın yayılmasının sonucu olarak kojenerasyonla toplam elektrik üretimi 4.3 GWe ulaştı. Bu miktarla Türkiye kojenerasyon sistemlerinin çok hızlı geliştiği ülkeler arasında yerini almıştır.
- Kojenerasyon sistemleri başta tekstil sanayi olmak üzere ağırlıklı olarak endüstriyel alanlarda kuruludur (%56).
- Yerel elektrik üretimi yapılmaya uygun olan diğer yeni sistemler ülkede şu an için yeterince yaygınlaşmamıştır.

Endüstriyel uygulamalar

- Odun ve tarım atıkları ihtiva eden yerler
- Gıda Üretimi yapan yerler
- Kimyasal işletmeler
- Kağıt tekstil ve çelik endüstrisi
- Rafineriler,
- Çimento, seramik ve cam fabrikaları

Konutsal, Ticari ve Bölgesel Uygulamalar

- Hastaneler
- Okullar (özellikle üniversiteler)
- Oteller
- Çok katlı konutlar ve büyük çaplı siteler
- Büyük çaplı marketler ve iş merkezleri

çalıştırma sistemlerine göre şöyle sıralanabilir:

1— Güncel olarak kullanılan kojenerasyon sistemleri:

- Buhar Türbinli Sistemler (0.05 MW – 500 MW)

Toplam Yatırım Maliyeti (\$c/kWh)	İşletme ve Bakım Maliyetleri(\$c/kWh)	Çalıştırma Saatine Göre (\$c/kWh)	
		8000 saat / yıl	4000 saat / yıl
400 – 1,500	< 2.0	2.5 – 6.5	4.0 – 12.0

- (0.05 MW – 500 MW)

Toplam Yatırım Maliyeti (\$c/kWh)	İşletme ve Bakım Maliyetleri(\$c/kWh)	Çalıştırma Saatine Göre (\$c/kWh)	
		8000 saat / yıl	4000 saat / yıl
900 – 1,500	0.5 – 2.0	4.5 – 5.5	6.0 – 8.0

- Gaz türbinleri (0.25 MW – 500 MW)

Toplam Yatırım Maliyeti (\$c/kWh)		Toplam Yatırım Maliyeti (\$c/kWh)	Çalıştırma Saatine Göre (\$c/kWh)	
			8000 saat/yıl	4000 saat/yıl
Açık Çevrimli	800 – 900	0.3 – 1.0	4.0 – 5.5	5.5 – 8.5
CCTG/Kojenerasyon	800 – 1,200	0.3 – 1.0	4.0 – 4.5	5.5 – 6.5

- Birleşik çevrimli sistemler (CCTG)
(3 MW-300 MW)

- 2— Kullanımı yaygın olmayan ve halen geliştirilmekte olan sistemler:
- Mikro türbinler (0.025 MW - 0.5 MW)
- Stirling Motorları (0.001 MW - 0.025 MW)
- Yakıt pilleri (0.01MW - 10 MW)

Kojenerasyon Sistem Dizaynı

- Kojenerasyon sistemlerinin yukarıda bahsi geçen faydalarından yararlanabilmek için uygun sistem seçimi ve seçilen sistemin dizaynının ve uygulamasının özenle yapılması gerekmektedir.



Kojenerasyon Sistem Dizaynı



- Olabilecek minimum kapasite ve boyutlarda motor seçimi
- İlk yatırım maliyetinin hesaplanması
- İşletme ve bakım maliyetlerinin dikkate alınması
- Üretilecek elektriğin ihtiyaçtan fazla olması durumunda nasıl değerlendirilebileceği
- Güç üretimi ile ısı üretimi arasında güzel denge kurulması

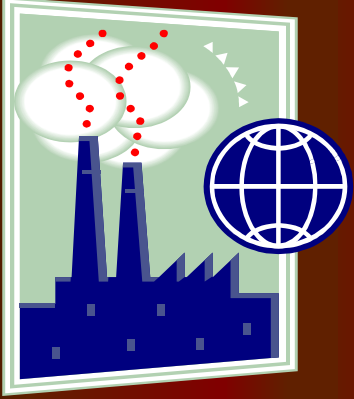
Kojenerasyon Sistem Dizaynı

- Tesisin ısı yükünün ve gerekli sıcaklıkları tespiti
- Elektrik yük profilinin oluşturulması
- Finansal fizibilite
- Kontrol mekanizmalarının seçimi
- Elektrik bağlantılarının nasıl olacağı
- Çevresel etkilerin dikkate alınması

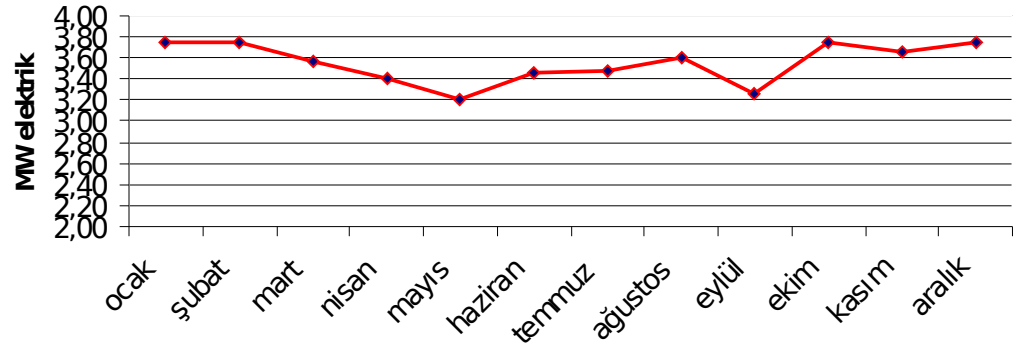
Kojenerasyon Sistem Donanımları

- İlk çevrim çalıştırıcı (motor, türbin)
- Alternatör
- Elektriksel ve termal donanımlar
- Isı geri kazanım sistemleri
- Hidrolik ve elektrik bağlantılar
- Sistem otomatik kontrol üniteleri

