

Yakıcı Teknolojilerinde Son Gelişmeler

ONUR SALCI

ARALIK – 2023

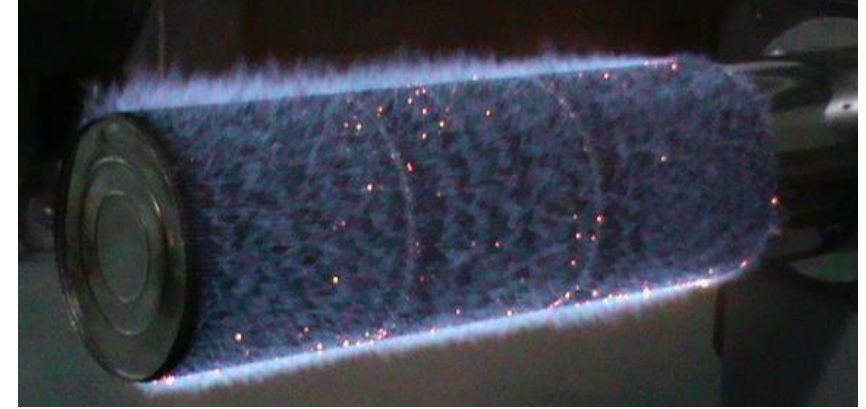
İSTANBUL

Verimli Yanma Teknolojileri

Verimli Yanma Teknolojileri

Verimli Yanma Özellikleri

- **Verimli yanma**, yakıtın ısıl değerinin en yüksek oranda ısıya dönüştürüldüğü yanma sürecidir.
- **Verimli yanma**, yakıt ekonomisi, verimsiz yanma sonucu oluşan kirletici emisyonlar, sistem ısıl verimi için önemlidir.



➤ Verimli yanmanın sağlanabilmesi için aşağıdaki önlemler alınabilir:

- ✓ Brülörlerin düzenli olarak bakımının yapılması,
- ✓ Yanma odasının temiz olması,
- ✓ Yakıt kalitesinin kontrol edilmesi,
- ✓ Yakıt ve hava oranının ayarlanması,
- ✓ Yanma sıcaklığının kontrol edilmesi olarak sıralanabilir.

