

HAYVANSAL ATIKLARIN YÖNETİMİ ÇALIŞTAYI

Biyokütleden İleri Termal Yöntemler ile Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji Üretimi

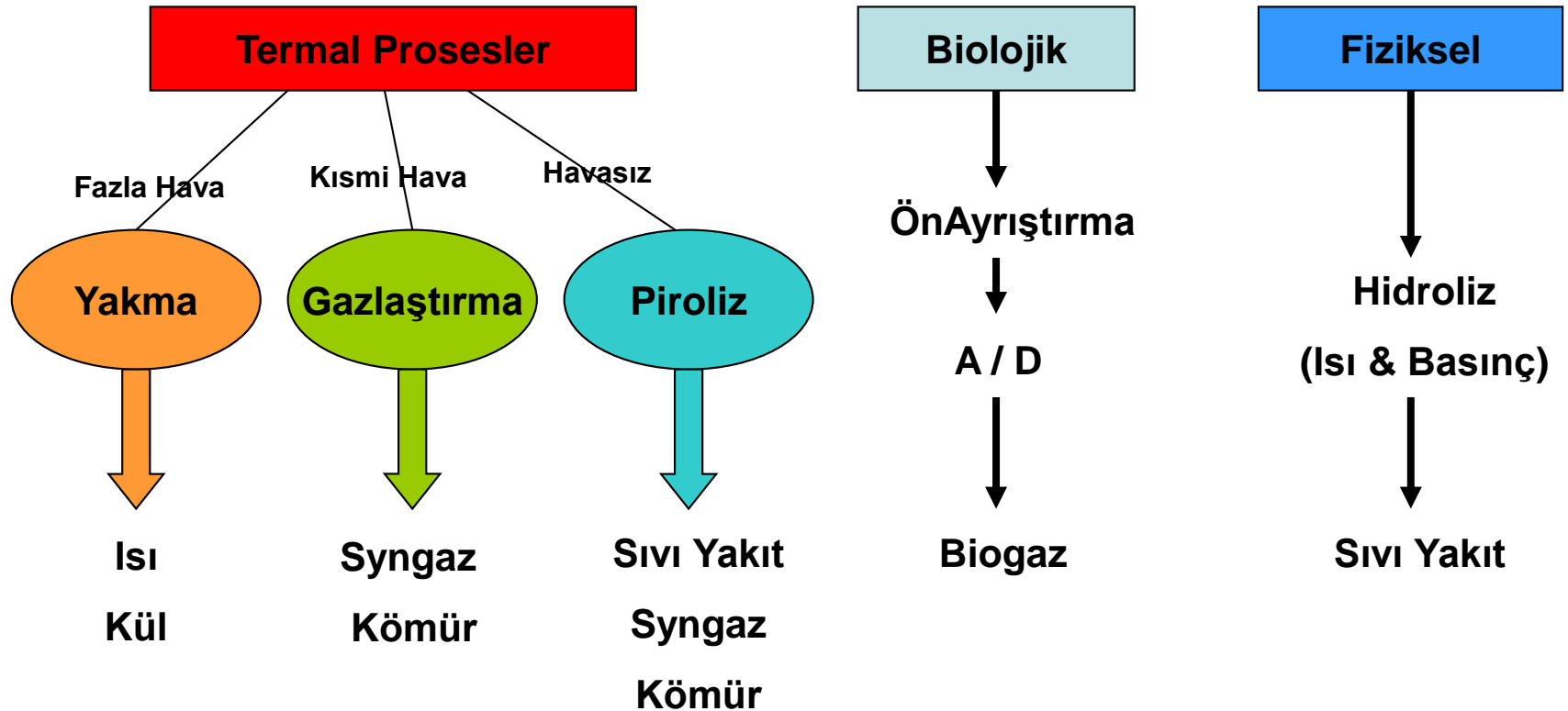
Prof. Dr. Murat Doğru

**Öğretim Üyesi
Çevre Mühendisliği**

@2023 – Tüm Hakları Saklıdır

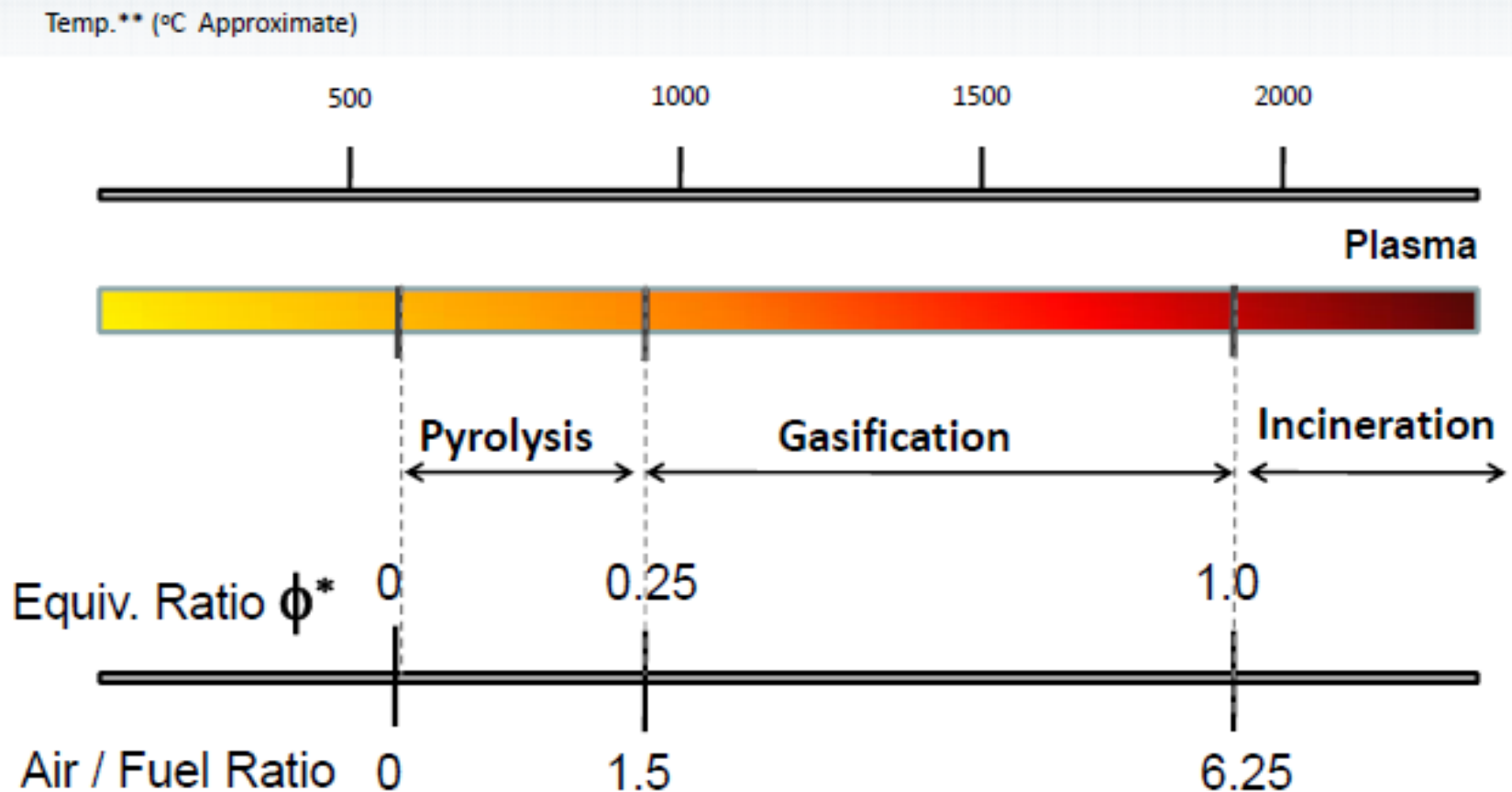


Biokütle Geri Kazanım Metodları



Termal Prosesler Biolojik İşlemlere Göre 10 ila 100 kat daha yoğun ve hızlıdır !