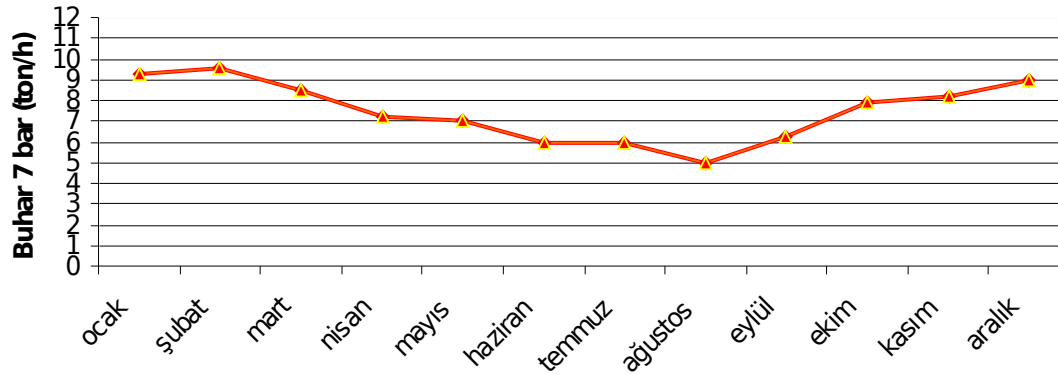
Örnek Bir Fabrikanın İhtiyaçları



Elektrik Harcamı kWh/ay

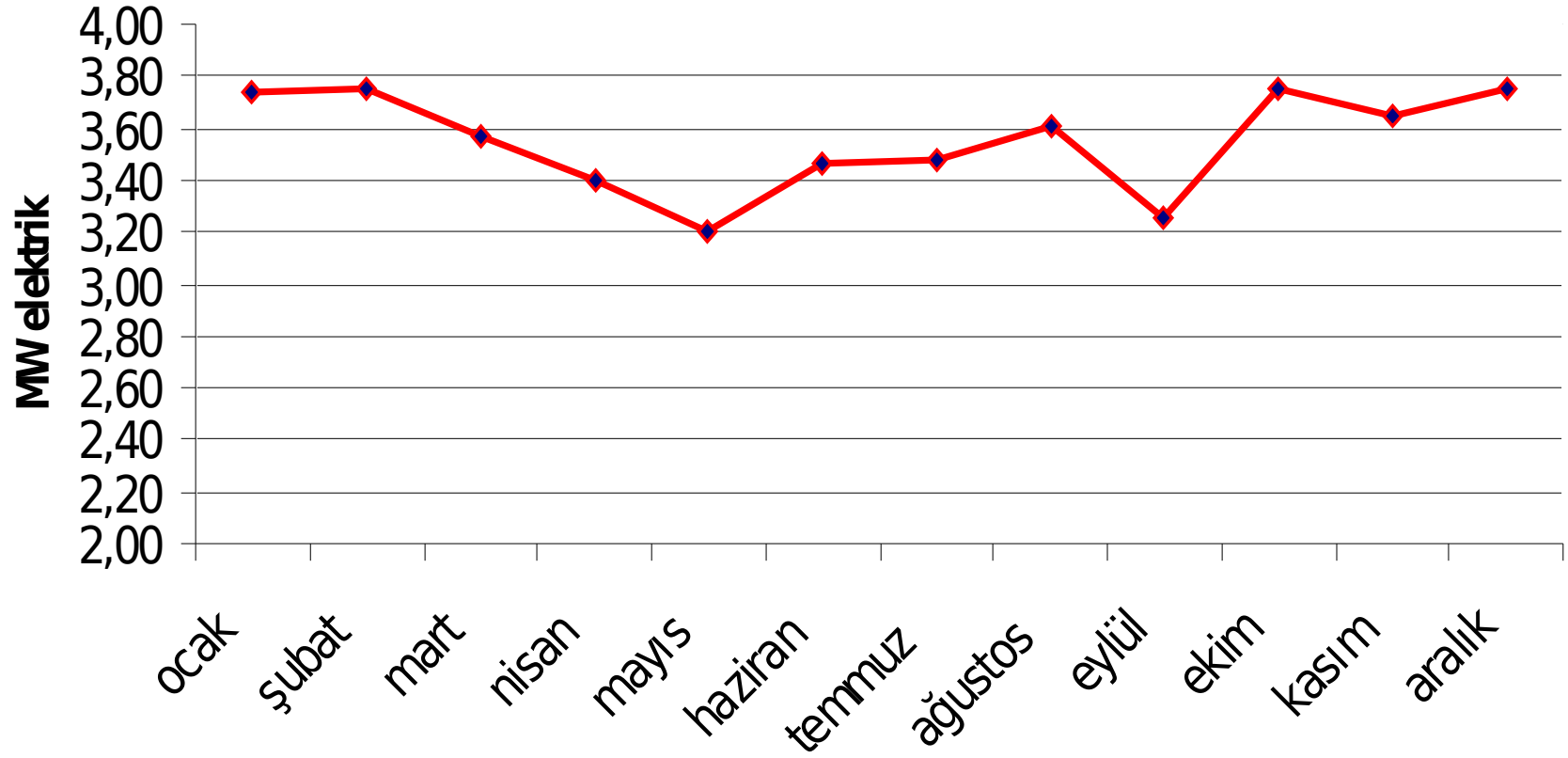


Buhar ihtiyacı ton/h



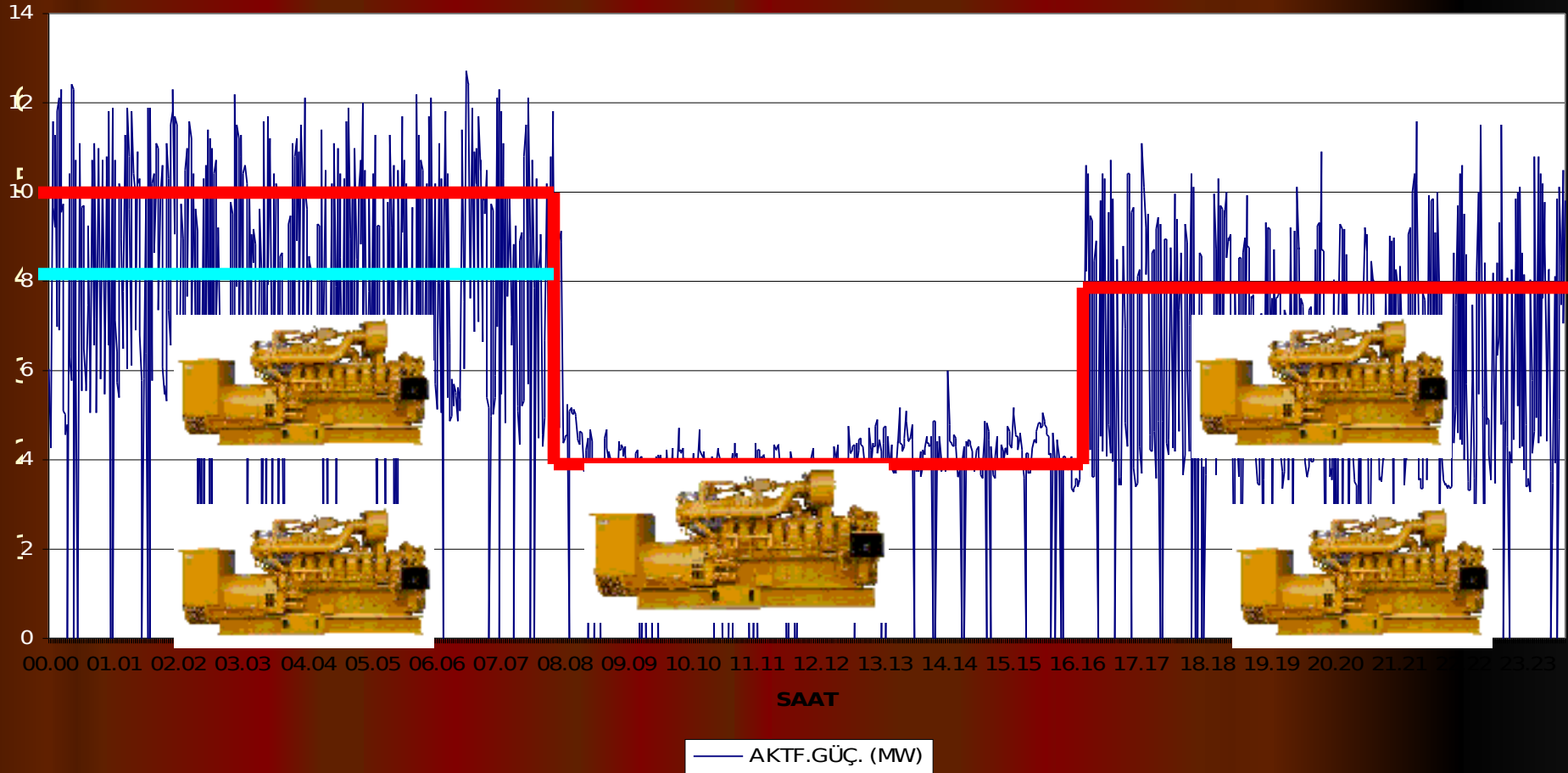
**Saha Bilgi
Formu**

Yıllık-aylık elektrik harcamaları

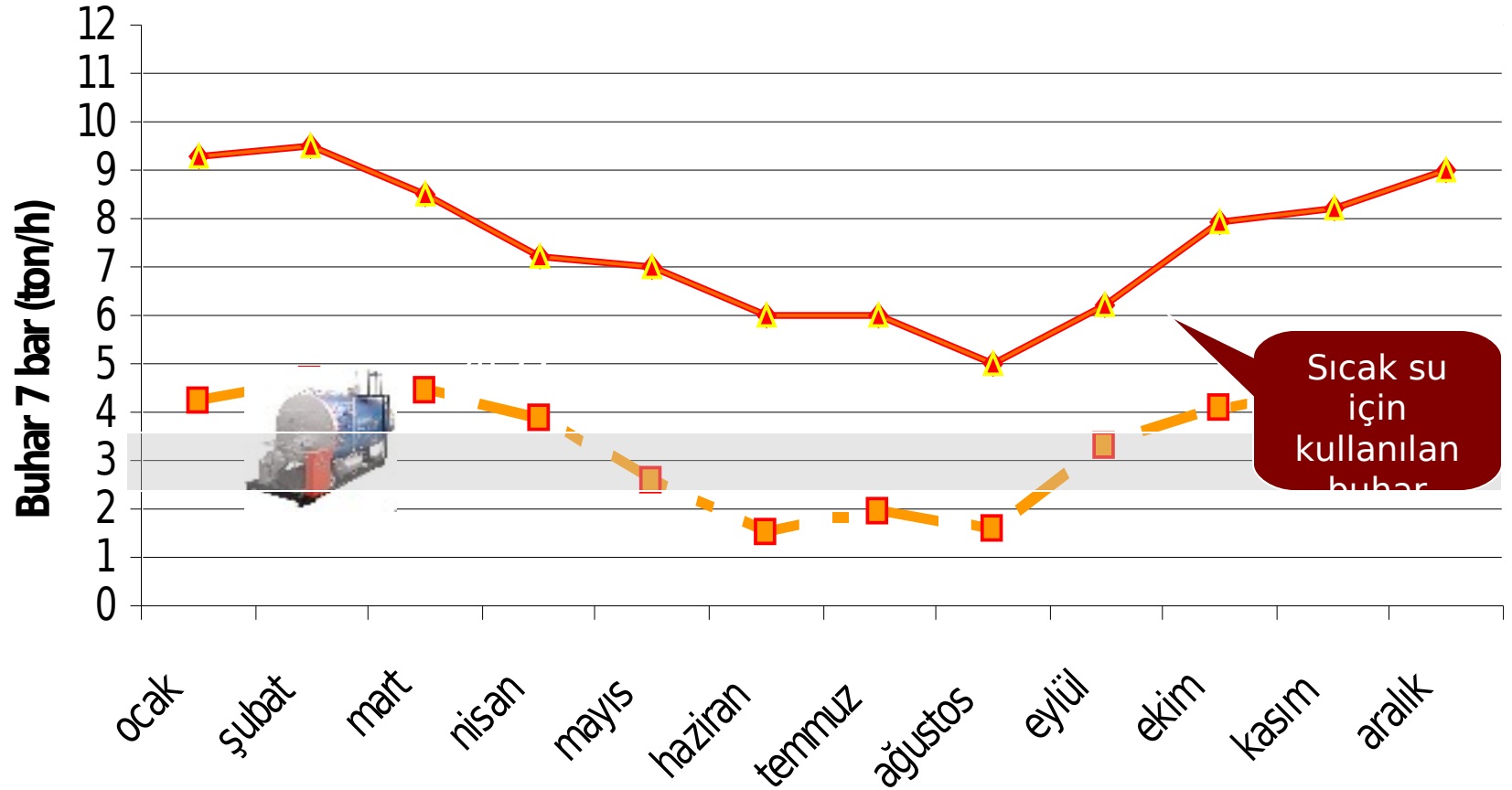


Günlük Elektrik Tüketim Eğrisi (MWe)

30.03.2004 GÜÇ DAĞILIM GRAFİĞİ



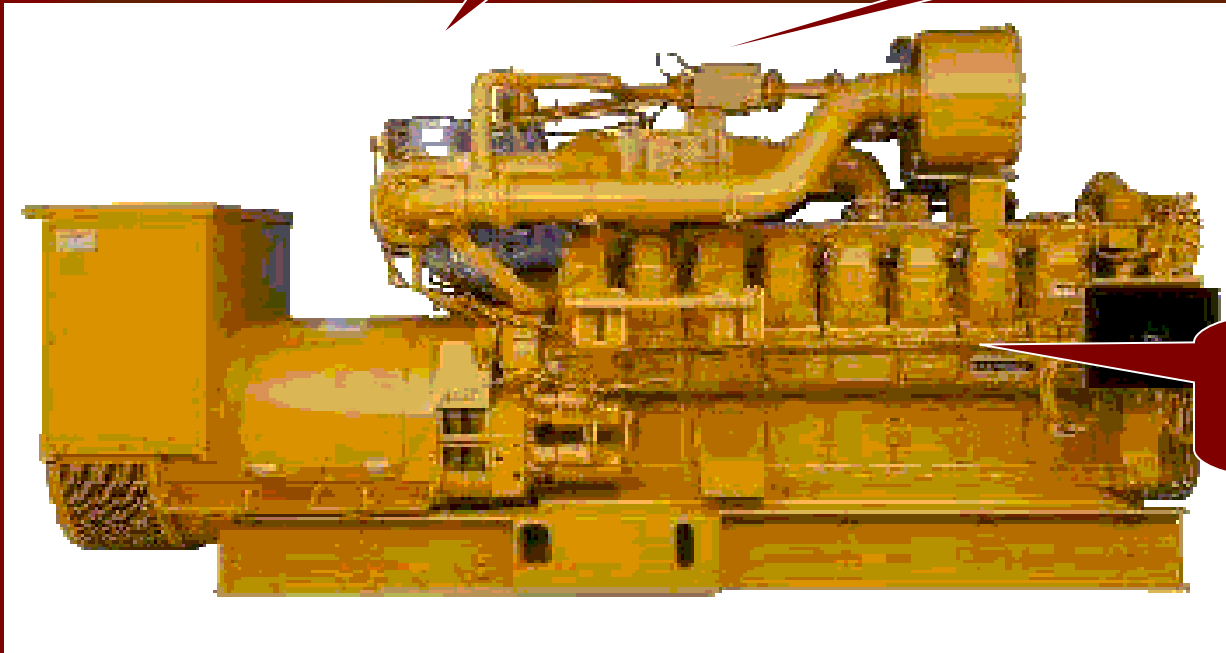
Aylık Buhar Tüketim Eğrisi (7bar, ton/h)