Verimli Yanma Teknolojileri

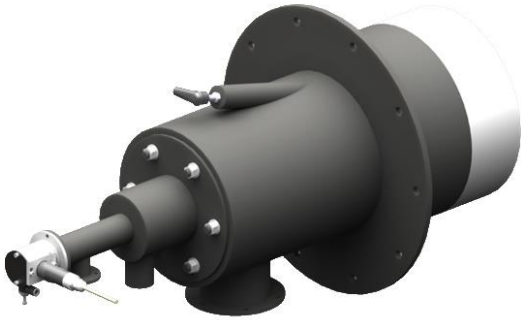
Verimli Yanma için Örnek Brülörler



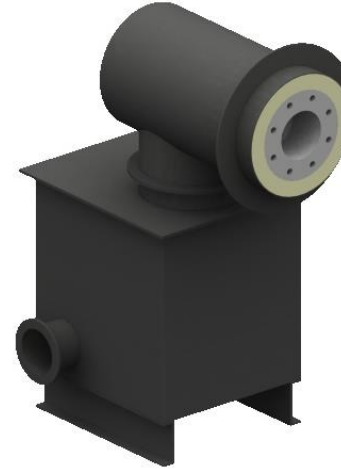
▪ Proses Brülörleri



▪ Reküperatif Brülörler



▪ Oksi Yakıt Brülörleri



▪ Rejeneratif Brülörler

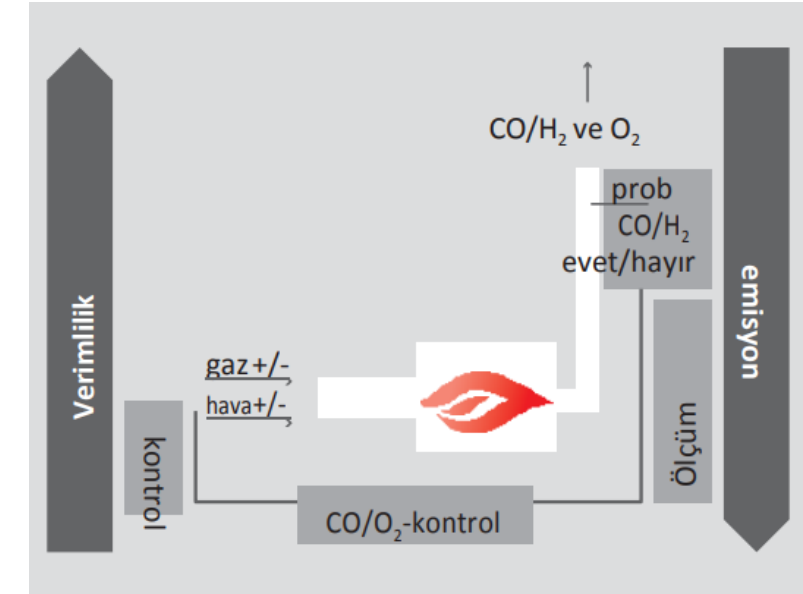
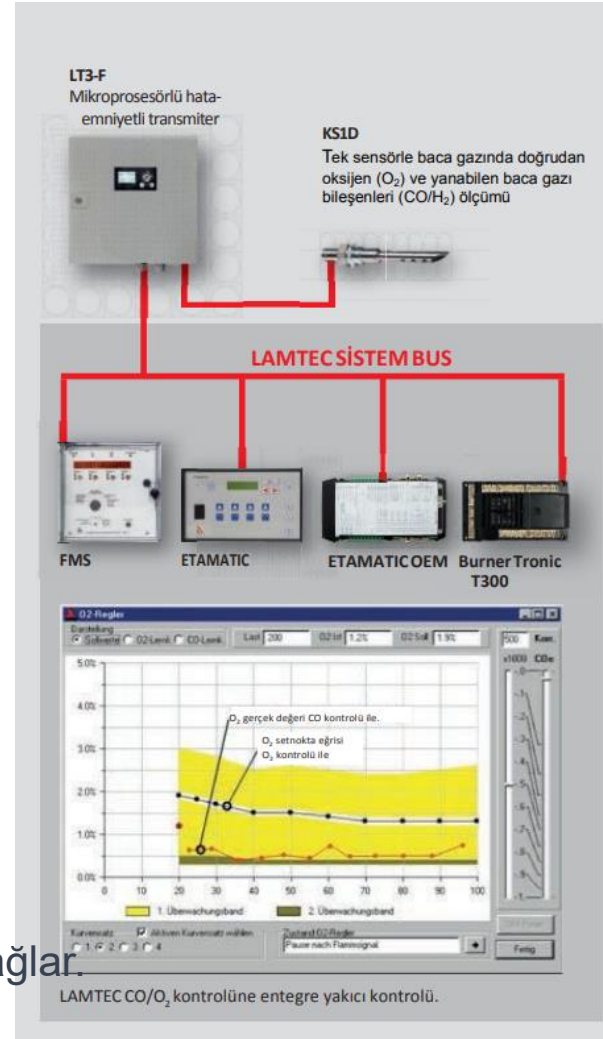
Verimli Yanma Teknolojileri

Yanma Verimi Arttırıcı Uygulamalar (CMS, O₂ / CO Trim, vs.)

Yanma Yönetim Sistemi (CMS)



- ✓ İşletmenin ihtiyacına göre brülör yönetimi,
- ✓ Kolay sistem entegrasyonu,
- ✓ O₂/ CO trim entegrasyonu,
- ✓ PID kontrol,
- ✓ Geniş konfigürasyon aralığı ile çalışma sağlar.