Piroliz, Gazlaştırma ve Yakma: Çalışma Sıcaklıkları ve Hava-Yakıt Oranı



* Φ = the actual air fuel ratio/the air fuel ratio for complete combustion for biomass: $\text{CH}_{1.4}\text{O}_{0.6}$

** Combustion temperatures shown are adiabatic flame temperatures.

Gazlaştırma Nedir ?

Gazlaştırma; özel tasarlanan reaktörler ile katı atıkların ve biokütlelerin kısmi hava ile yüksek sıcaklıkta ileri termal bozunmaya uğrayarak sentez gazına dönüştürülmesidir.

Temel Gazlaştırma Reaksiyonları:

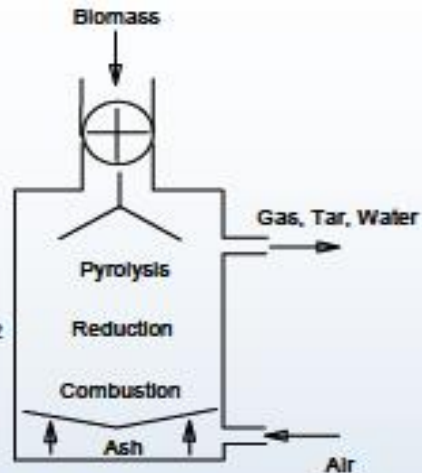
Kısmi Oksidasyon:

1. $C + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO$ (-111 MJ/kmol)
2. $CO + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CO_2$ (-283 MJ/kmol)
3. $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$ (-242 MJ/kmol)

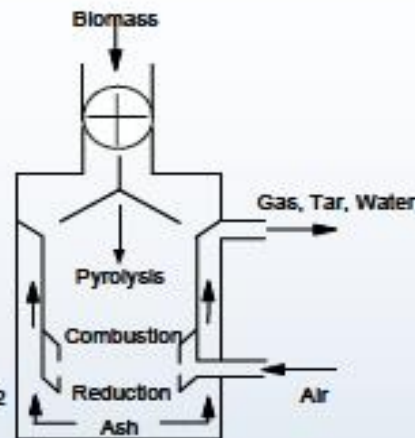
Gazlaştırma (İndirgeme):

4. $C + H_2O \leftrightarrow CO + H_2$ (+131 MJ/kmol) "Su-Gaz Reaksiyonu"
5. $C + CO_2 \leftrightarrow 2CO$ (+172 MJ/kmol) "Boudouard Reaksiyonu"
6. $C + 2H_2 \leftrightarrow CH_4$ (-75 MJ/kmol) "Methanlaşma Reaksiyonu"
7. $CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$ (-41 MJ/kmol) "Su-Gaz Denge Reaksiyonu"
8. $CH_4 + H_2O \leftrightarrow CO_2 + 3H_2$ (+206 MJ/kmol) "Buhar-Metan reaksiyonu"