Motor Isı Kaynakları

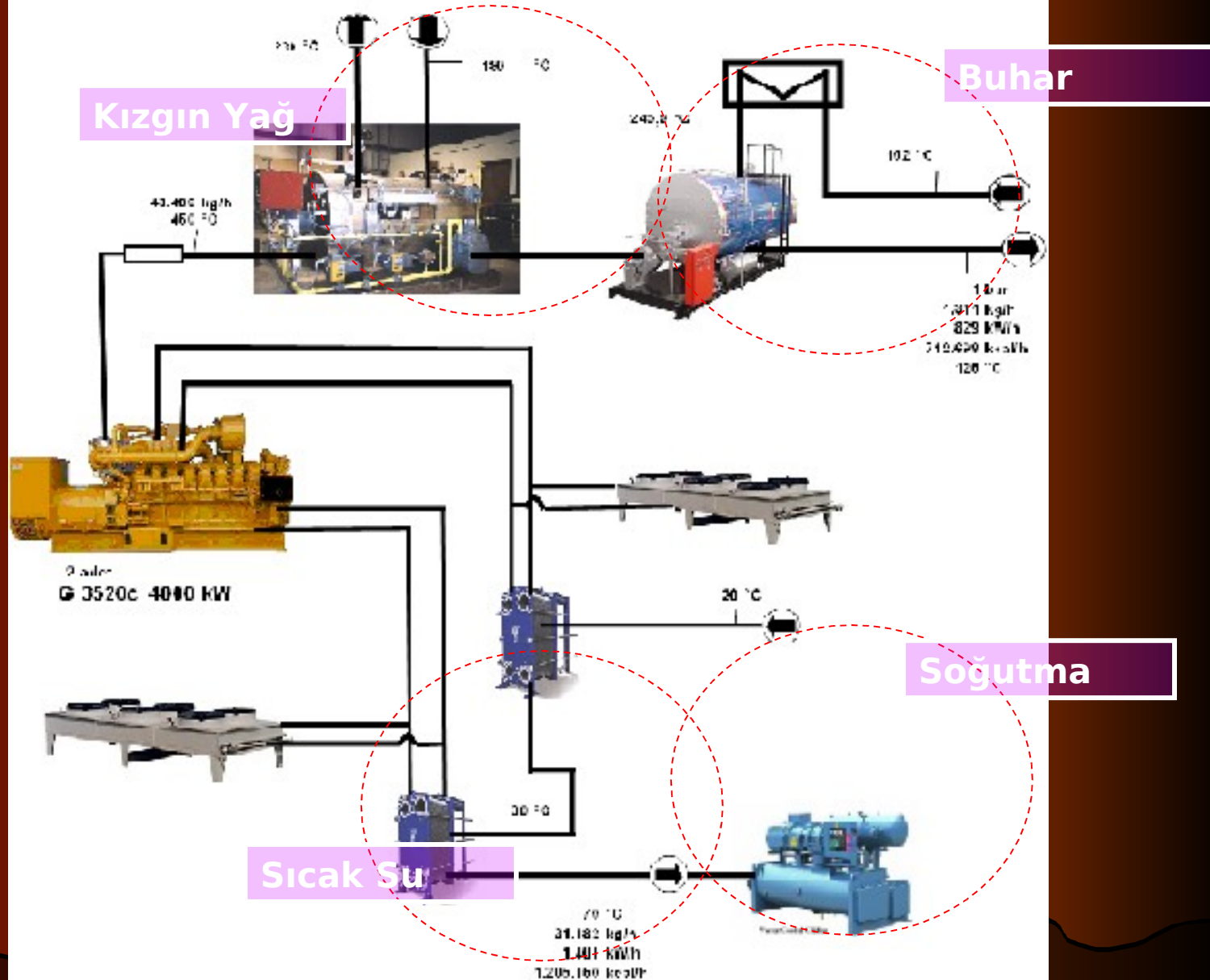
Egzoz
(Buhar+Kızgın
yağ+Kızgın
su)

AC2
(Ilık Su)



JW+O/C+AC
1
(Sıcak Su)

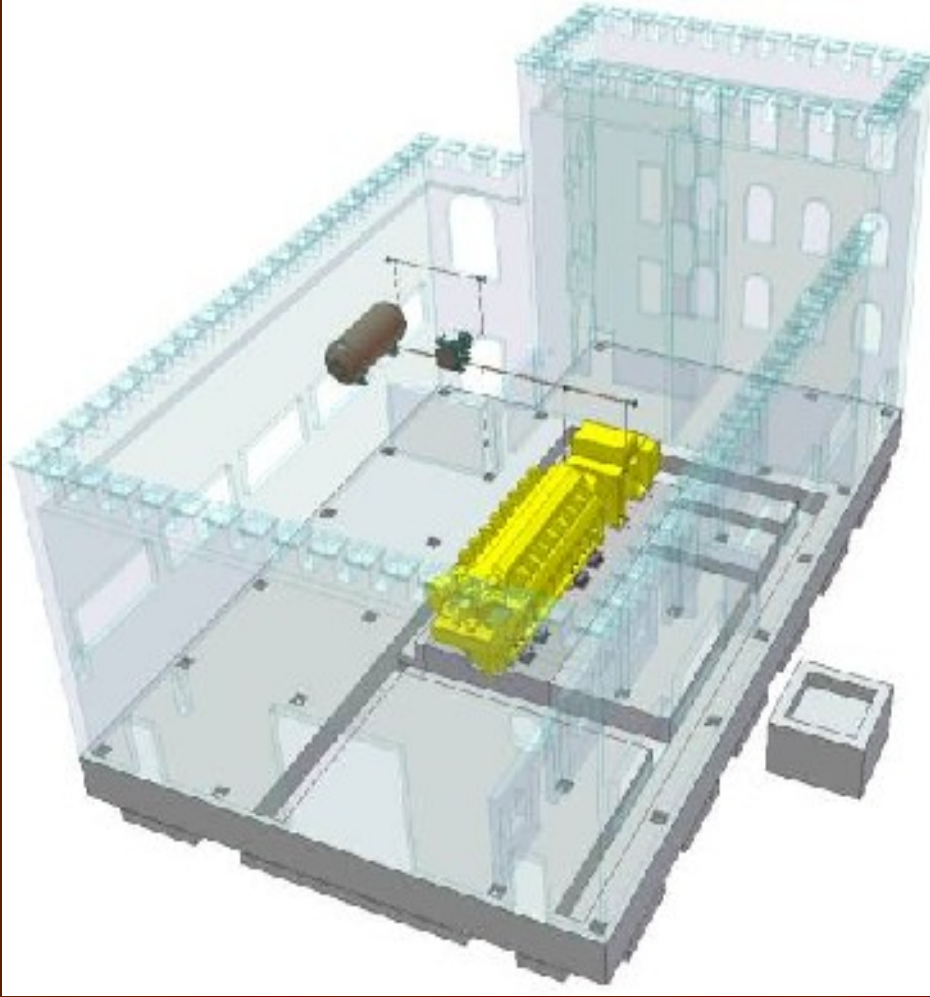
Isının Kullanımı



Santral Dizaynı



START SİSTEMİ



Motor start sistemi uygulama tipine bağılı olarak başlıca iki tipte olabilir:

1.Havalı start sistemi
(Bu sistemde kompresör grubu,kurutucu,hava tankı,basınç reglatörleri ve boru hattından oluşmaktadır)

2.Akü start sistemi
(Bu sistem akü grubu,şarj redresörü ve

DOĞALGAZ GİRİŞİ



Gaz yolu santral binası/container duvarı öncesinde sahada bulunan ve muhtelif basınçlarda olan mevcut gazın, gaz motorları için istenen basınca düşürülmesini sağlayan bir sistemdir. Kompakt bir gaz hattında aşağıdaki ekipmanlar bulunmaktadır:

- Açma-kapama vanası
- Filtre
- Manometre
- Basınç regülatörü
- Emniyet kapama vanası

YAĞLAMA DEVRESİ

Yağlama sistemi gaz motorunun devreye girmesi öncesinde ve sonrasında çalışarak motorun ömrünü uzatacak bir sistemdir.

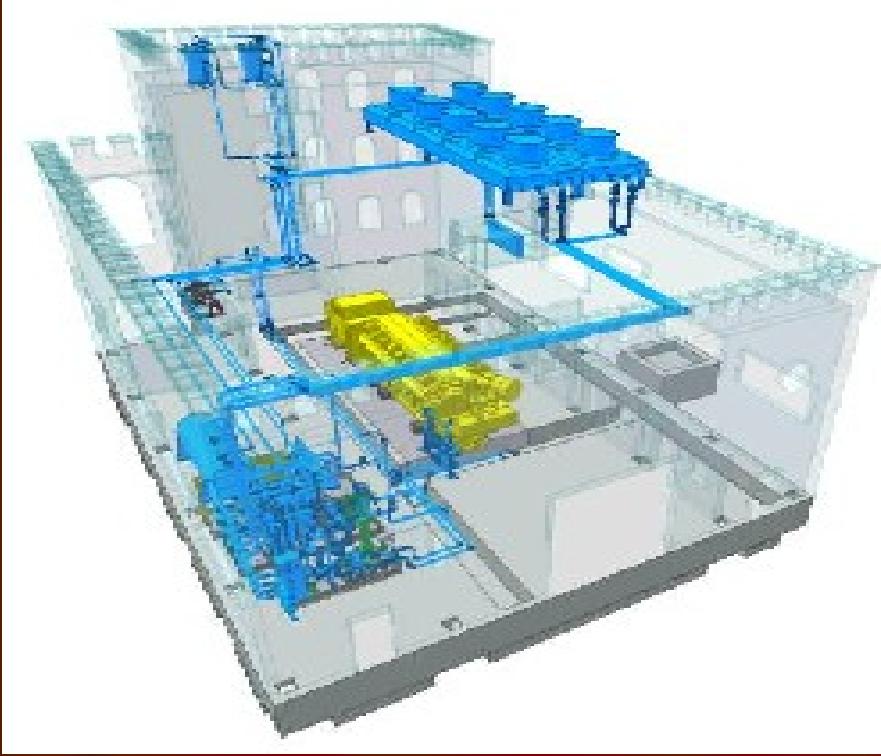


Ön yağlama öncesinde motorda istenen basınç oluşmaması durumunda sistem arızaya geçecek ve çalışmayacaktır

Yağlama sisteminde aşağıdakiler bulunmaktadır:

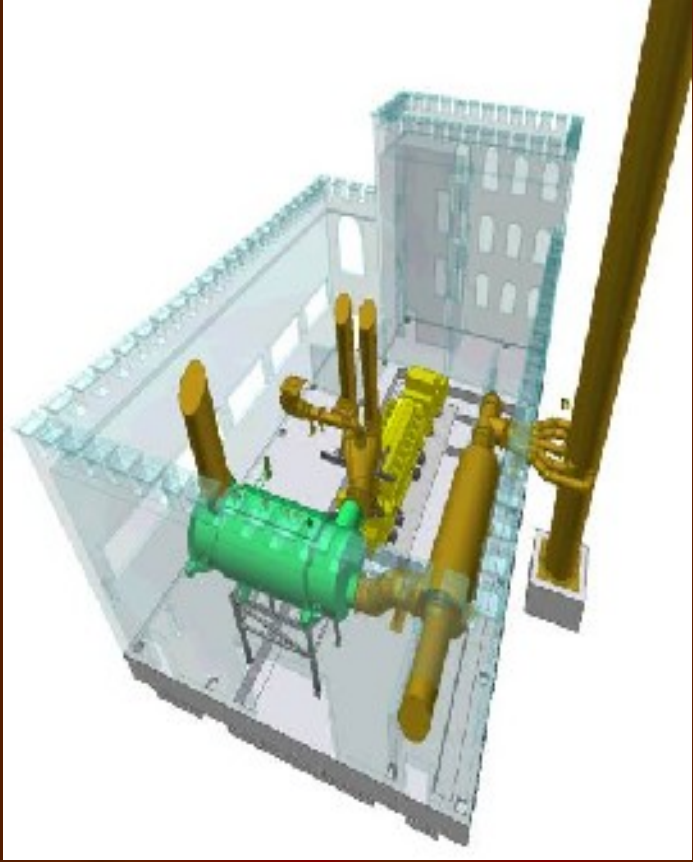
- Karter havalandırması
- Yağ soğutucusu
- Yağ filtresi
- Yağ karteri
- Ön yağlama pompası

SOĞUTMA SUYU DEVRESİ



Soğutma sistemi sistemde kurulu bulunan düzenekler vasıtası ile ısı çekilmemesi durumunda makinanın çalışmasını sürdürecektir bir acil durum soğutma radyatörleri ve ilgili ataşmanlardan oluşan bir sistemdir. Uygun acil durum soğutma sisteminin seçiminde ; ısı eşanjörlerinin tipi ve borulama sisteminin yerleşimini göz önüne alınarak dizayn edilmiştir

