


TRİJENERASYON
Uygulamaları ve Teknolojileri
25 Mayıs 2021, Salı 20:00/21:30

BUSİAD Enerji Kullanım Grubu
zoom
BUSİAD



Trijenerasyon

100 % Doğal Gaz → Kojenerasyon

%40 Elektrik → Teskiniz

%45 Sıcak Su → Teskiniz

%15 Durgunlaştırıcı Akış Isı → Soğuk Su → Teskiniz

Absorbtiflikli Çözümler

ÜÇLÜ ÜRETİM, ÇEVRESEL ETKİLER VE YENİ AKIMLAR

Prof. Dr. Birol Kılıkış, Fellow ASHRAE, Life Member



ASHRAE TC 7.4



SUNU KONULARI

- Tanım ve Tarifler
- Kojenerasyon (Birlikte Isı ve Güç) ve trijenerasyon (Üçlü Üretim) nedir?
- Enerjide Nitelik mi Nicelik mi?
- Dünya ve çevre bundan nasıl fayda sağlayabilir?
- Bu sistemden faydalanmak nasıl mümkündür?
- Çevresel ve enerji anlamında etkileri ve yararları nelerdir?
- Dünya'da yeni yaklaşımlar
- Sektörlere ve sektörel gelişimine baktığımızda hangi alanlarda daha öncü olabilir?

TANIM VE TARİFLER

- **Birlikte Üretim, BÜ** (Co-generation): Birlikte Üretim, tek bir yakıt girdisinden mekanik/elektrik gücü ve faydalı ısıya dayalı farklı enerji türlerini aynı tesis veya ünite de eş zamanlı olarak üretilen, tesis dışındaki tüketicilere, ölçerek, sürekli, sürdürülebilir, faydalı ve verimli bir şekilde sağlayan, ayrıca 2004/8/EC Yönergesi EK II deki koşulları yerine getiren üretimdir.
- **Birleşik Isı ve Güç, BIG*** (CHP): Birleşik Isı ve Güç, mekanik/elektrik güç ve ısı enerjisini kapsayan birlikte üretimdir.
- **Faydalı Isı, H_{CHP}** : Faydalı Isı, ekonomik talebi karşılamak üzere, birlikte üretim yöntemi ile üretilen ısı veya ısıya dayalı diğer enerji türlerinin toplamıdır. Birimi, kW·h dir.
- **Ekonomik Talep**: Ekonomik talep, tüketicinin gerçek işletme koşullarındaki ısıtma, soğutma, sıcak su gibi ısıya dayalı farklı enerji taleplerinin toplamını aşmayan, aştığı takdirde; aşan miktarın serbest piyasa koşullarında birlikte üretim dışındaki yöntemlerle karşılanacağı toplam enerji talebidir. Birimi, kW·h dir.

Birlikte üretim, tüketicinin ısıya dayalı tüm enerji yüklerinden daha fazla ısı üretiyorsa, bu fazlalık faydalı ısı sayılmaz. Faydalı ısının, faydalı amaçlara yönelik gerçek tüketici taleplerini karşılıyor olması gerekir.

- **En Uzak Mesafe, L** : En Uzak Mesafe, ekonomik ve teknik yönlerden, faydalı ısının uzaktaki bir tüketici alanına, ekonomik talepleri karşılamak üzere, kapalı devreli bir akışkan vasıtası ile taşınabileceği en uzak mesafedir. Birimi, km dir.

TANIM VE TARİFLER

- **Tesis Alanı:** Tesis Alanı, birlikte üretimin gerçekleştiği sahayı belirler.
Bu alanın dışına tüketiciye sağlanan tüm faydalı enerji ve güç bağlantıları çıkar.

- **Tüketici Alanı:** Tüketici Alanı, tüketildiği sahaları belirler.

- **Ölçü Alanı:** Ölçü Alanı, ölçü sağlandığı sahaları belirler.