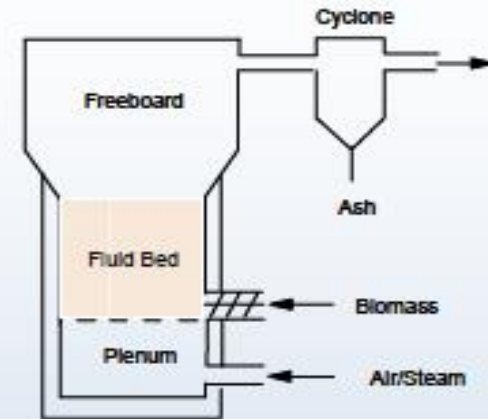
Gazlaştırma Reaktörleri



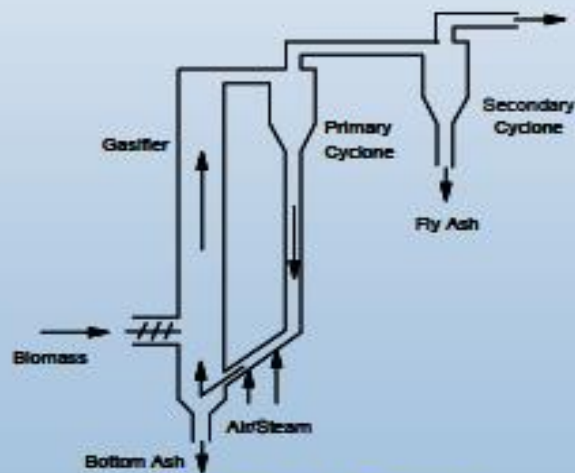
Updraft Gasifier



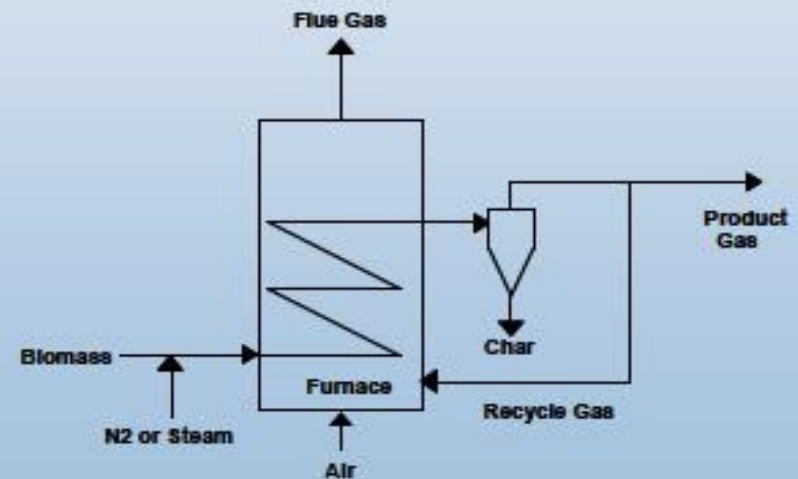
Downdraft Gasifier



Fluid-Bed Gasifier

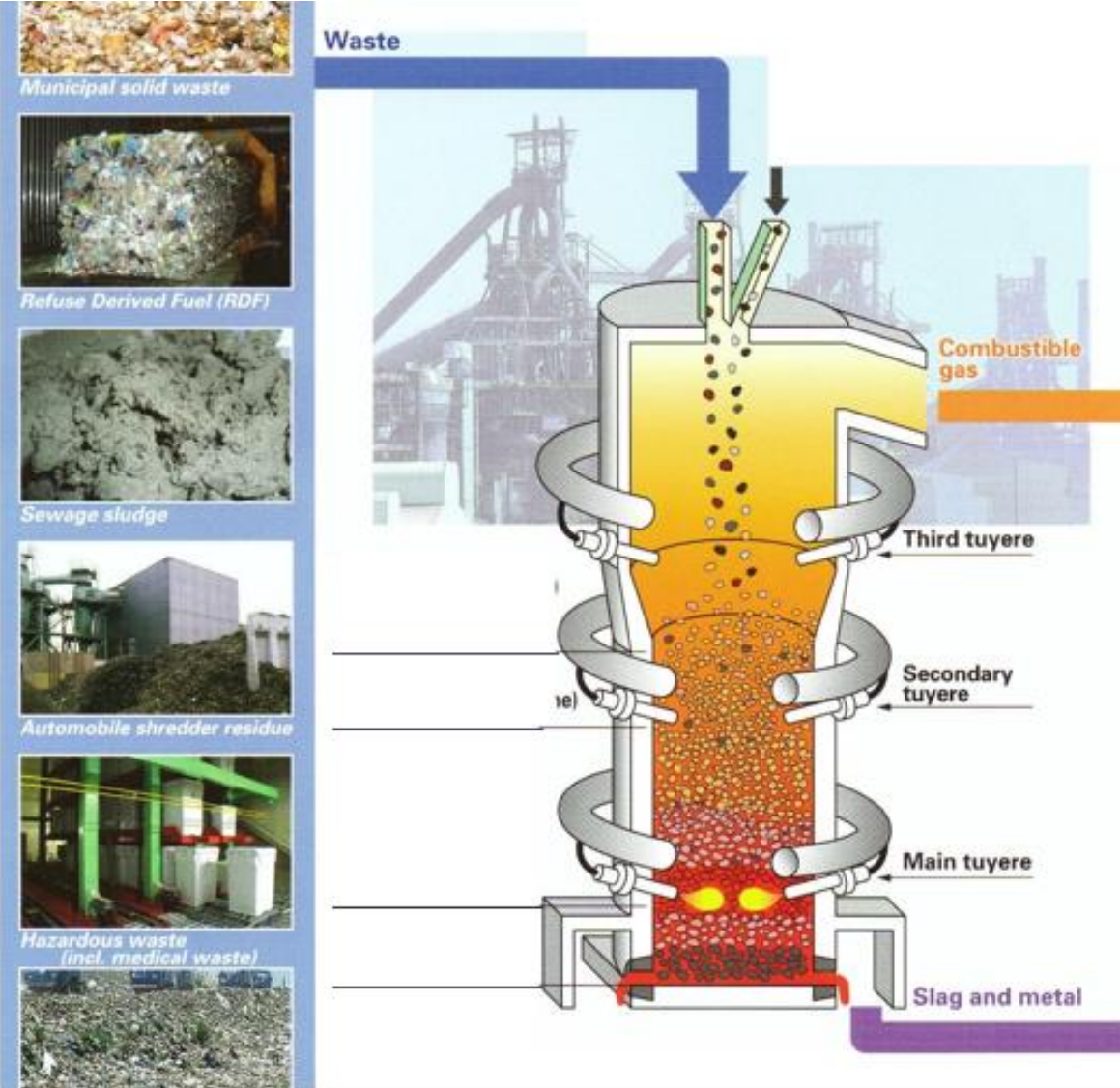


Circulating Fluid-Bed Gasifier