Azotoksit Emisyonları (NO_x) Azaltma Teknolojileri

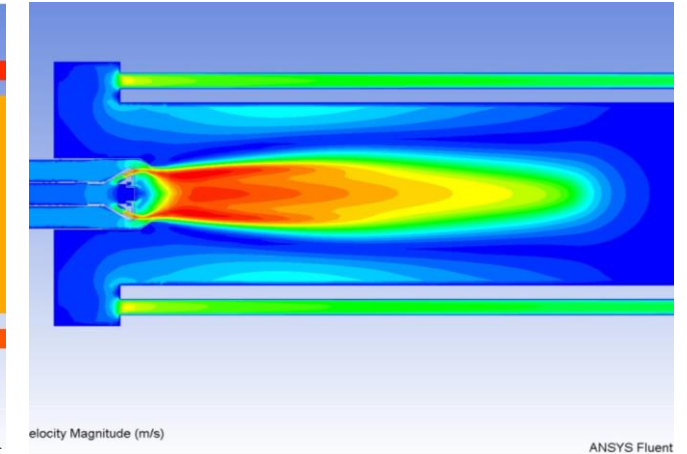
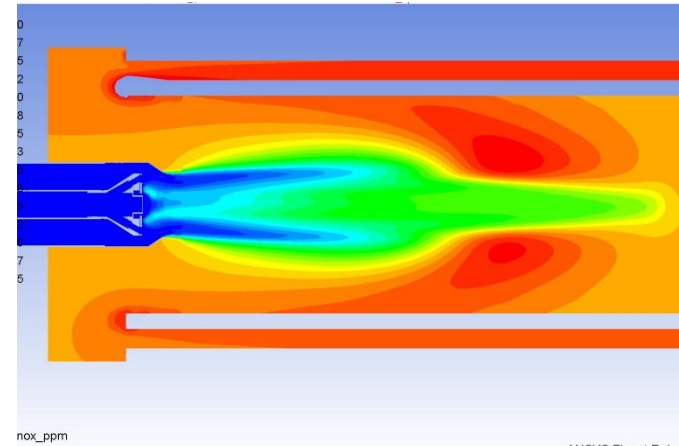
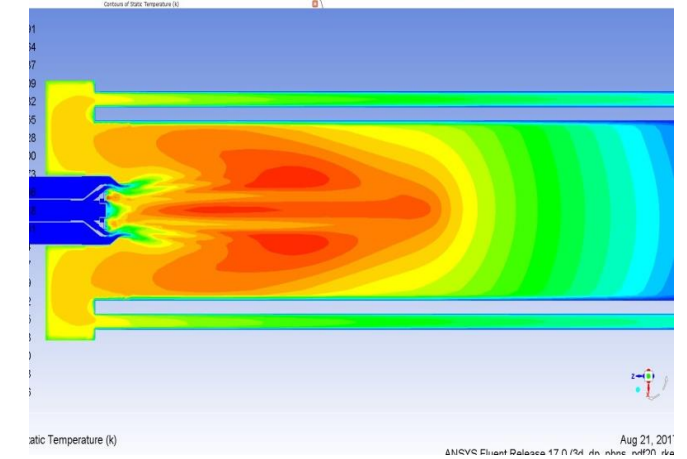
Azotoksit Emisyonları (NOx) Azaltma Teknolojileri

NOx Oluşum Mekanizmaları

NOx kirletici emisyonu genellikle aşağıda belirtilen 3 temel mekanizma ile oluşur.

Bu mekanizmalar NOx oluşma miktarı sırasına göre :

1. Isıl (Thermal) NOx Mekanizması (Zeldovich Mekanizması)
2. Ani (Prompt) NOx (Fenimore Mekanizması)
3. Yakıt (Fuel) NOx



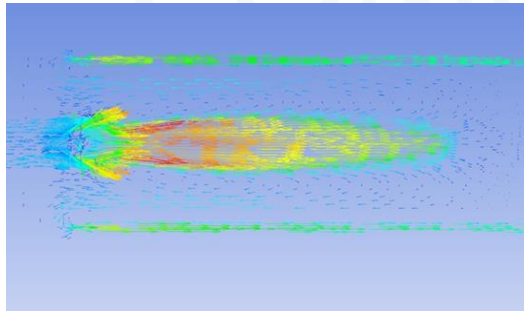
Azotoksit Emisyonları (NO_x) Azaltma Teknolojileri

NO_x Emisyonu Azaltma Teknolojileri

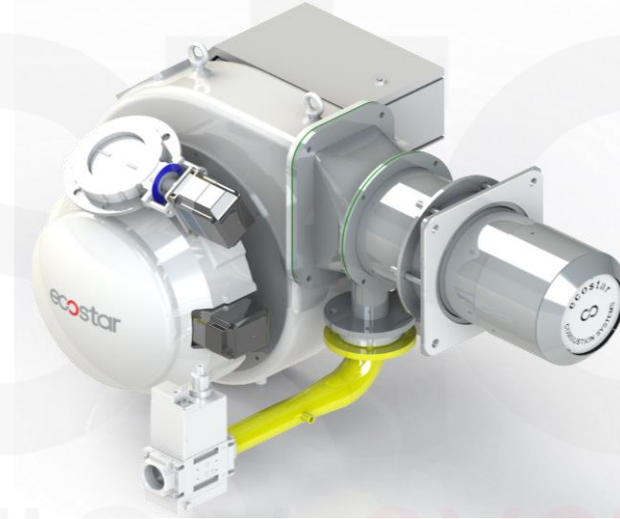
1. İçten Baca Gazı Resirkülasyonu (IFGR)