EGSOZ DEVRESİ



By-Pass klapesi ile Kazan Giriş Klapesi mekanik olarak birbirlerine bağlı olacak ve tek bir tahrik ünitesi tarafından tahrik edilecektir. Bu yöntem, sistem emniyeti açısından düşünülmüş bir önlemdir. Klapeler oransal olarak çalışacaktır. Kanal üzerinde genleşmeleri karşılamak amacıyla gerekli yerlere kompensatörler konulacaktır

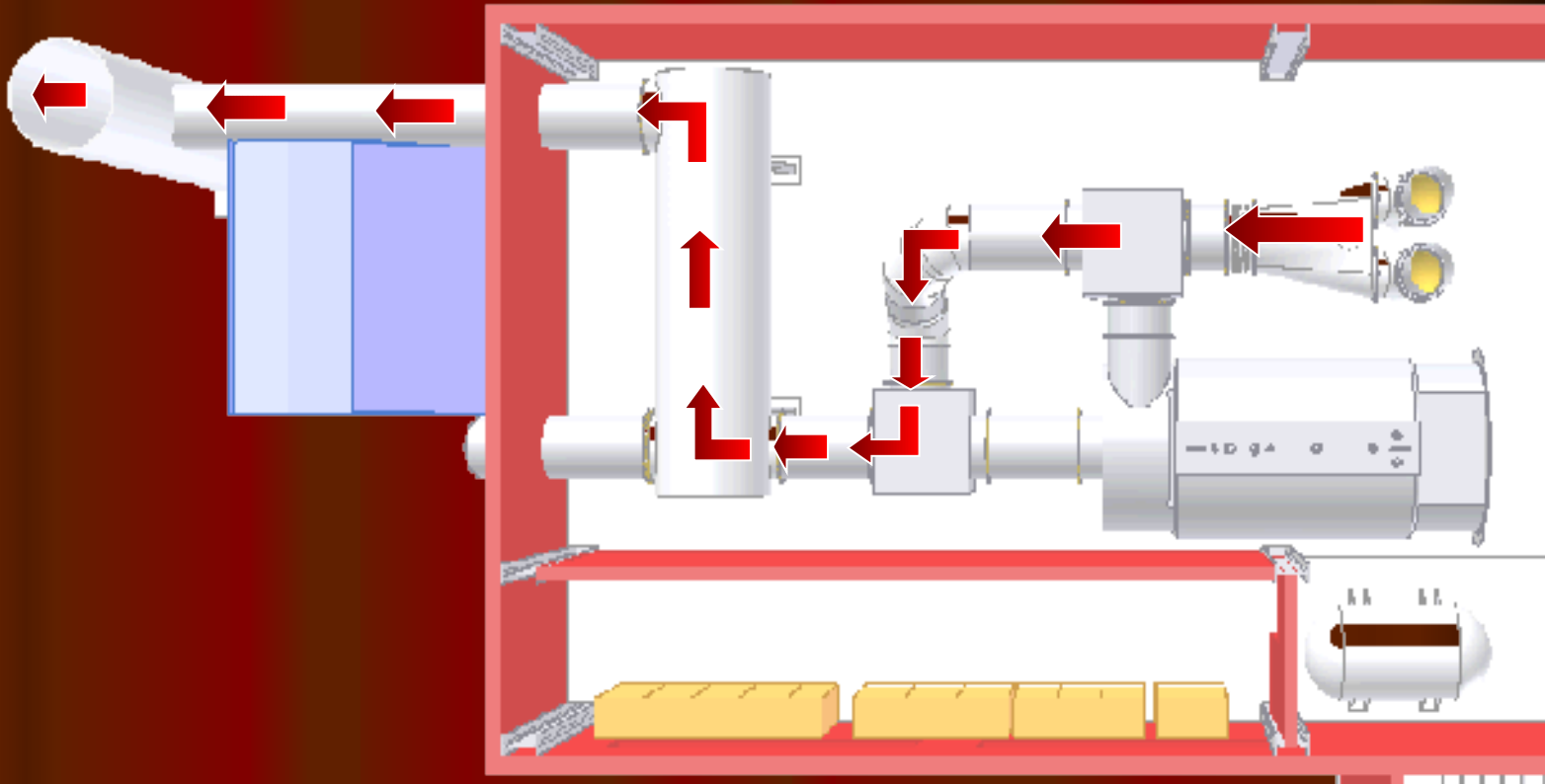
Egzost sistemi

aşağıdakilerden oluşacaktır:

Egzoz manifoldu, kuru tip Susturucu ve konvertör
Üç yollu egzoz By-pass

BUHAR DEVRESİ (KLEPE KAPALI)

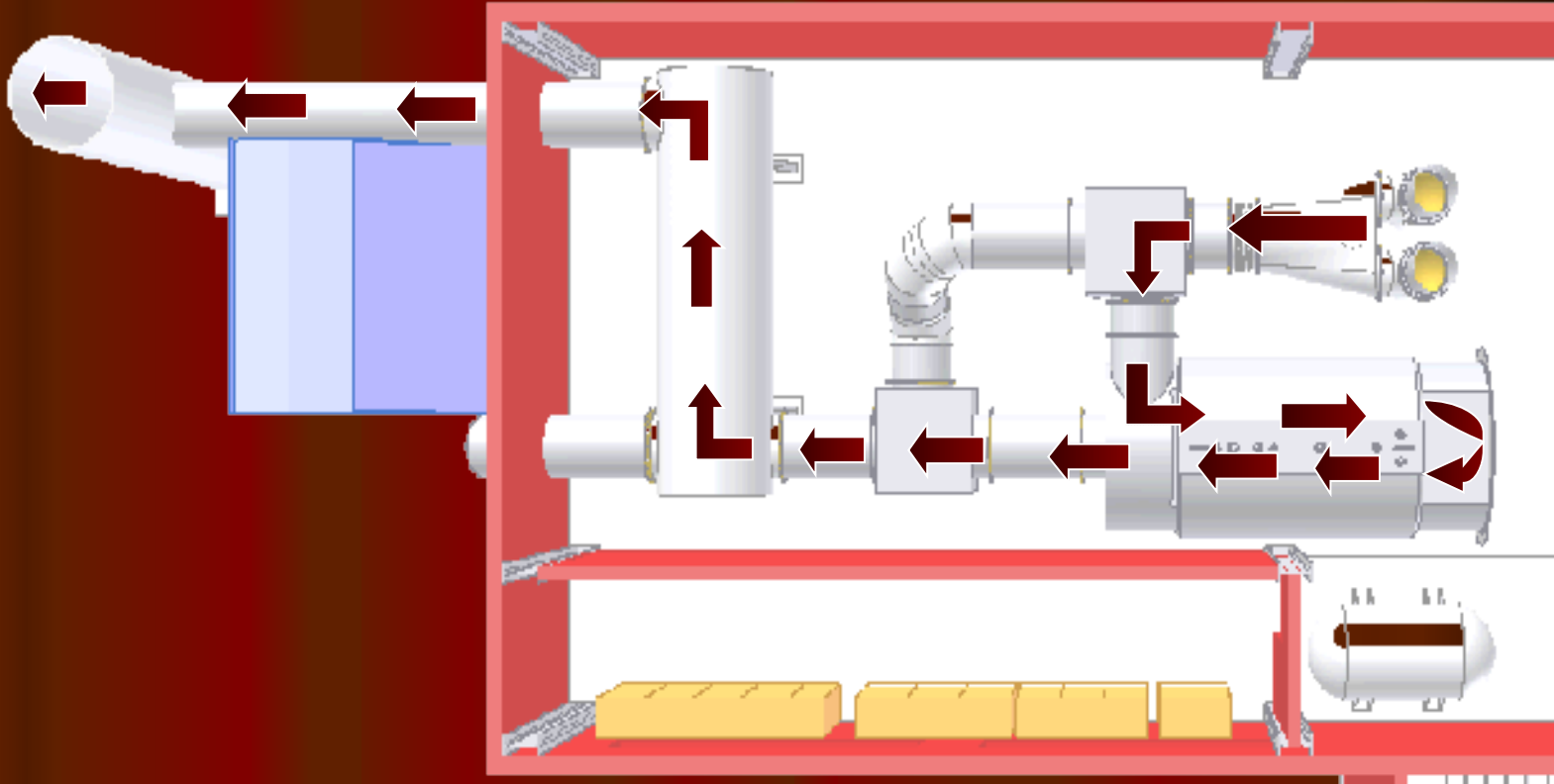
(Exhaust Gas Outlet)



Outlet G16CM34

BUHAR DEVRESİ (KLEPE AÇIK)

(Exhaust Gas Outlet)



Outlet G16CM34

ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ

Isı geri kazanımı sistemini oluşturan temel elemanlar:

Egzoz gazı ısı geri kazanım amaçlı Atık Isı Kazanı

- Kazan besı suyu pompaları ve düzeneği
- Isı eşanjörleri ve düzeneği
- Bina yada container içi borulama
- Gerekli kompensatör ve genleşme tankları

Giriş havası (afterkuler) eşanjörü ile motor blok ve karter ısı eşanjörleri proses için gerekli olan enerjinin motor üstünden çekilerek ,kullanılmasını sağlamak için dizayn edilmiştir. Eşanjörler ve radyatörler arasında yer alan üç yollu vanalar ise, motor gövdesinden ısının yeterince çekilmemesi durumunda devreye girecek ve soğutma suyunun acil durum radyatörleri üzerinden geçirilip soğutulmak sureti ile motor su giriş sıcaklığını sabit tutacak ,böylelikle motorun ısı çekilmediği durumlarda da jeneratör setinin

ISI GERİ KAZANIM SİSTEMİ DİZAYN PARAMETRELERİ

- Motorun uygun şekilde soğutulması
- Kullanılan suyun sertliğinin giderilmesi
- Motor devresinde gezen su ile proses suyunun birbirlerinden izole edilmesi