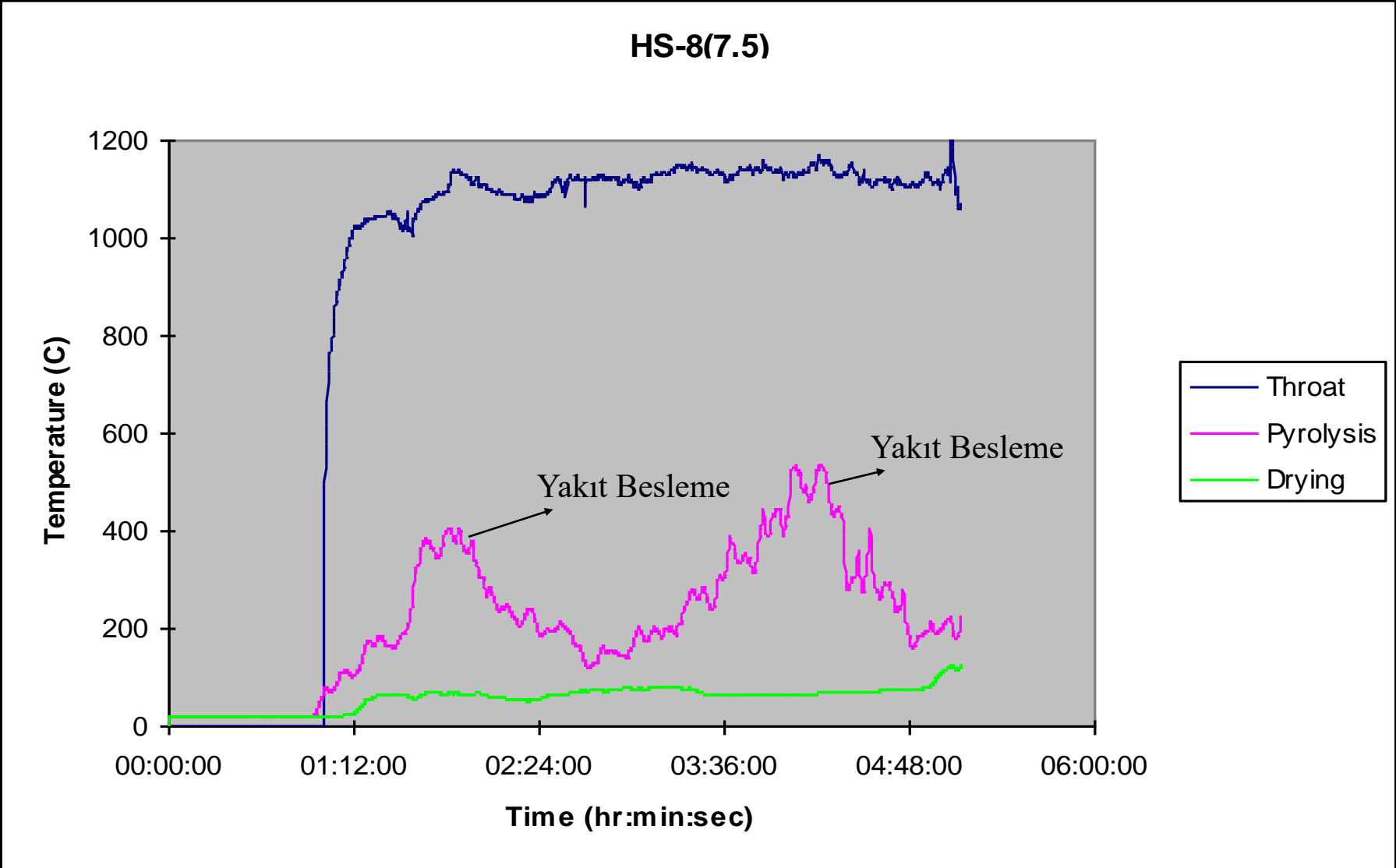
Entrained Flow Gasifier

Sabit Yatak Biokütle Gazlaştırıcı

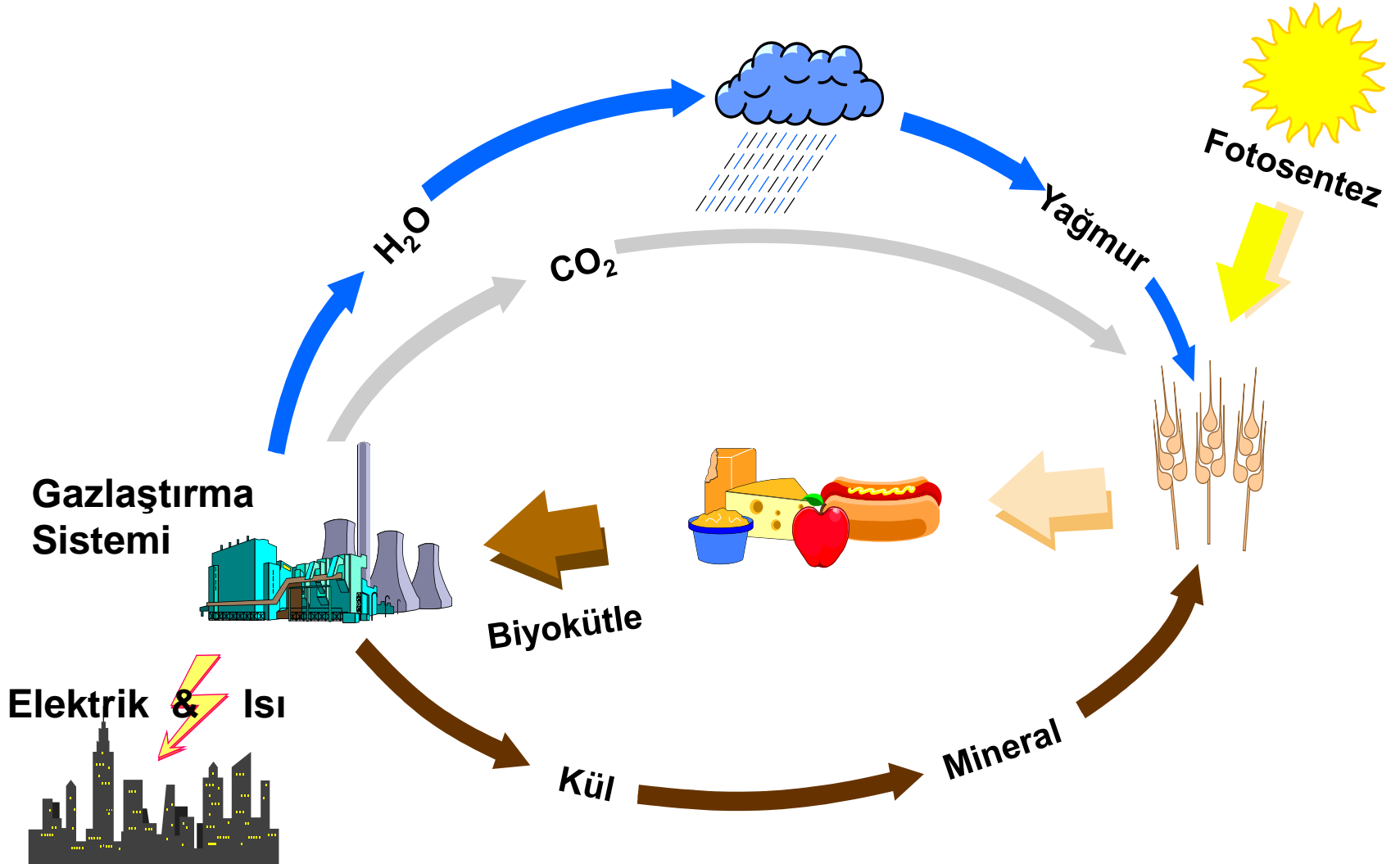


Oksidasyon bölgesinden açığa çıkan ısı, üst bölgede kurutma ve piroliz; alt bölgede gazlaştırma reaksiyonlarının enerjisini sağlayarak dışarıdan enerji ihtiyacını ortadan kaldırır.