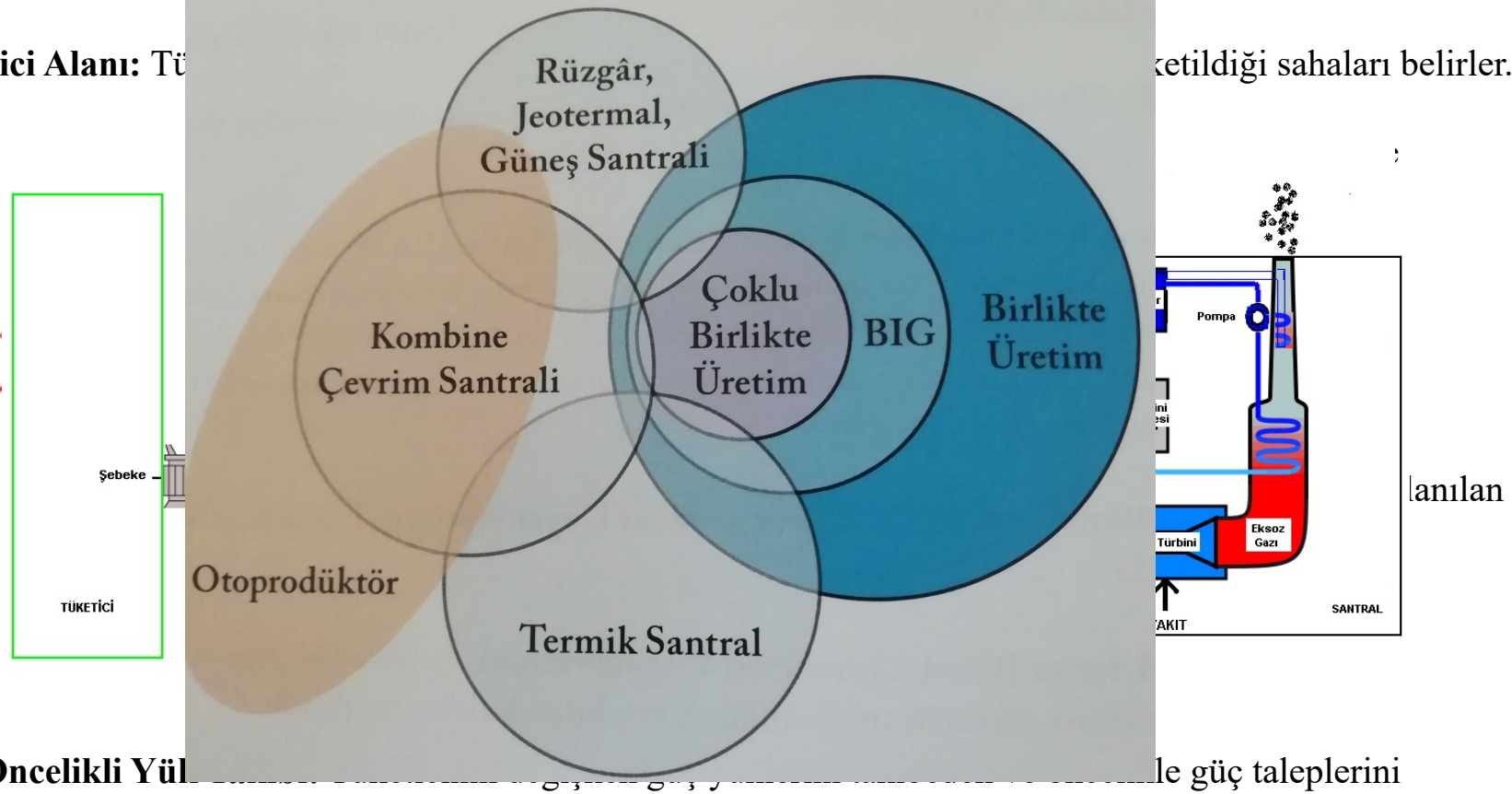
- **Sınır Alanı:** Sınır Alanı, sınırları belirler.

- **Güç Alanı:** Güç Alanı, güç birimlerini belirler.