KULLANILAN ISI DEĞİŞTİRGEÇLERİ VE ÇEŞİTLERİ



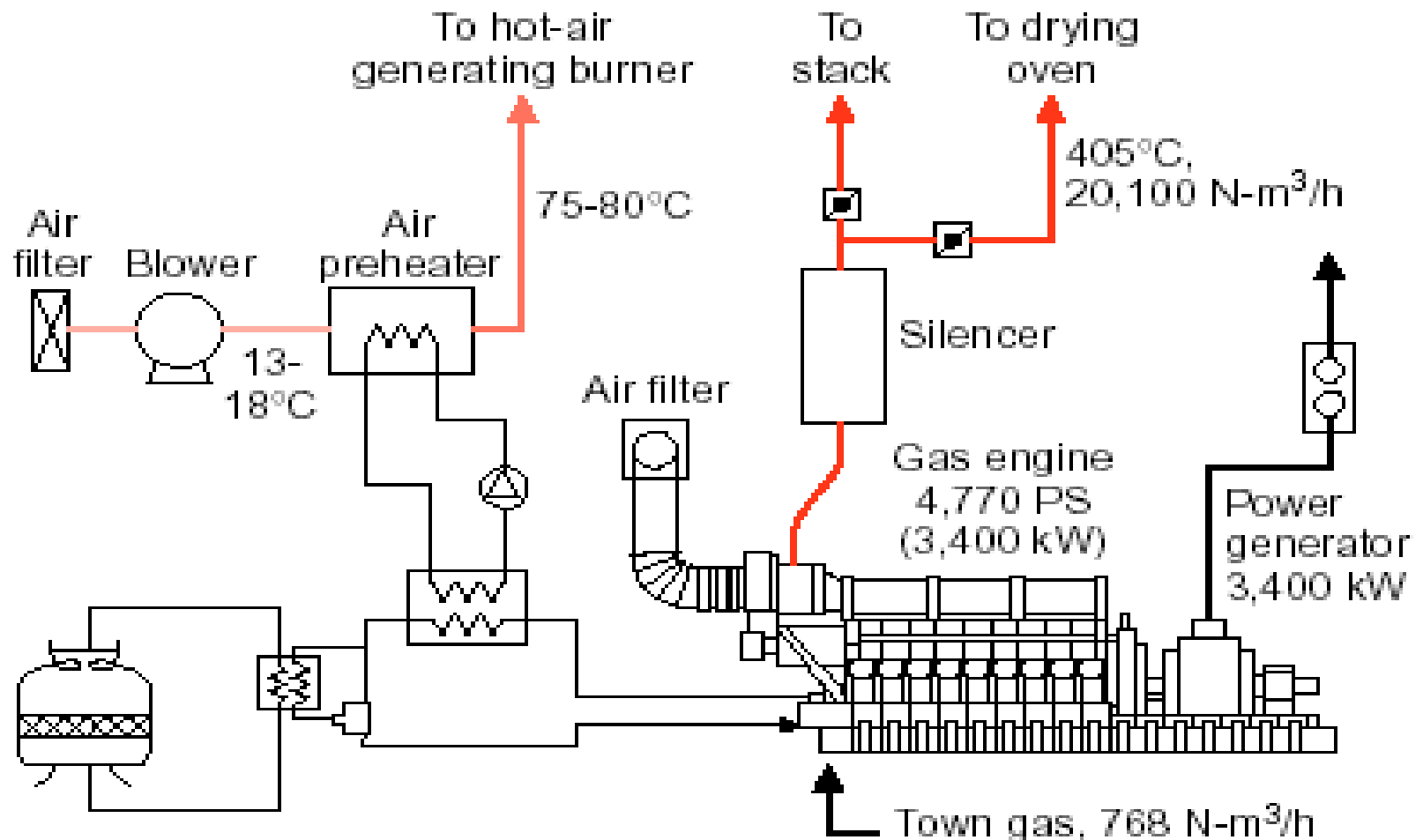
Firkete tip



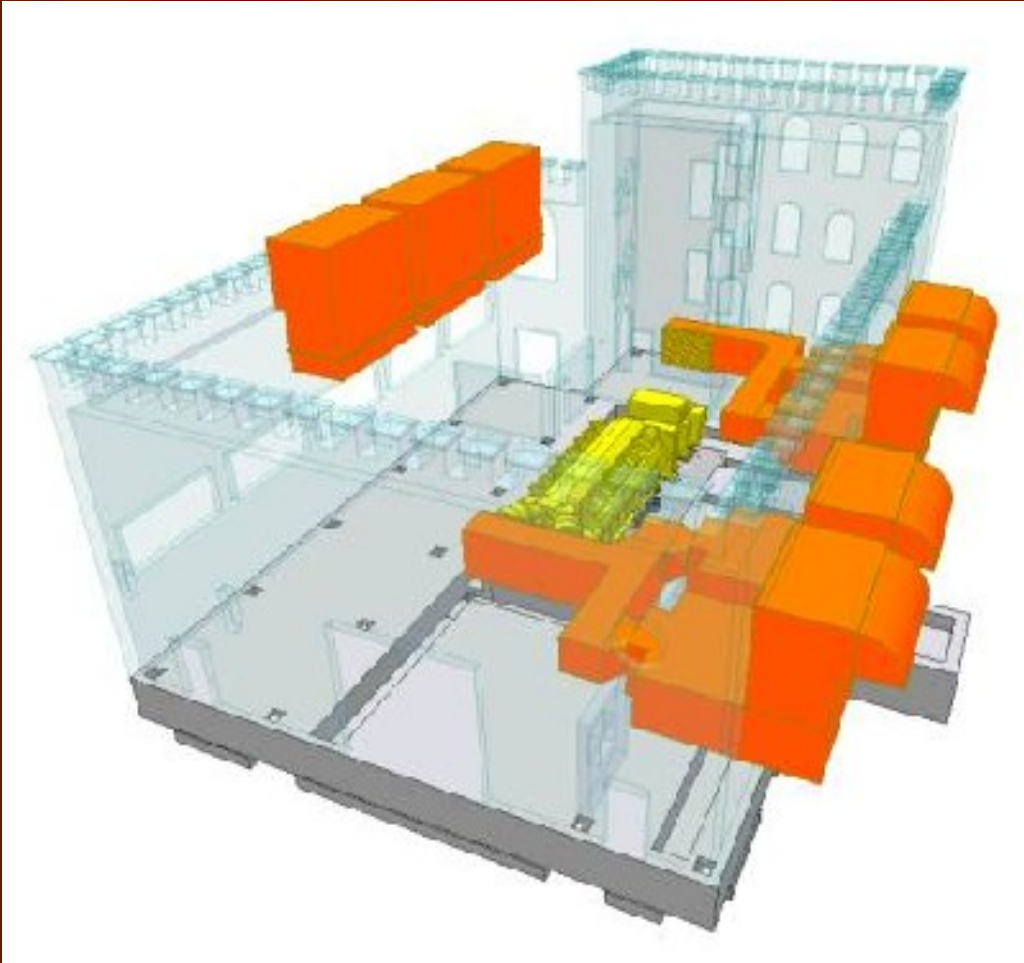
Plakalı tip

SPREY KURUTUCULAR

(1) Gas engine side



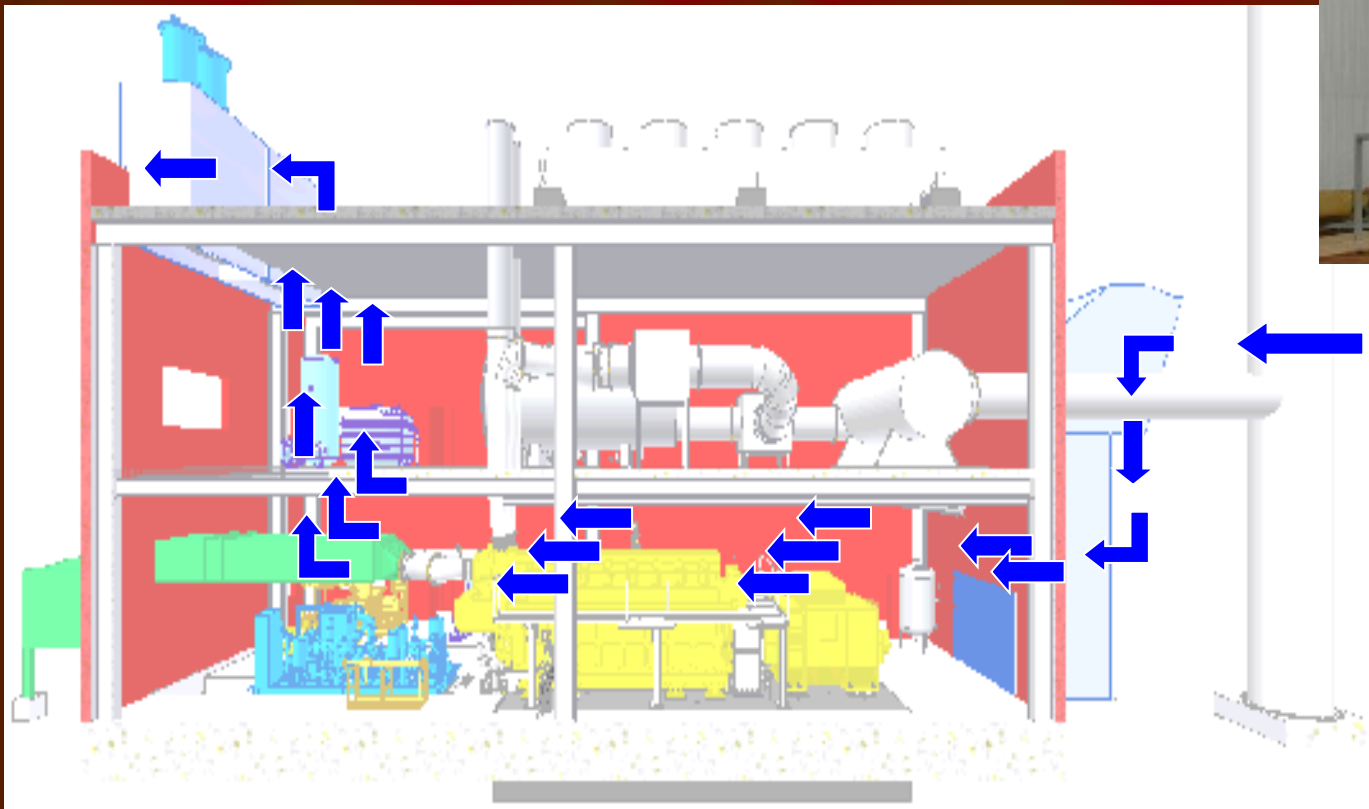
HAVALANDIRMA SİSTEMİ



Motor odasının uygun şekilde havalandırılması son derece önemli bir konu olup, havalandırma yeterli sayıda vantilatörler (fan) ve tarafından sağlanmaktadır.

Sistem ;fanlar, havalandırma kanalları/boruları, pancur, vs. gibi aksesuarlardan oluşmaktadır

BİNA HAVALADIRMA



(Hall Air Inlet)

KONTROL, OTOMASYON ve KORUMA SİSTEMLERİ



Kontrol ve senkronizasyon sistemi; kojenerasyon tesisinin çalıştırılmasını, çalıştıktan sonra izlenmesini, kontrol edilmesini ve gerekli korumaların yapılmasını sağlayan bir sistemdir