NG LNX Serisi



2. Harici Baca Gazı Resirkülasyonu (EFGR)



NG LNX (FGR) Serisi



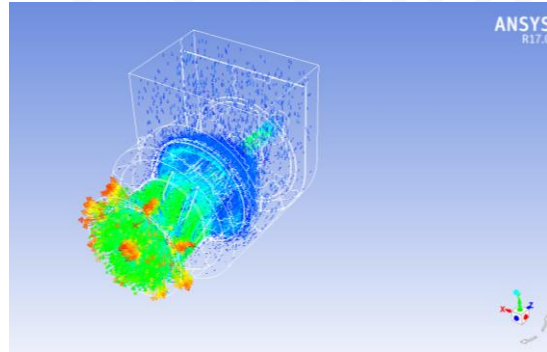
Azotoksit (NO, NOx) Emisyonu Azaltma Teknolojileri

NOx Emisyonu Azaltma Teknolojileri

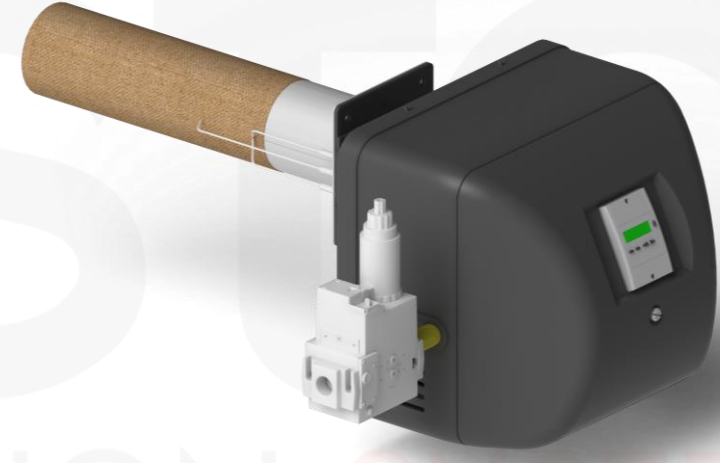
3. Kademeli Yanma (Staged Air / Fuel)



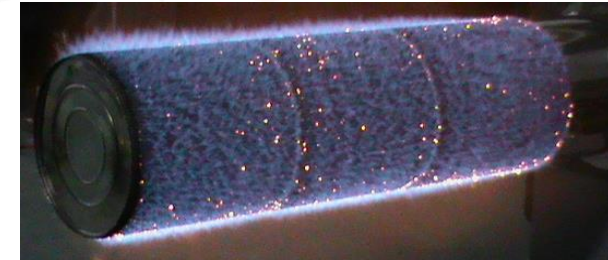
Termik Santral Start – Up Brülör Uygulaması (20 MW)



4. Ön Karışım Yanma (Premix Teknolojisi)



ECO PR ve PS Serileri

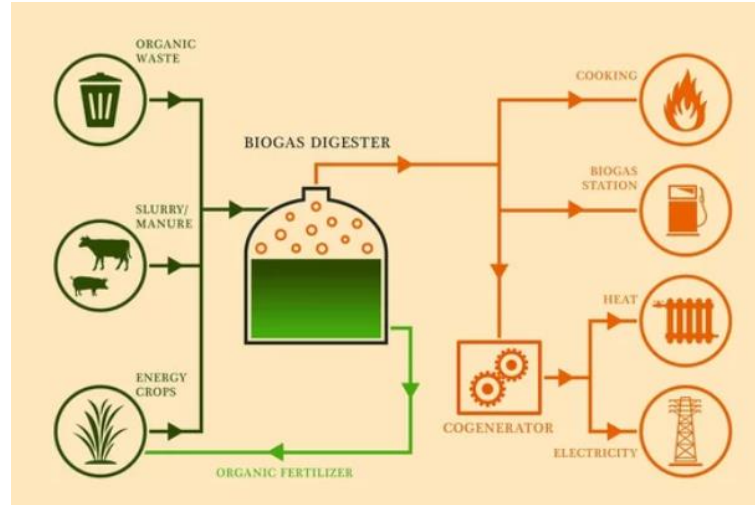
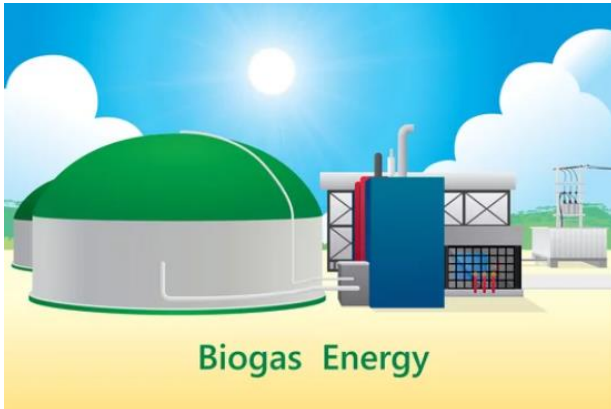