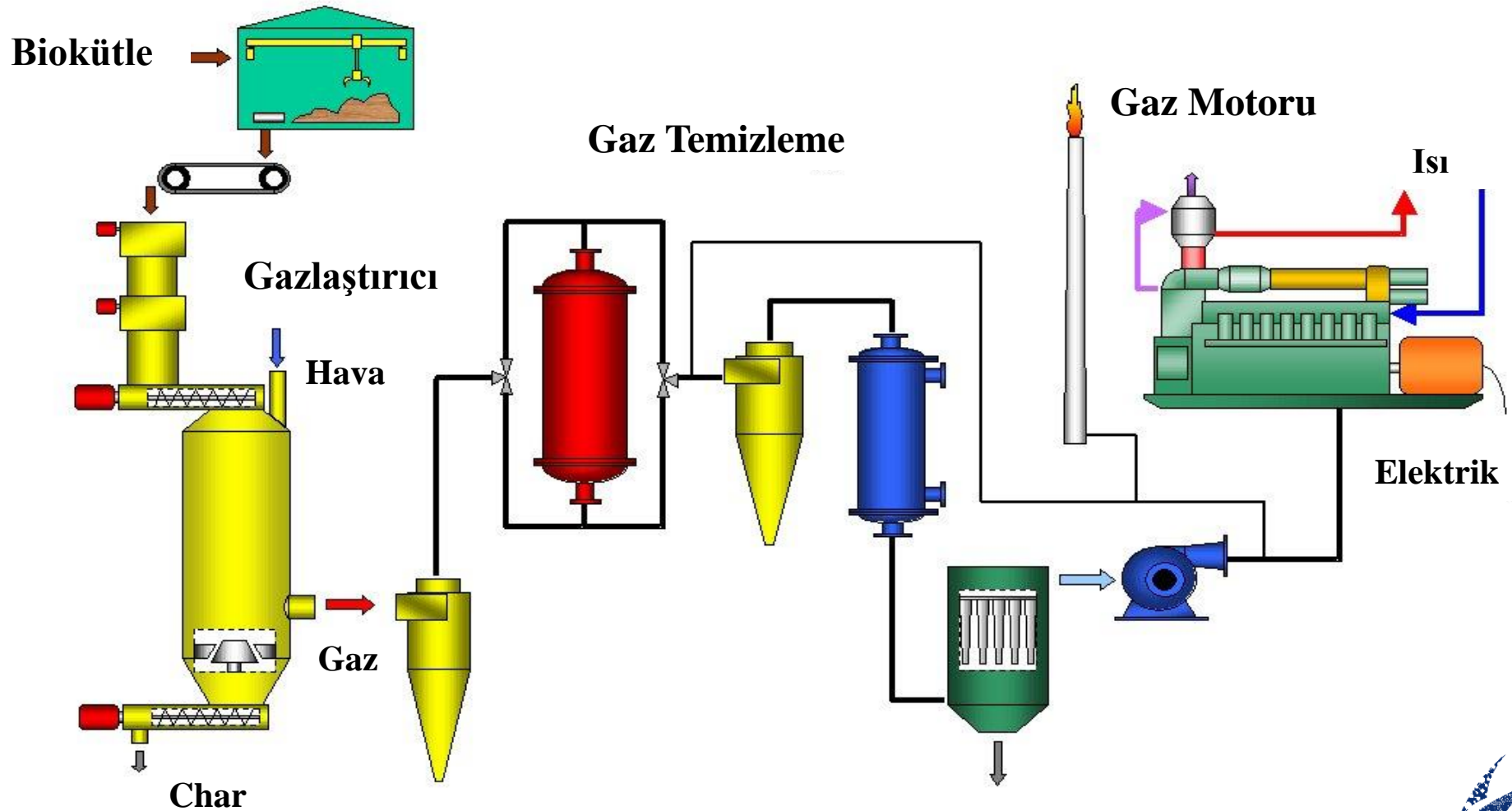
Gazlaştırma Reaktör Sıcaklık Profili



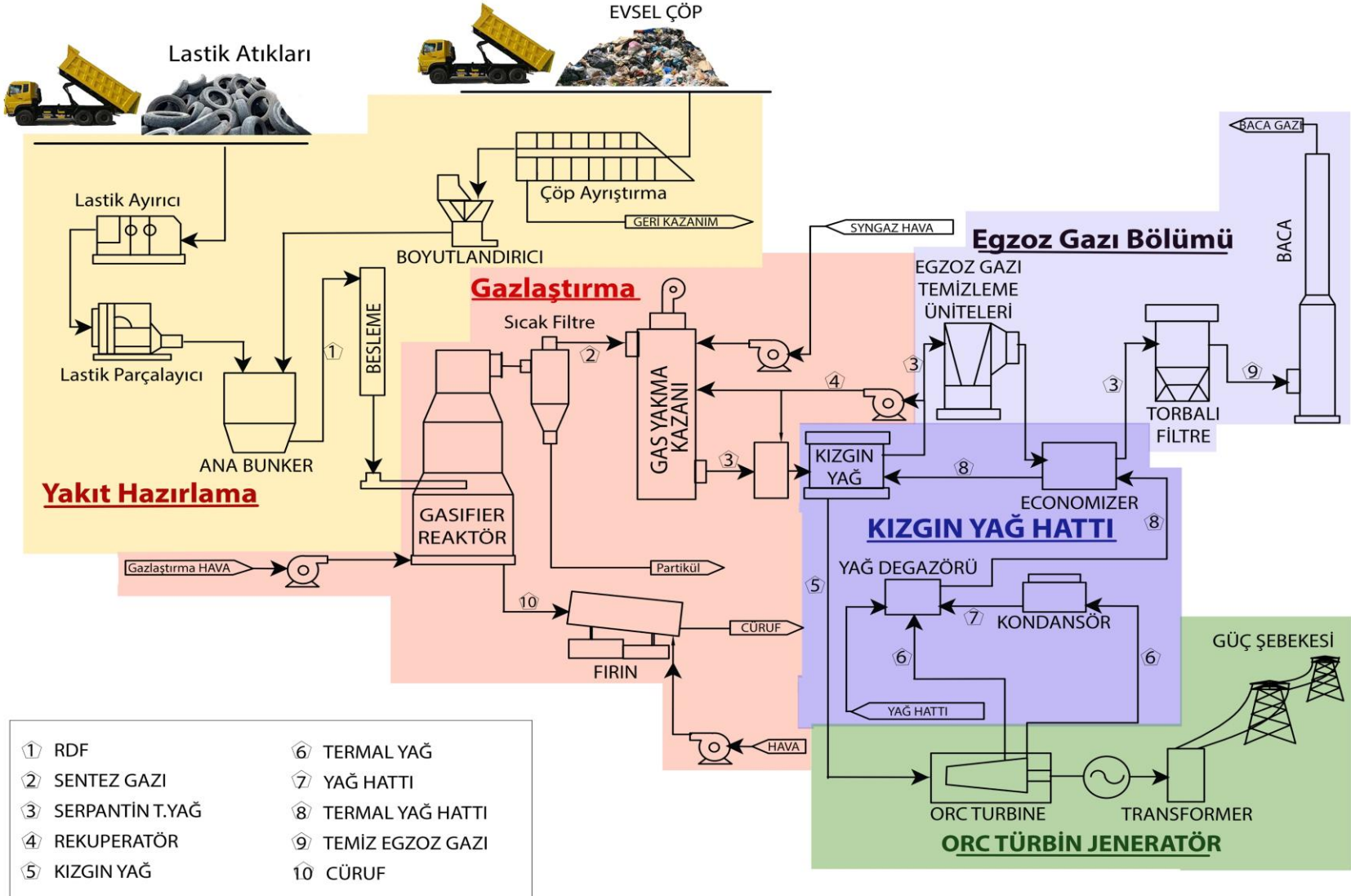
RDF Gazlaşma Döngüsü - CO₂ Nötür



Gazlaştırma-Motor Sistem Üniteleri



Atık Gazlaştırma Enerji Üretim Genel Hat Şeması



Atık Yakma ve Gazlaştırma Mukayese-I

	YAKMA	GAZLAŞTIRMA
TEMEL AVANTAJ	<ol style="list-style-type: none">1. Basit tasarım2. Uygulanmış teknoloji3. Farklı tedarikçilerden benzer tasarımlı büyük ölçekte sistemler elde edilebilir.	<ol style="list-style-type: none">1. Kompakt: 1-6 oranında hava kullanımdan dolayı çok daha küçük hacimli.2. Geri dönüşüm sistemlerine uygun ve tamalmayıcıdır.3. Üretilen sentez gazı temizlenip motorlarda veya turbinlerde kullanılabilir.4. Düşük NOx seviyesi5. Yüksek verimle çalışır
ANA BARIYER	<ol style="list-style-type: none">1. Fazla hava kullanılmasından dolayı çok büyük hacimlidir.2. Toplum tarafından istenmeyen düşük verimli bir berteraf teknolojisidir.3. Büyük hacimli eksoz gazından ucucu toksik küllerin ve ağır metallerin toplanması ve tehlikeli atık olarak depolanması gerekmektedir.	<ol style="list-style-type: none">1. Büyük ölçekte yapılamaz.2. Dikkatli ve düzgün tasarım gerekmektedir

Atık Yakma ve Gazlaştırma Mukayese- II

	YAKMA	GAZLAŞTIRMA
Toksik Salınımlar	<ol style="list-style-type: none">1. Oldukca mümkündür, karışık atıklarda düşük miktardadır.2. Yakmadan sonra kontrol etmek zorda olsa mümkündür.3. Dioksin taşıyan küllerin büyük hacimli eksoz gazından ayrıştırılması gerekmekte	<ol style="list-style-type: none">1. Mümkün değildir2. Olması halinde kontrol edilmesi oldukça kolaydır, yardımcı bir sisteme gereksinim duymadan.3. Şimdiye kadar Gazlaştırıcılarda tespit edilmemiştir
Yatırım ve İşletim Maliyetleri	<ol style="list-style-type: none">1. Yüksek Yatırım Maliyeti - Euro 10m/MWh2. Yüksek İşletim Maliyeti - Euro 84/MWh3. Yüksek Döküm Parası - Euro 150/ton4. Y.E. Kapsam Dışı5. 1 Ton - 420kWh	<ol style="list-style-type: none">1. Düşük Yatırım Maliyeti - Euro 5m/MWh2. Düşük İşletim Maliyeti - Euro 35/MWh3. Düşük Döküm Parası - Euro 30/ton4. Y.E. Kapsamında5. 1 Ton - 980kWh