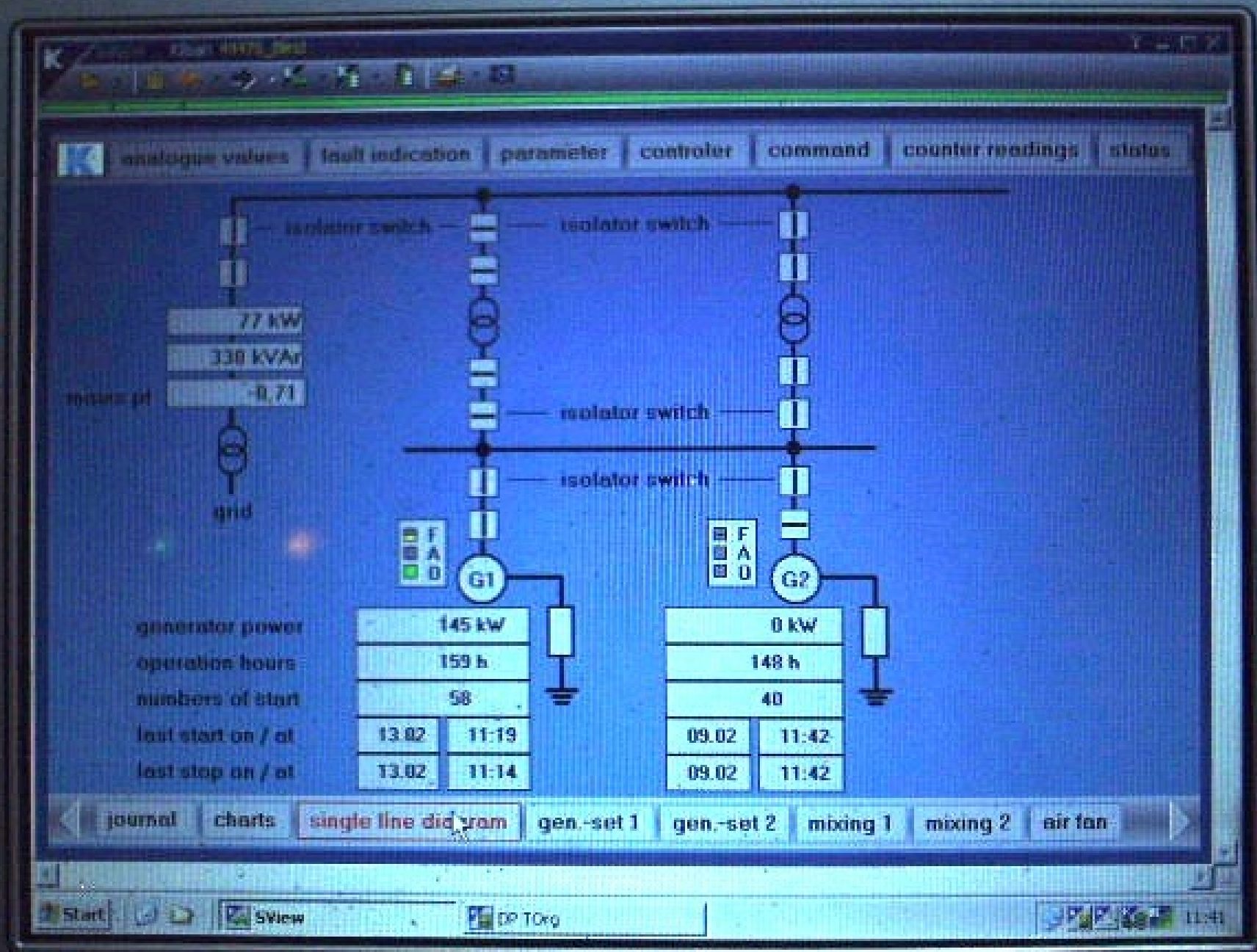
Her bir makina için elektriksel değerler, motorların değerleri, oluşan arıza sinyalleri ve üretilen güç bilgilerinin monitor üzerinde gösterimi sağlanmaktadır. İstenmesi halinde bu bilgilerin modem ve internet üzerinden aktarımı sağlanmaktadır

Aplikasyonun tipine bağlı olarak dataların ekranda gösterimi sağlanmaktadır.

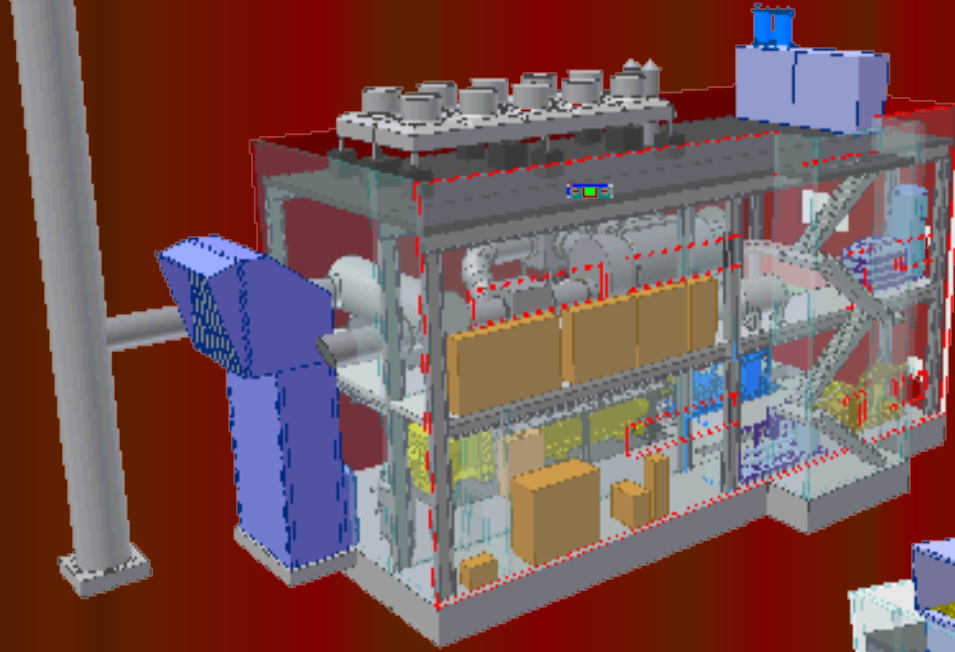
Şebekenin kesilmesi durumunda acil durum operasyonuna otomatik olarak geçilmektedir

Yük atma uygulaması bulunmaktadır. Böylelikle şebeke ile paralel çalışıldığı durumlarda toplam fabrika gücünün genset toplamalarının üzerinde olması durumunda şebekenin arızası halinde anlık olarak yük atma yapılacaktır. Böylelikle fazla olan fabrika yükünün makina kapasitesi üstünde kalması engellenerek makinaların çalışır durumda olmaları korunurken; fabrikanın da hayati ünitelerinin kesintisiz çalışması temin edilebilmektedir.

Atık egzost gazı sıcaklığı, AC sıcaklığına göre motor üzerindeki yükün ayarlanması, motor odası havalandırmanın kontrolü, acil durum soğutucularının kontrolü, AC ve JW