Alternatif Yakıtlar ve Yanma Uygulamaları

Alternatif Yakıtlar ve Yanma Uygulamaları

Alternatif Yakıtlar

- **Biyogaz**, organik atıkların anaerobik fermantasyonuyla üretilen bir gaz karışımıdır.
- Endüstriyel tesisler için iyi bir enerji depolama türüdür.
- Konvansiyonel fosil yakıtlarla dönüşümlü çalışarak, karıştırılarak veya aynı anda yakılarak proses ısı enerji dengesini korurlar.
- Konvansiyonel ve endüstriyel brülörlere adaptasyonları kolaydır.



Örnek Biyogaz yakıt analiz değerleri

Natural Gas		0
Air		0
Argon	A	0
Oxygen	O ₂	0,2
Nitrogen	N ₂	0
Water	H ₂ O	0,333
Carbon Dioxide	CO ₂	13,51
Carbon Monoxide	CO	0
Hydrogen Sulphide	H ₂ S	0,09
Hydrogen	H ₂	0,007
Methane (C1)	CH ₄	85,86
Ethane (C2)	C ₂ H ₆	0
Propane (C3)	C ₃ H ₈	0
iso-Butane (iC4)	I-C ₄ H ₁₀	0
n-Butane (nC4)	N-C ₄ H ₁₀	0
iso-Pentane (iC5)	I-C ₅ H ₁₂	0
n-Pentane (nC5)	N-C ₅ H ₁₂	0
Hexane (C6)	C ₆ H ₁₄	0

Alternatif Yakıtlar ve Yanma Uygulamaları

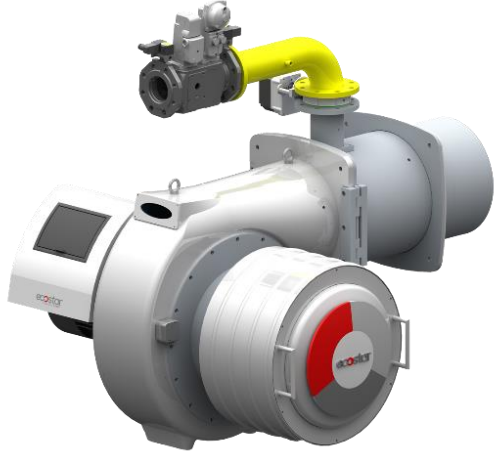
Alternatif Yakıtlar

- **Biyodizel**, bitkisel yağlar veya hayvansal yağlardan elde edilen bir biyoyakıttır.
- Endüstriyel tesisler için iyi bir enerji depolama türüdür.
- Konvansiyonel fosil yakıtlarla dönüşümlü çalışarak proses ısı enerji dengesini korurlar.
- Konvansiyonel ve endüstriyel brülörlere adaptasyon sağlayabilirler.
- Belirli sıcaklık ve basınçta parçalanarak yakılabilirler.
- Endüstride hava, buhar ve mekanik parçalamalı yanma sağlayabilirler.