Biokütleler ve Katı Atıklar

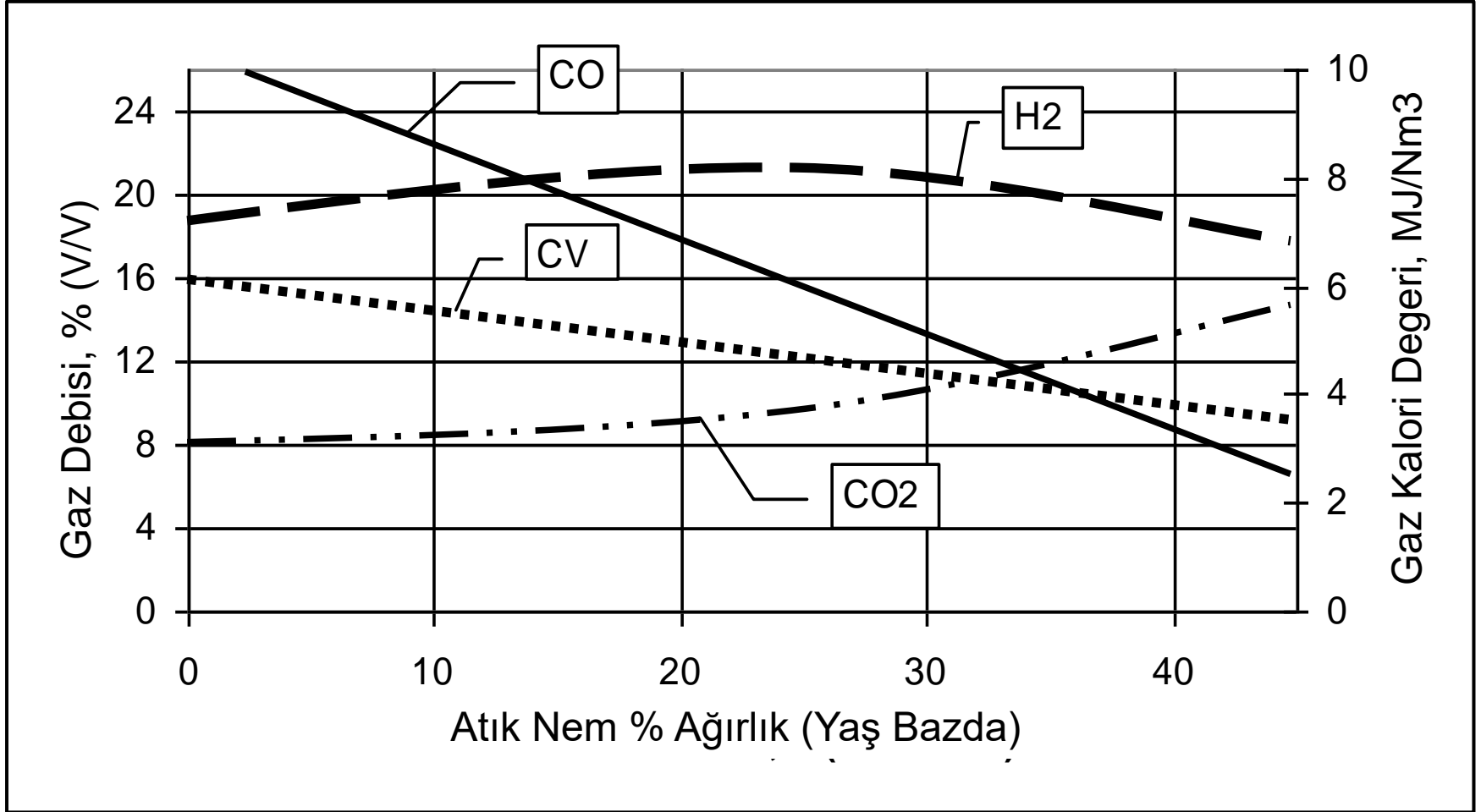
Katı Atıklar:

- Evsel Atıklar (RDF)
- Endüstriyel Atıklar
- Kanalizasyon Çamuru
- Orman Atıkları
- Deri Atıkları
- Kümes Atıkları
- Zirai Atıklar
- Kesimhane Atıkları

Biokütleler:

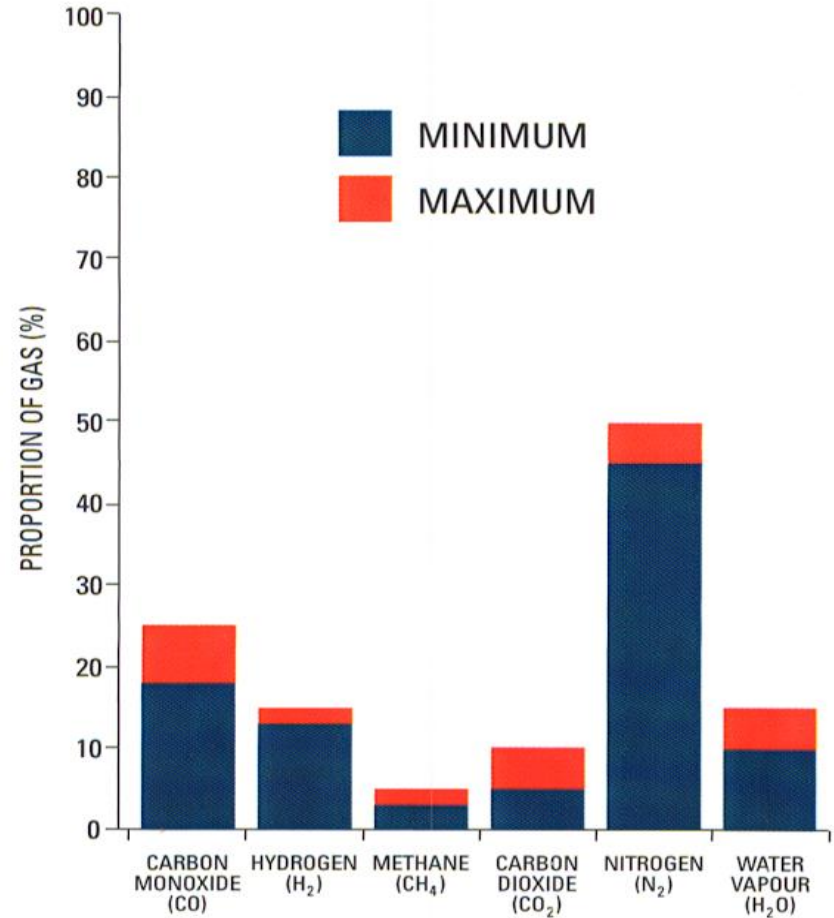
- Odun kıymıkları
- Şeker Kamışı
- Kanola Küspesi
- Zeytin Prinası
- Hint Cevizi Kabuğu
- Palmiye yağı Küspesi
- Pamuk Atıkları
- Fındık Kabukları

Yakıt Nemi vs Sentez gazı CV



Biokütle Gazlaştırmasında Kanıtlanan Olgular

- 1kg'dan (%20 nemli) 2.2-2.5 Nm³ syngaz üretimi.
- Soğuk ve temiz syngaz yoğunluğu 1.027 kg/Nm³.
- Syngaz kalori değeri 5 ila 6 MJ/Nm³ arasında.
- Gazlaştırıcının RDF tüketimi/üretimi yaklaşık olarak 1kg'dan 1kWh.el. + 2kWh.t olur.



GTU Biokütle Gazlaştırması Test Ünitesi



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-1:

Pilot Ölçekli Demo
Anglian Water PLC
Cambridge, UK
2001

Kapasite: 0.5 MWh el.

12 t/g Kuru Aritma Çamuru Gazlaştırma



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-2:

Ticari Ölçekli
Hasdal-Kemerburgaz
İstanbul, Türkiye
Tübitak-Teydep 2004
Kapasite: 1 MWh.el.