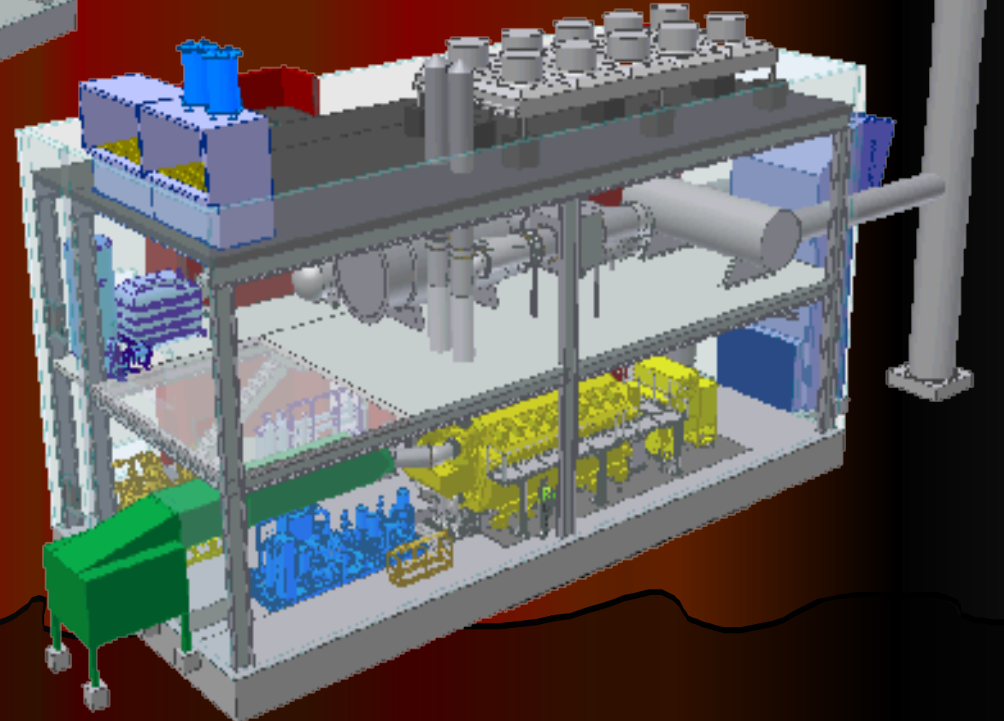


KOMPAKT YERLEŞİM

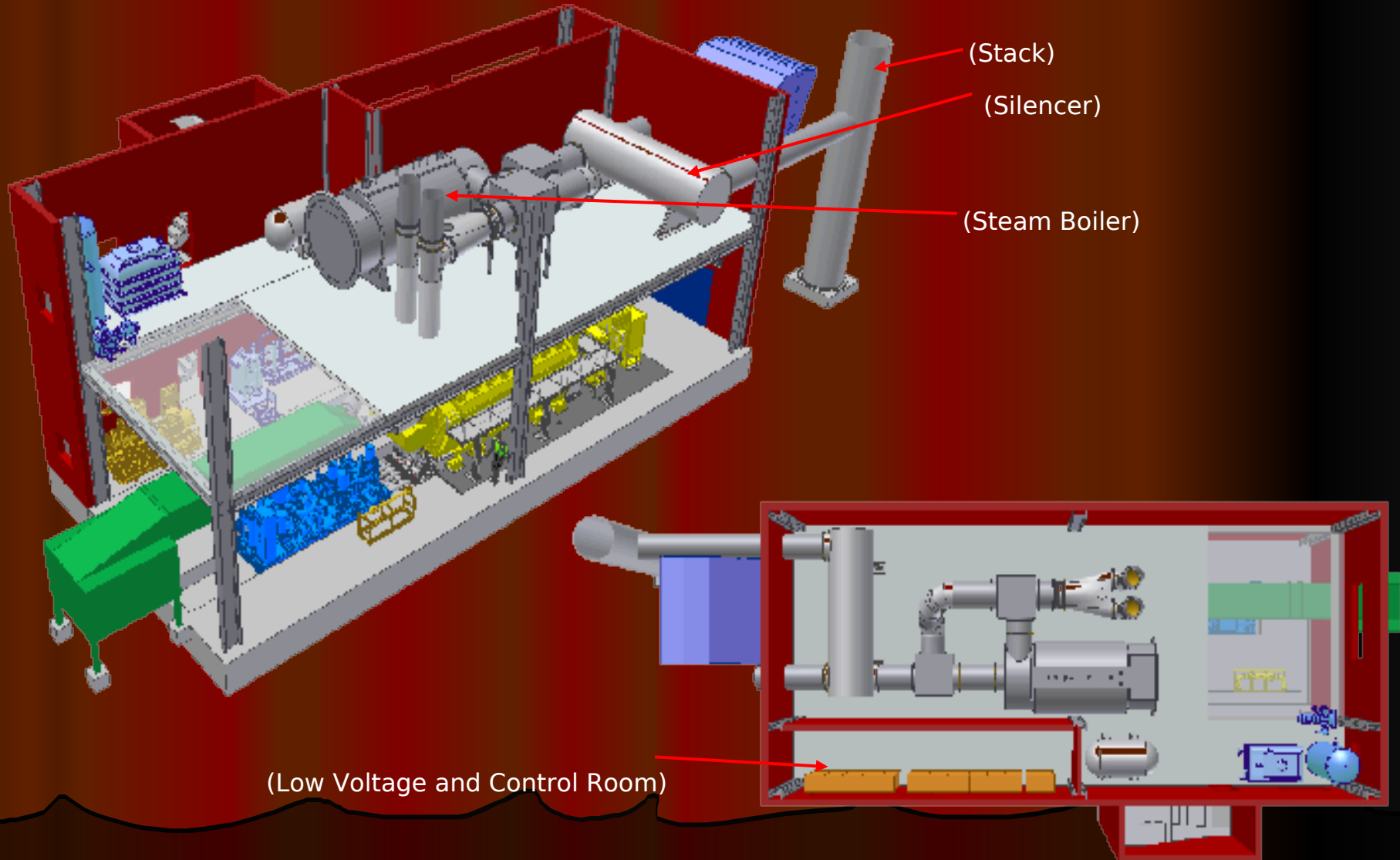


SOLDAN GÖRÜNÜŐ

SAĐDAN GÖRÜNÜŐ



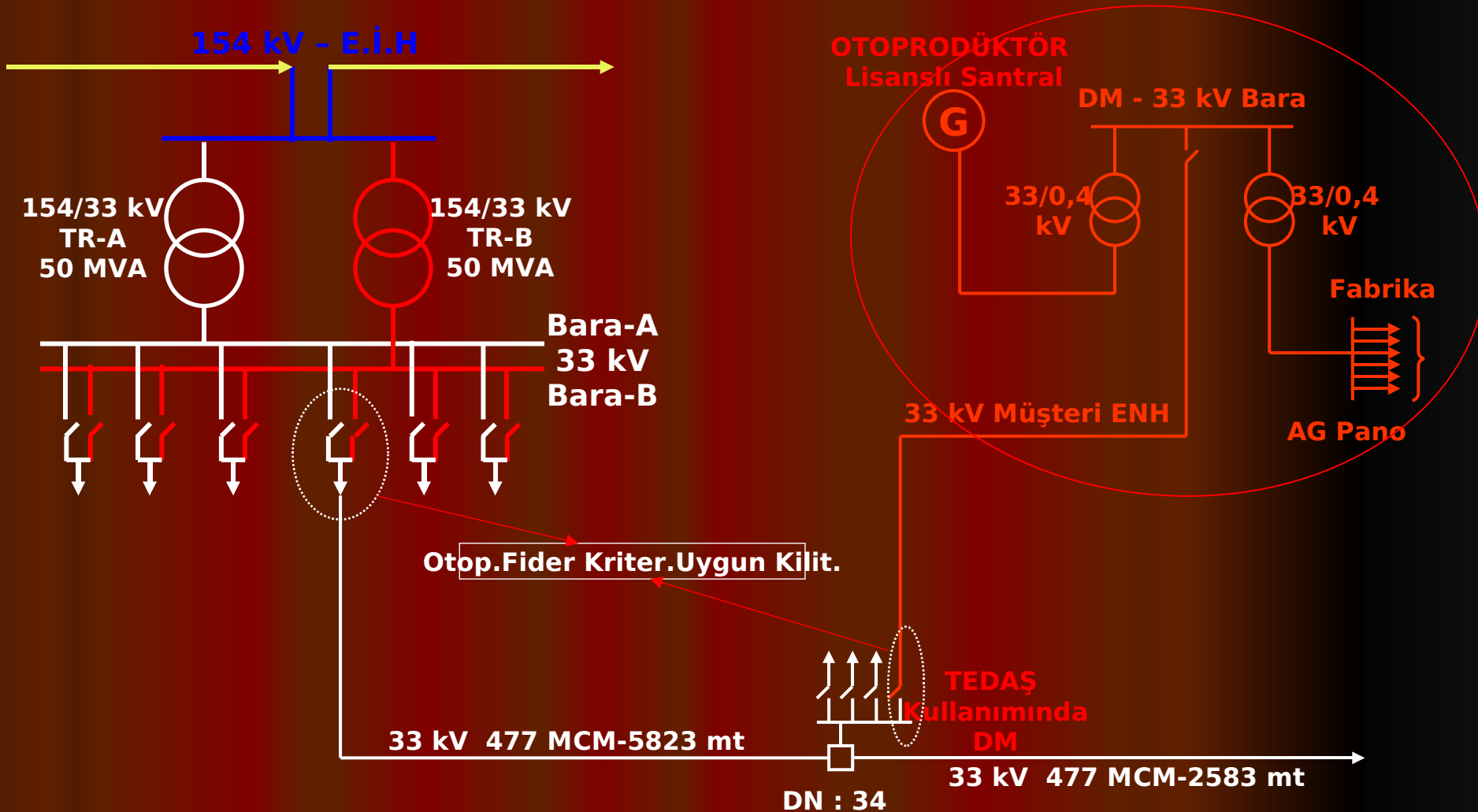
BİRİNCİ KAT YERLEŞİM



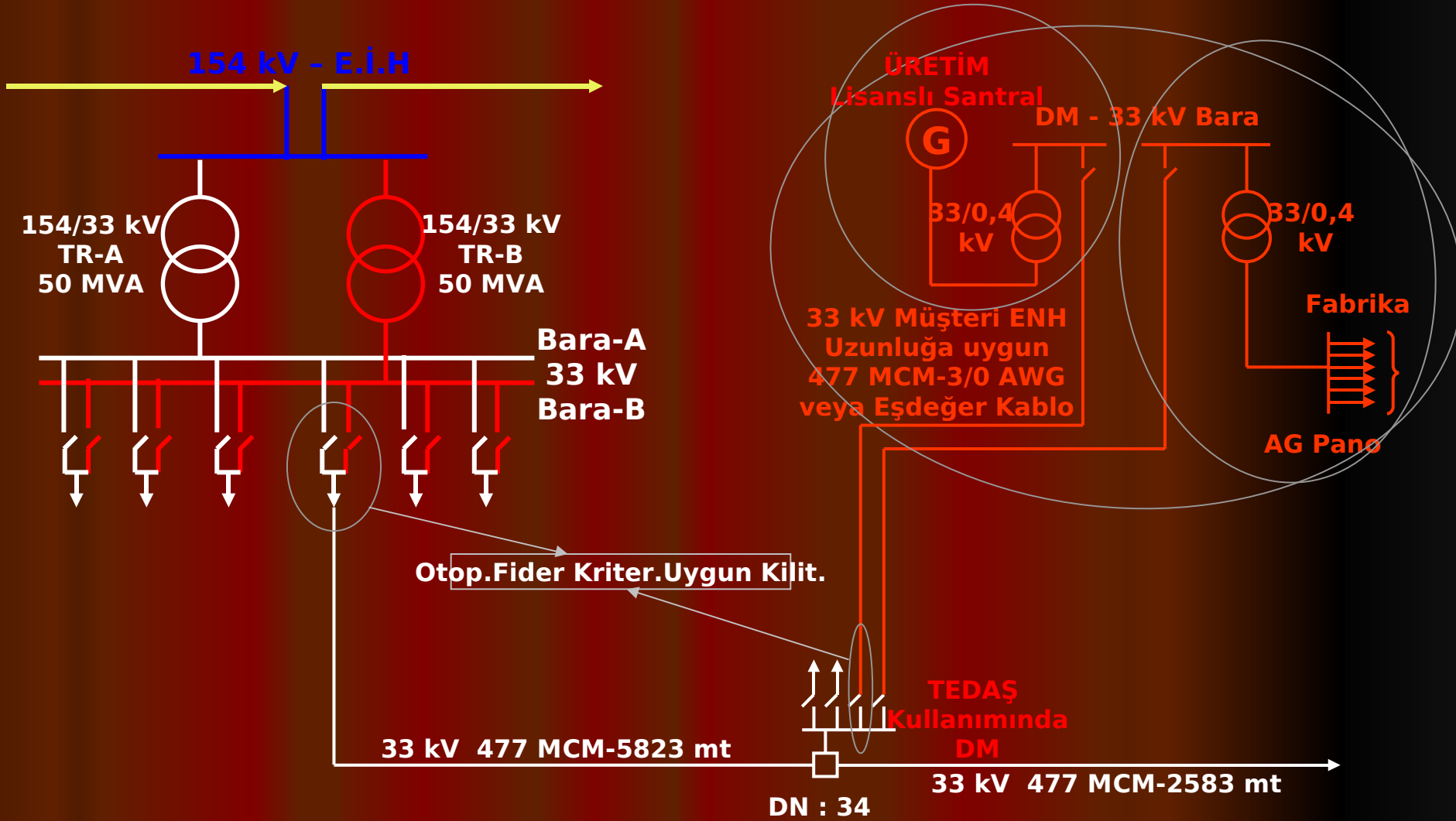
Kojenerasyon Santralleri

Elektrik Sistemi

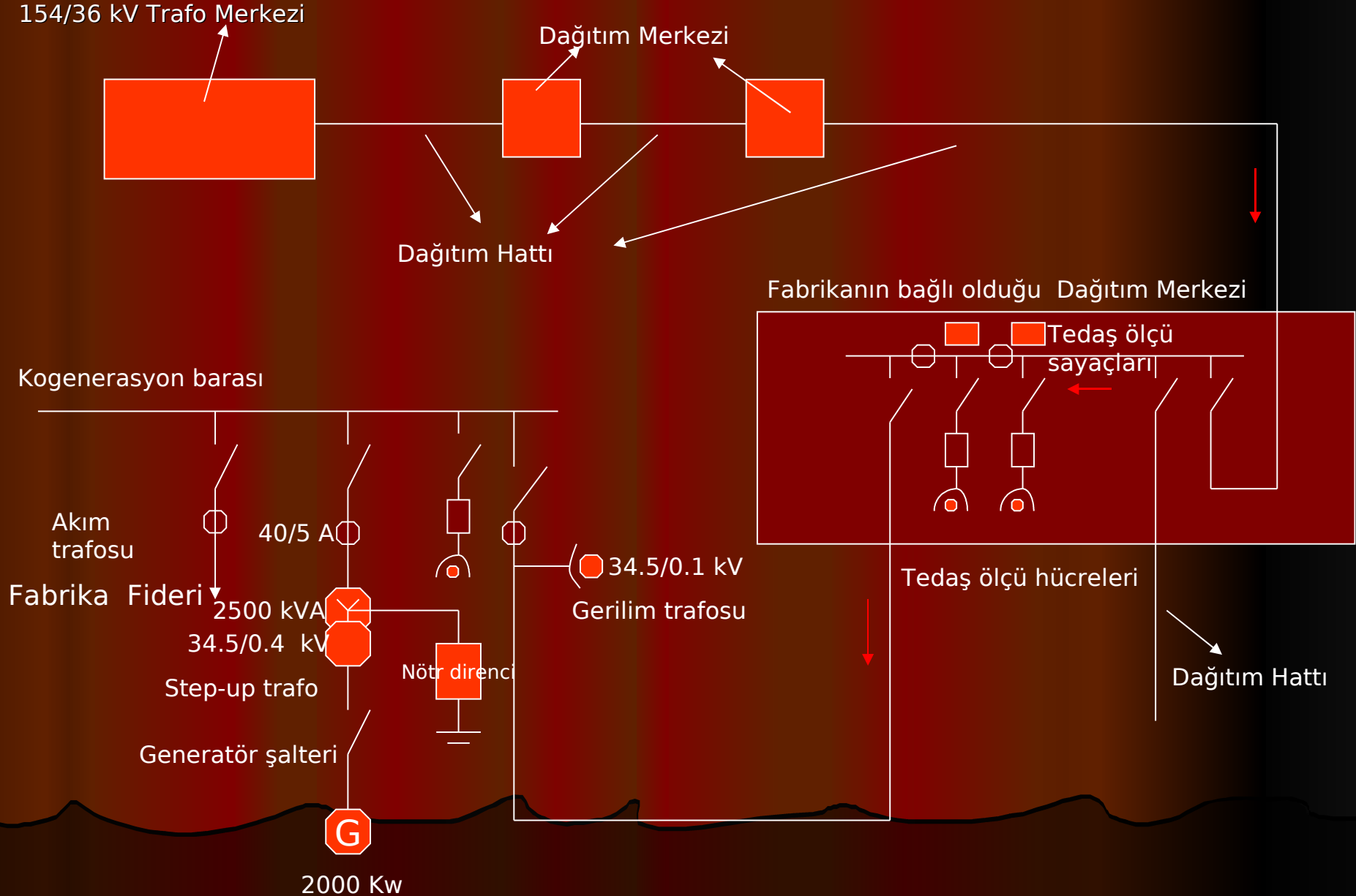
SİSTEMLERİ BAĞLANTI UYGULAMALARI



SİSTEME ERİŞİM UYGULAMALARI



Genel tek hat şeması

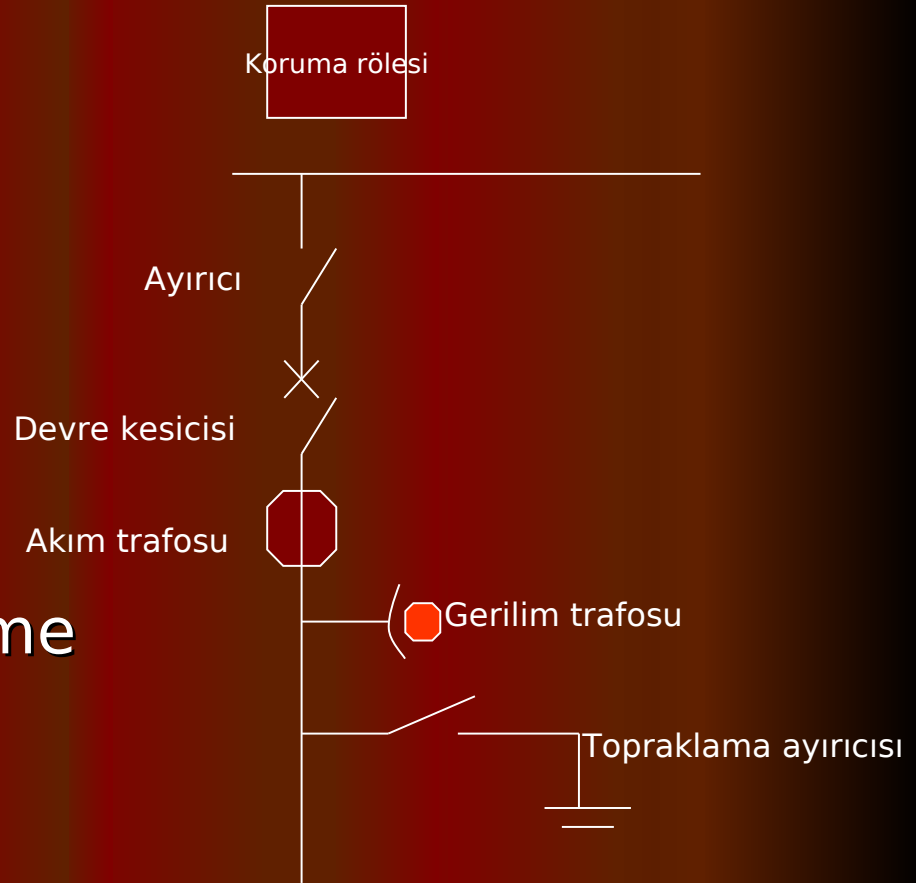


Elektrik sisteminde bulunan ekipmanlar:

- . 36 kV şalt sistemi
- . Step-up trafolar
- . Nötr direnci
- . Jeneratör şalter panosu
- . Jeneratör kumanda panoları

36 kV şalt sistemi elemanları

- . Devre kesicisi
- . Ayırıcı
- . Akım trafosu
- . Gerilim trafosu
- . Topraklama ayırıcısı
- . Koruma rölesi
- . Hücreler arası kilitleme sistemi



Step-up trafo ve nötr direnci

Fabrikalara Tedaş dağıtım gerilim seviyesi 36 kV'tur. Kojenerasyon jeneratörünün çıkış gerilim seviyesi ise 0.4 kV, 6.3 kV veya 10 kV olabilir.

Bu durumda şebeke gerilimi ile generatörde üretilen gerilimin paralele alınabilmesi için ilk önce generatör gerilimini step-up trafo ile 36 kV seviyesine çıkarmak gerekmektedir.

Tedaş step-up trafoların 36 kV tarafındaki sargıların yıldız bağlı olmasını ve yıldız noktasının 20 ohm, 1000 Amper'lik topraklama direnci üzerinden topraklanmasını şart koşmaktadır.

Bürokratik işlemler

1- EPDK Lisans işlemleri

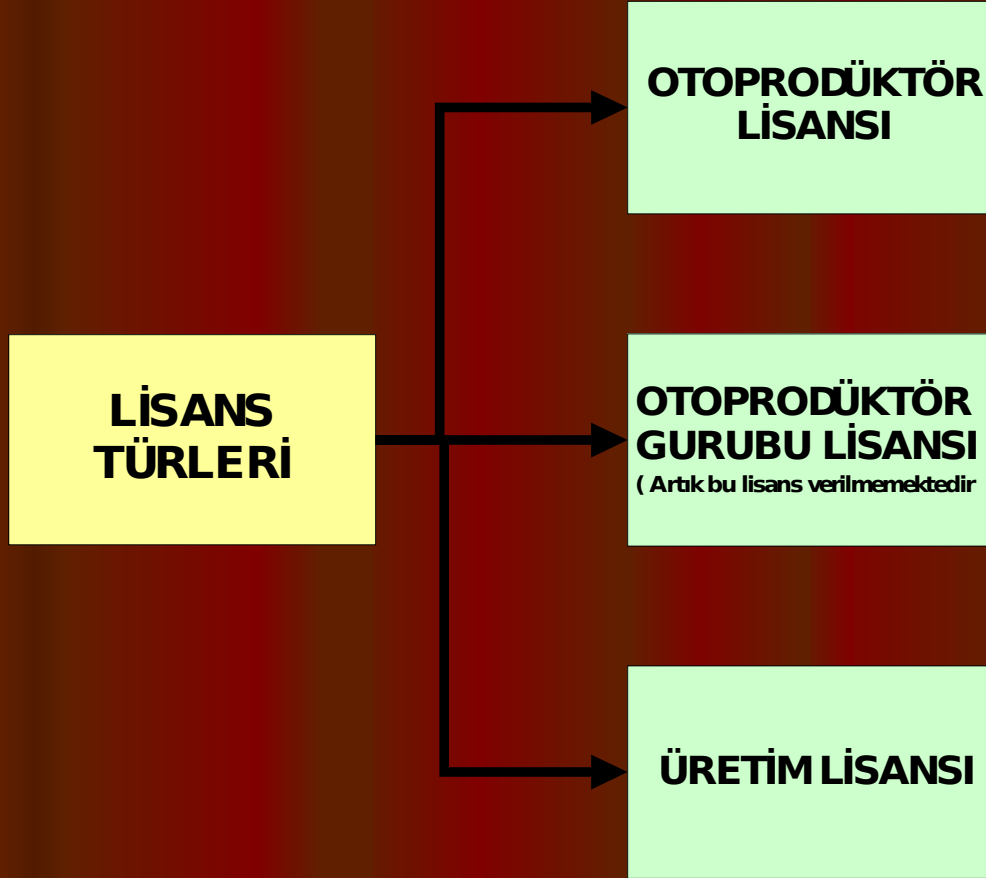
TEDAŞ ile elektrik bağlantısı olan her tesis sürekli olarak çalışacak bir elektrik santrali kuracağı zaman yasa gereği EPDK'dan lisans almak zorunda.

Müşterilerde, kojenerasyon santralini Tedaş ile paralele girmeden çalıştırmaları durumunda lisans almalarına gerek olmadığı yönünde bir düşünce olabilir.

2- Lisans türleri:

- . Otoprodüktör lisansı: Lisans alan tüzel kişinin kendi tesislerinde kullanılmak üzere elektrik üretmesine izin veren lisans türüdür.
 - Kojenerasyon generatörü doğrudan fabrika barasına bağlanabilir.
 - Santral gücünün %25'i Tedaş hatları üzerinden serbest tüketicilere satabilir.
 - Lisans sahibi tüzel kişinin birçok yerde fabrikaları var ise Tedaş hatları üzerinden
(hat kullanım bedeli ödeyerek) santralin kurulduğu yerin
uzağındaki
fabrikalarını mahsuplaşma yolu ile besleyebilir.

EPDK LİSANS TÜRLERİ



Firmalar kendi ihtiyacı için enerji Üretimi amacıyla kurmuş oldukları ve ancak ürettiklerinin % 25'ini satabildikleri lisans türü

EPDK tarafından şu anda bu tip lisans talepleri karşılamada güçlükler çıkarılmaktadır, kurum bu tip lisansı vermeyi tercih etmemektedir.