Alternatif Yakıtlar ve Yanma Uygulamaları

Biyoyakıt ile Başlıca Yanma Uygulamaları



➤ Konvansiyonel Brülörler



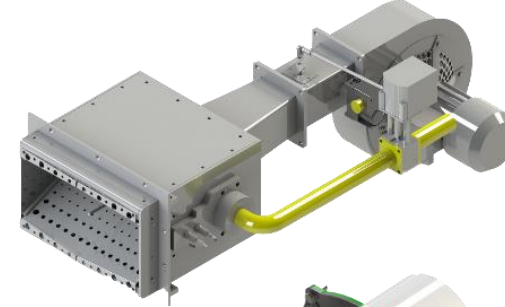
➤ Proses Brülörleri



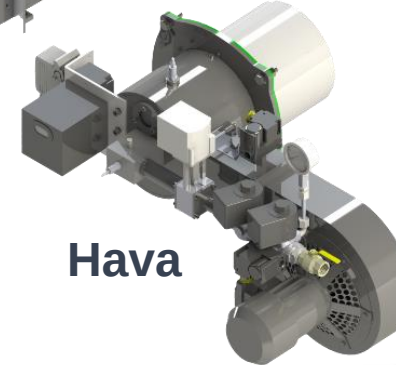
➤ Sıcak Jeneratörleri



➤ Endüstriyel Brülörler



➤ Kanal Brülörleri



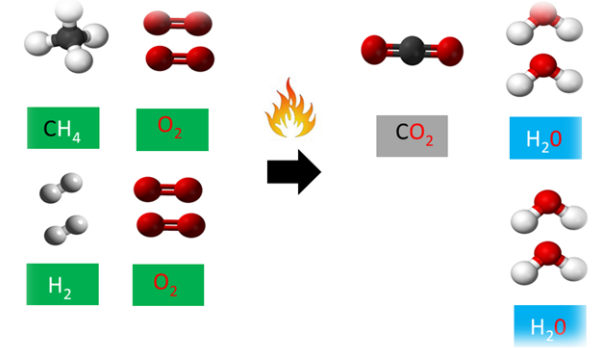
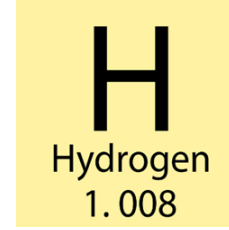
➤ Gazoram Brülörleri

Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

Hidrojen Gazı Yakıtının Temel Özellikleri

- Yanması sonucu toksik etki sağlamaz.
- Temiz ve çevreci yanma sağlar.
- Hidrokarbon yakıtlar ile yakılması sonucu **dekarbonizasyon** etkisine sahiptir.
- Hacimce en düşük, kütlece en yüksek ısı değere sahiptir.
- Eşsiz bir enerji taşıyıcısıdır.
- Ülkeler için yeni bir piyasadır.



Doğal gaz

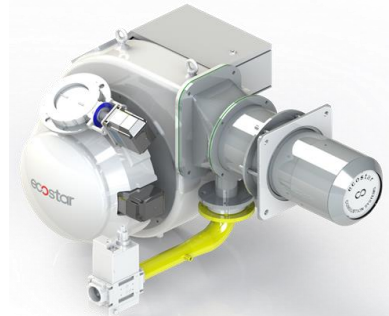
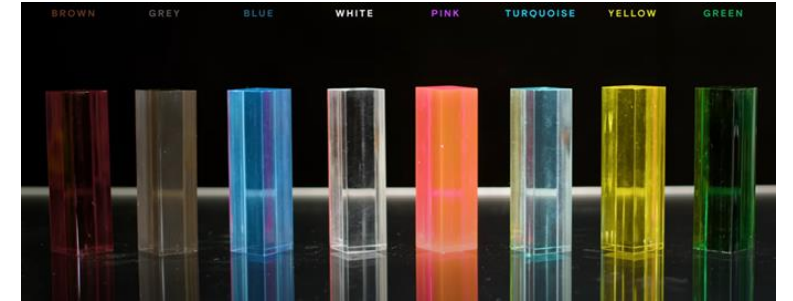
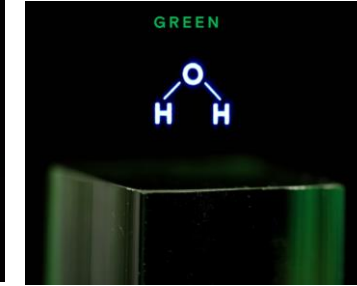
Saf H2