24 t/g RDF Gazlaştırma ve Syngaz Motoru

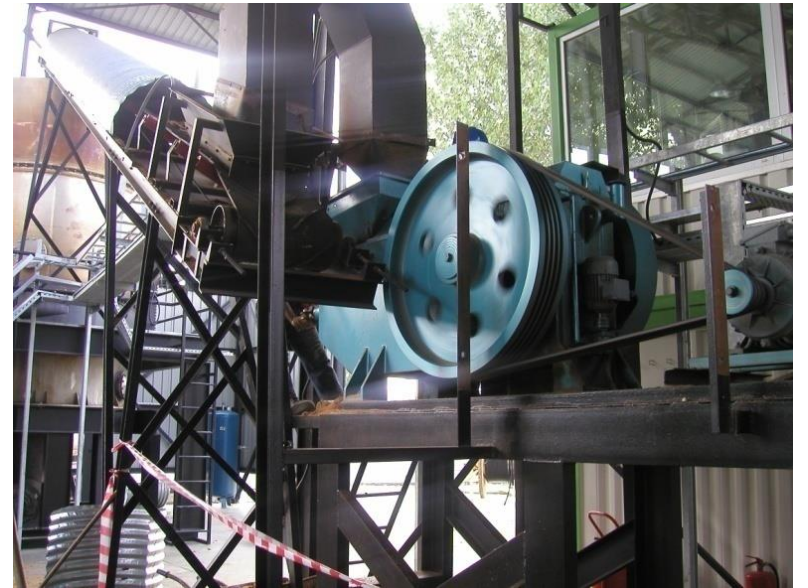


Gazlaştırma

Syngaz
Motoru

Dünyanın ilk RDF Gazlaştırma ve GE-J320 SynGaz Motoru-2004

MSW & RDF

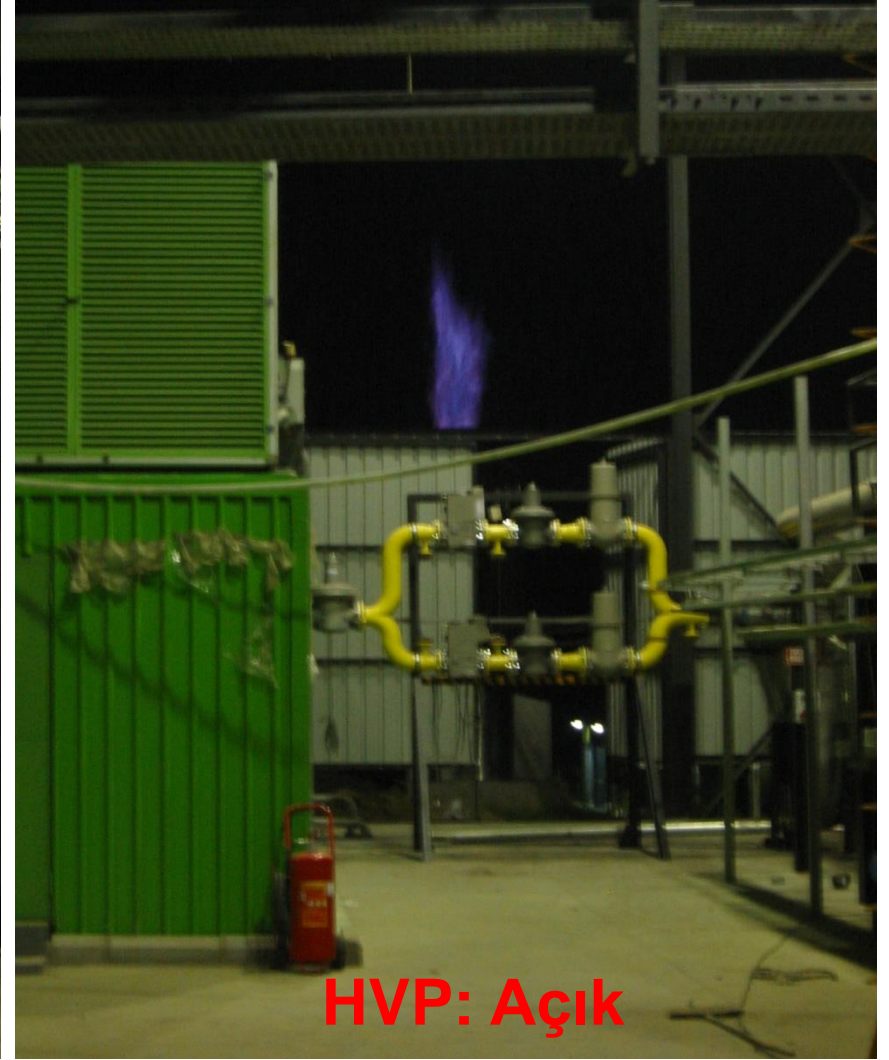


MSW Türetilen RDF Analizi (Proximate Analysis)

COMPONENT		RDF Pellet
Moisture	(% wt)	20
Fixed Carbon	(% wt)	12
Volatile Matter	(% wt)	55
Ash	(% wt)	13
Gross Calorific Value (MJ/kg)		19



Yeni Jenerasyon Syngaz Temizleme: HVP



RDF Gazlaştırma: Syngaz Analizi

Syngaz Kompozisyonu:

H₂ - 15%
CO - 20%
CH₄ - 5%
CO₂ - 10%
N₂ - 47%
H₂O - 3%
GCV - 5.5MJ/m³

RDF Syngaz Motor Eksoz Analizi

Parameter	Measured	WID Limits
Particulates mg/Nm ³	<5	10
TOC mg/Nm ³	<3	10
HCl mg/Nm ³	<5.6	10
HF mg/Nm ³	<0.45	1
SO ₂ mg/Nm ³	<38	50
NO _x mg/Nm ³	<240	400
CO mg/Nm ³	<30	Site Specific
Total Heavy Metals mg/Nm ³	<0.25	0.5
Hg mg/Nm ³	<0.01	0.05
Cd +Pb mg/Nm ³	<0.007	0.05
Dioxins & Furans ng/Nm ³	N/A	0.1

ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-3:

Ar-Ge Projesi

University of East Anglia (UEA)
Norwich, UK

Kapasite: 2 MWh.el.

UEA Biomass Gazlaştırma Üçlü-Jenerasyon (CCHP)