Enerji üretimi , ticareti amacıyla firmaların almış oldukları lisans türüdür , üretilen enerjinin iletimi TEİAŞ ve dağıtımı TEDAŞ hatları yoluyla mümkün olabilmektedir.

1. Otoprodüktör grubu lisansı: Bir grup serbest tüketici tüzel kişinin birleşerek kendi tesislerinde kullanılmak üzere elektrik üretmesine izin veren lisans türüdür.-
 - Kojenerasyon jeneratörü doğrudan fabrika baralarına bağlanabilir.
 - EPDK bu lisans türü yerine üretim lisansına başvurmalarını tavsiye etmektedir.
2. Üretim Lisansı: Lisans alan tüzel kişinin Tedaş hatları üzerinden serbest tüketicilere satmak üzere elektrik üretmesine izin veren lisans türüdür.

Lisansta Tedaş dağıtım hattına hangi dağıtım merkezinden bağlanacağı ve hangi trafo merkezi ve dağıtım merkezlerinde otoprodüktör kilitleme yapılacağı belirtilir.

- 3- Yerel TEDAŞ ile yapılacak enerji kullanım ve bağlantı anlaşmaları:
Lisans belirtilen noktadan dağıtım sistemine bağlanıp, gerekli yerlerde otoprodüktör kilitlemeleri gerçekleştirdikten sonra lisans sahibi Yerel Tedaş ile enerji bağlantı ve sistem kullanım anlaşması yapar.

- 4- TEİAŞ ile yapılacak iletim sistemi kullanım anlaşması:
Lisansta belirtilen 154/34.5 trafo merkezi fiderinde otoprodüktör kilitlemesi yapılması gerekmektedir

Ses Seviyeleri



Location	Effects	L_{eq} (dBA)	Time (hours)	Time of day	
Bedroom	sleep disturbance, annoyance	> 30	8	night	
Living area	annoyance, speech interference	> 50	16	day	
Outdoor living area	moderate annoyance	> 50	16	day	
Outdoor living area	serious annoyance	> 55	16	day	
Outdoor living area	sleep disturbance, with open windows	> 45	8	night	
School classroom	speech interference, communication disturbance	> 35	8	day	
Hospitals: patient rooms	sleep disturbance, communication interference	> 30-35	8	day and night	

Gaz Motoru Emisyon Limitleri

in mg/Nm³ corrected to 5% O₂ content
with specific technology

	RACT	BAT	BACT	LAER
	Reasonable achievable	Best available technic	Best Control technology	Lowest achievable
NO _x	Engine adjustments		SCR	
	500	250	100	30
CO	Engine design	Oxy. catalytic converter		
	1000	650	300	180

Kojen'de Emisyon Limitleri

Turkey Emission Limit Values

Kirlilik	Gaz Motorları	Dizel Motorlar
	5% O ₂	5% O ₂
NO _x	500 mg/Nm ³	2700 mg/Nm ³
CO	650 mg/Nm ³	675 mg/Nm ³
SO ₂	60 mg/Nm ³	2425 mg/Nm ³
Dust	130 mg/Nm ³	202 mg/Nm ³

TEŞEKKÜRLER

REFERANSLAR

- www.mge.com/about/electric/cogen/n
- www.aceee.org/chp
- www.aph.gov.au/library/pubs/rn/1998
- www.cogen.org/projects/future_cogen
- Borusan güç sistemleri
- www.kojenerasyon.com