Dekarbonizasyon prosesi

Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

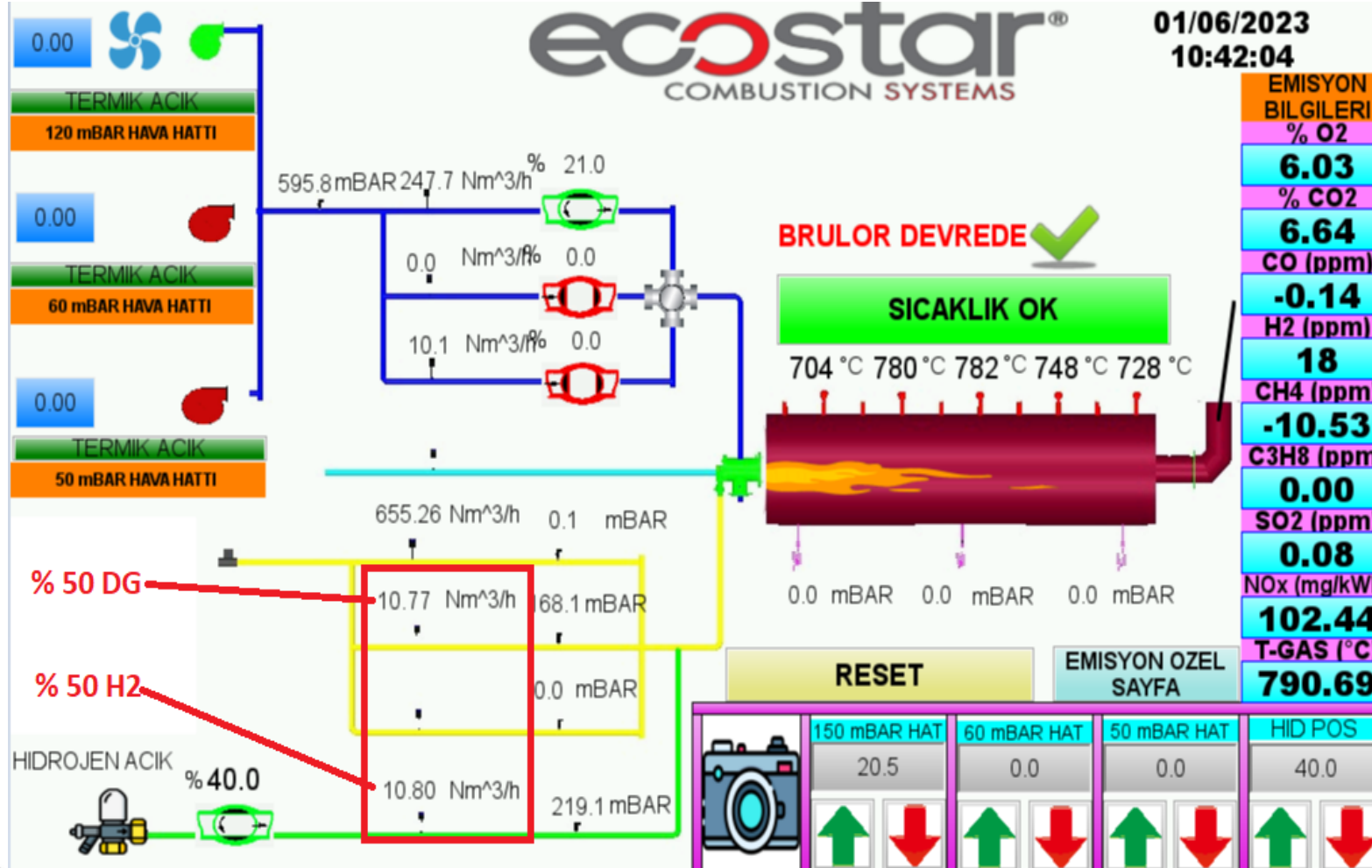
Hidrojen Gazı Yakıtının Temel Özellikleri

- Yakılabilirlik ve hidrojen korkusu,
- Çevre dostu üretim koşulları (Yeşil hidrojen, mavi hidrojen vs.)
- Altyapı problemleri,
- Üretim maliyetleri,
- Yüksek alev hızları (SL, ST),
- Termal NO_x problemleri.



Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

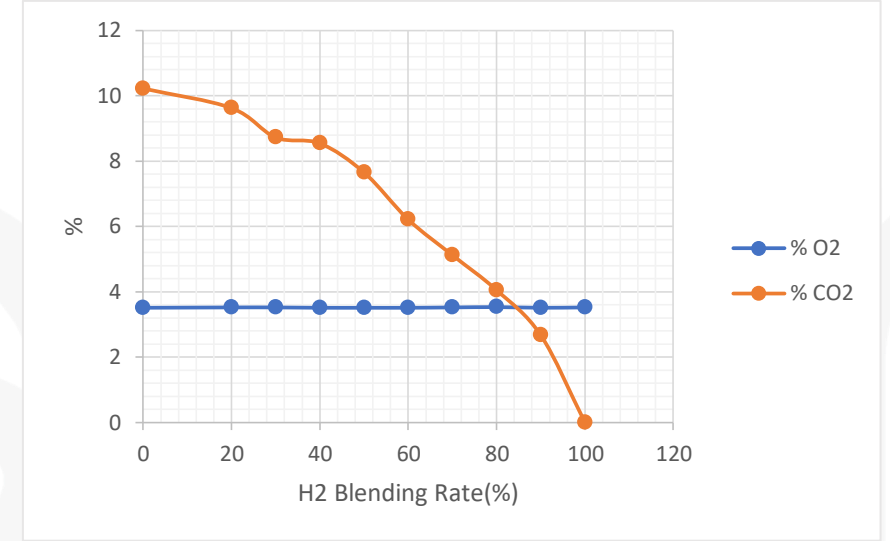
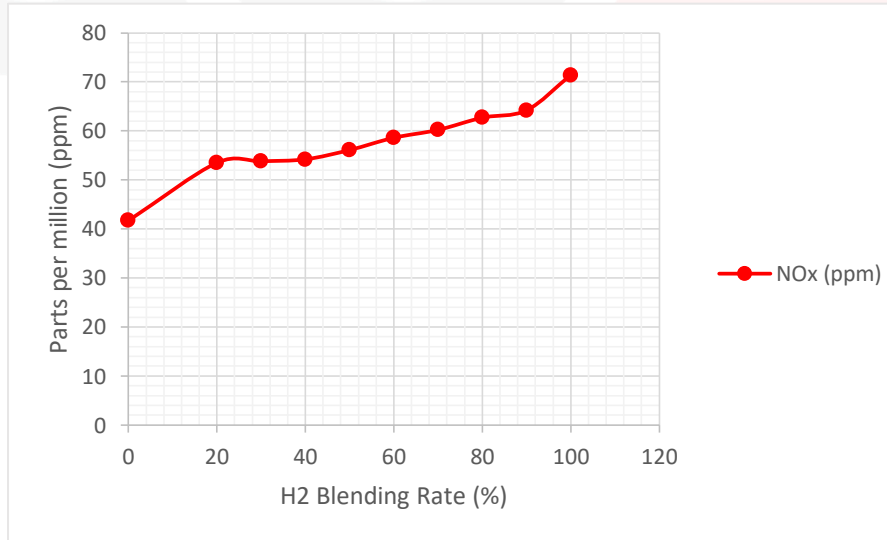
Hidrojen Gazı Doğal gaz Karışımı Yanma Deneyleri



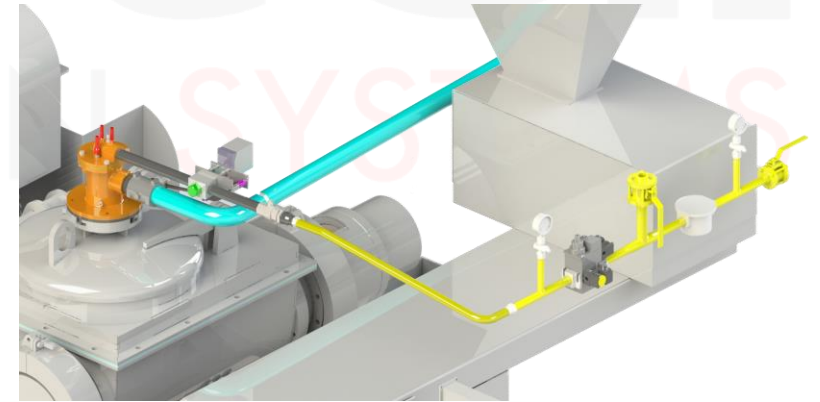
Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

Deneysel Sonuçlar

% DG	% H2	% O2	% CO2	NOx (ppm)
100	0	3,51	10,22	41,7
80	20	3,52	9,62	53,5
70	30	3,52	8,72	53,8
40	40	3,51	8,54	54,2
50	50	3,51	7,65	56,1
40	60	3,51	6,21	58,6
30	70	3,52	5,12	60,2
20	80	3,53	4,05	62,7
10	90	3,51	2,67	64,2
0	100	3,52	0	71,4



ECOSTAR FPB Serisi



Proses Brülörlerinde Dekarbonizasyon Uygulamaları

% 100 NG



% 50 NG + % 50 H2



% 20 NG + % 80 H2



% 100 H2



TEŞEKKÜRLER



Onur SALCI

Kıdemli Ar-Ge Mühendisi

Dr. Öğr. Makine Mühendisi

onur.salci@ecostar.com.tr

+90 0 542 346 21 26