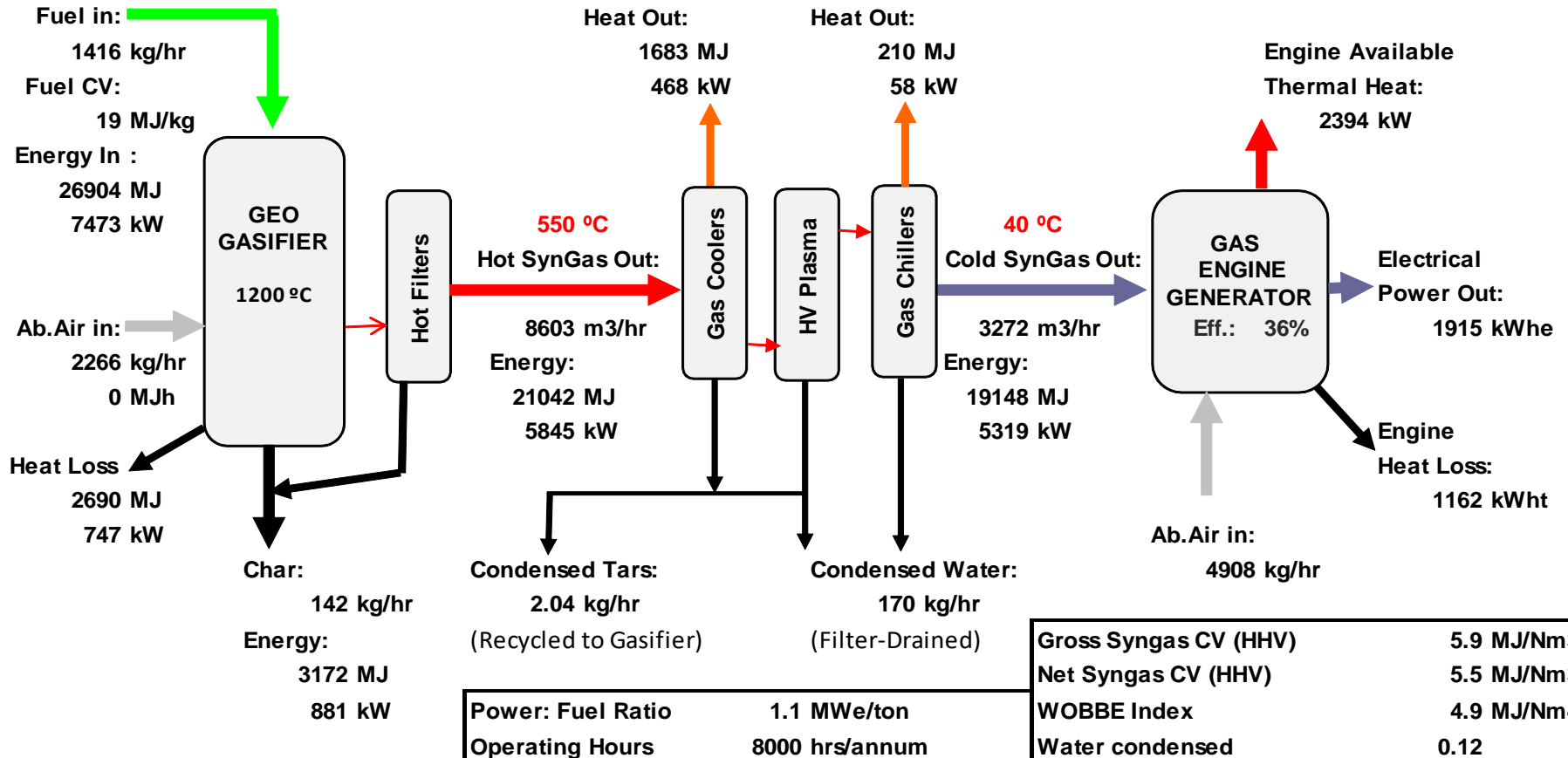


48 t/g Biomass Gazlaştırma Sistemi



Gazlaştırma Syngaz Motoru Kütle ve Enerji Diagramı

Moisture content	20 % w/w	Hot Gas Efficiency	75 %	SynGas:Fuel Ratio	2.2 m3/kg
Fuel CV (dry)	19 MJ/kg	Cold Gas Efficiency	68 %	Char:Fuel Ratio	0.1
Calculated Net CV	15 MJ/kg	Overall Heat Loss	10.00 %	Char CV	22.4 MJ/kg
Dry Feed Rate	1416 kg/hr	Wet Feed Rate	1770 kg/hr	Engine El. Efficiency	36 %



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-4:

Demo Projesi
Korean Environment Cooperation
Namwon, South Korea

Kapasite: 1.5 MWh.el.

30 t/d Waste RDF Gasification System



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-5:

Tübitak Teydep Projesi
Marmarabirlik
Bursa

Kapasite: 0.5 MWh.el.

Prina Biokütlesi Gazlaştırma ve ORC Turbin Sistemi



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-6:

Hayat Holding
KEAS Gebze
Teydep Projesi

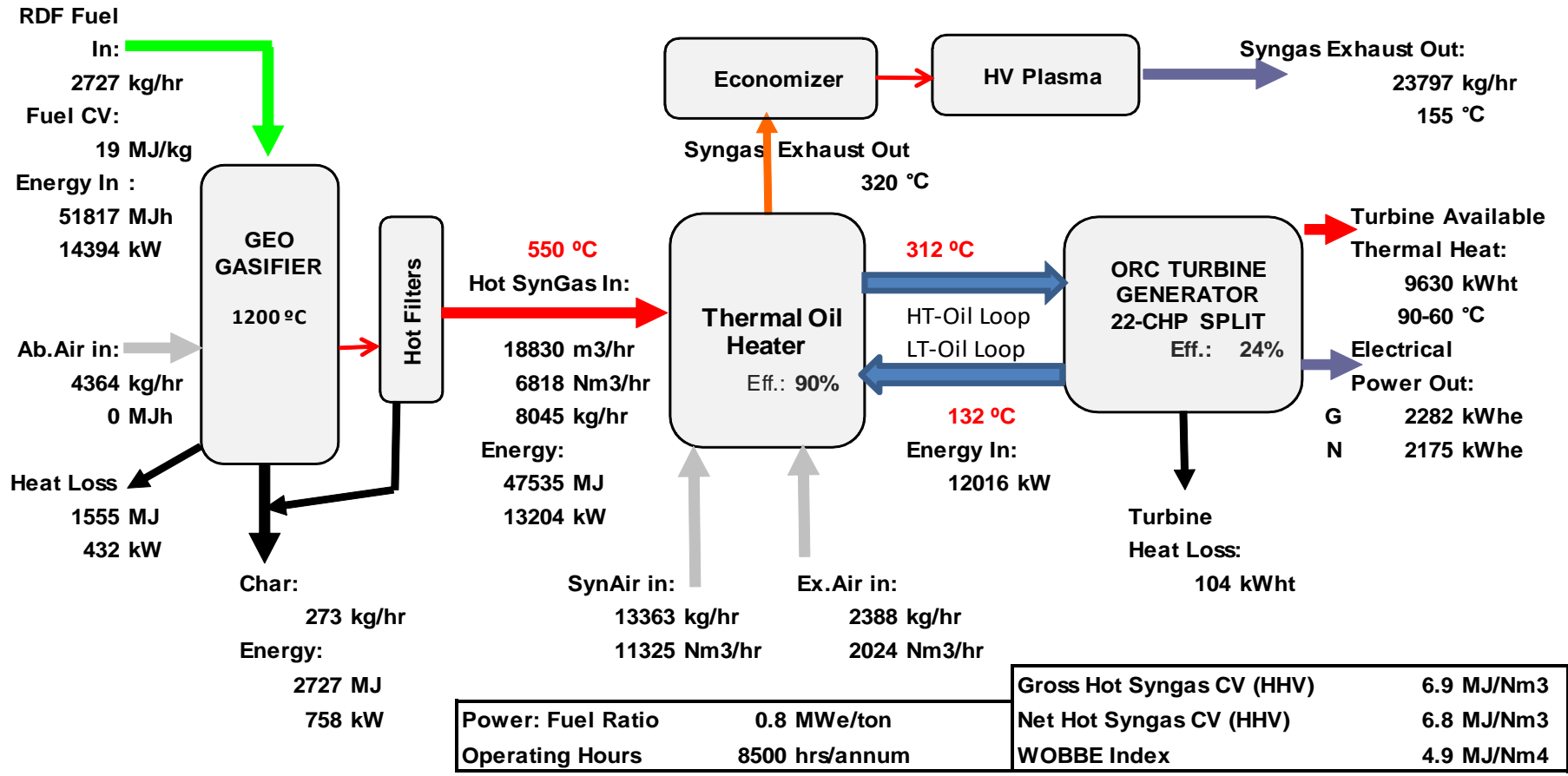
Kapasite: 2 MWh.el.

MDF Biokütlesi Gazlaştırma ve ORC Turbin Sistemi



Gazlaştırma-ORC Türbin Umulan Kütle ve Enerji Diagramı

Moisture content	20 % w/w	Hot Gas Efficiency	91.74 %	SynGas:Fuel Ratio	2.5 m3/kg
Fuel CV (dry)	19 MJ/kg	Cold Gas Efficiency	N/A %	Char:Fuel Ratio	0.1
Calculated Net CV	15 MJ/kg	Overall Heat Loss	8.26 %	Char CV	10 MJ/kg
Dry Feed Rate	2727 kg/hr	Wet Feed Rate	3409 kg/hr	Turbine El. Efficiency	24 %



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-7:

Bolu Tavuk Gübresi
Gazlaştırma

Kapasite: 2.5 MWh.el.

Bolu Tavuk Gbresi Gazlaştırma Tesisi



ENDUSTRİYEL UYGULAMALAR

Proje-8:

Trabzon-Rize
Çöp (RDF) Gazlaştırma

Kapasite: 12.8 MWh.el.

RDF Gazlaştırma Tesisi