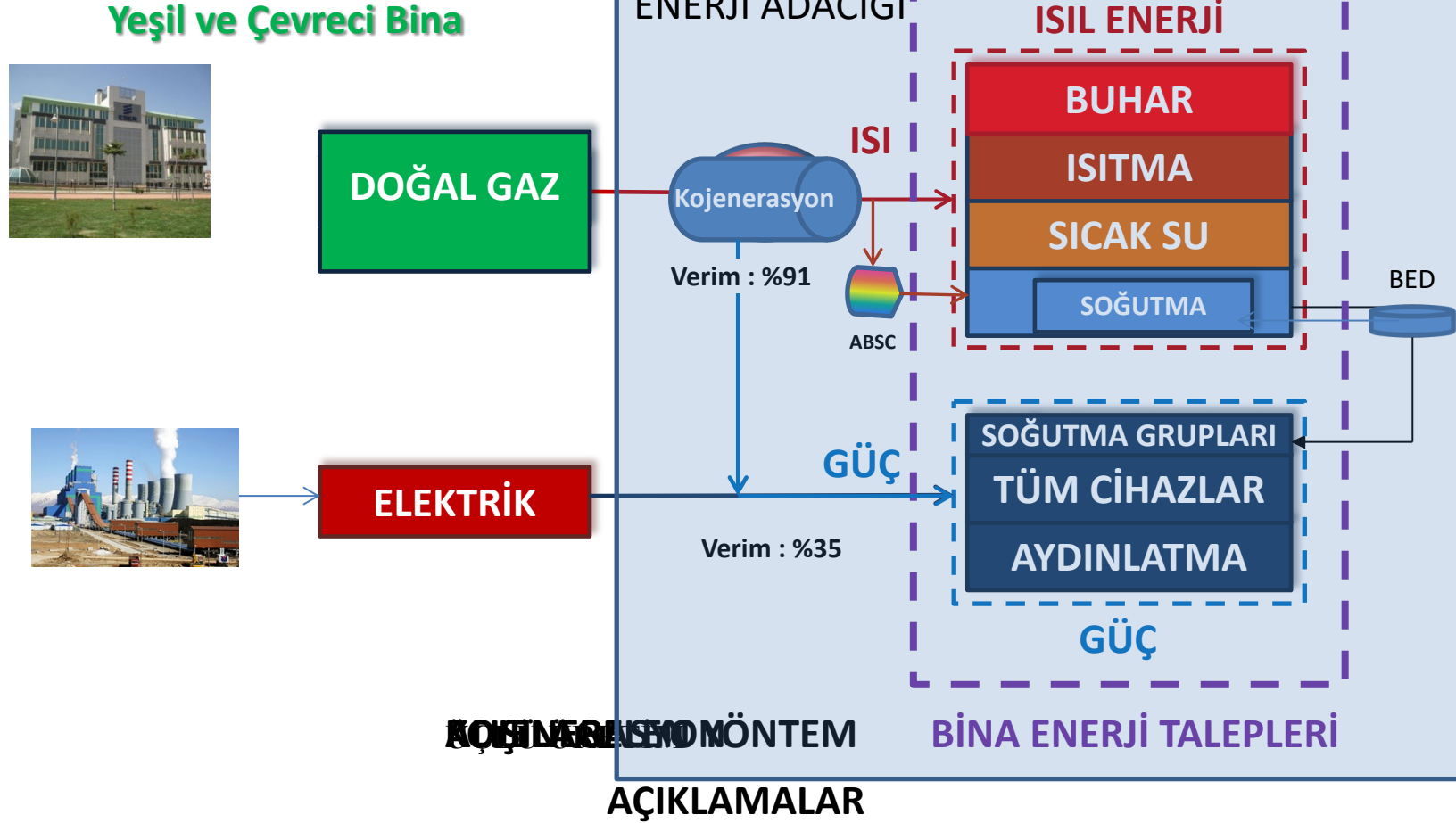
- **Faaliyet Alanı:** Faaliyet Alanı, faaliyet alanını belirler.

- **Güç Üretim Alanı:** Güç Üretim Alanı, güç üretim alanını belirler.

- **Güç Öncelikli Yükleme Alanı:** Güç Öncelikli Yükleme Alanı, güç taleplerini karşılayan yük takibidir.



YÜKSEK PERFORMANSLI BİNALARDA ÜÇLÜ ÜRETİM



Böyle bir bina kendi enerji adacığını oluşturur (**Örnek:** Katrina Felaketi).Trijenerasyon sisteminde özellikle yaz aylarında gereken soğutmanın kojenerasyon atık ısısının absorpsiyonlu soğutma makinesinde kullanılması ile karşılanır, sistemin yatırım maliyeti daha da hızlı geri döner. Soğutma için elektrik sarfiyatı çok azalır. Buz depolaması ile gece depolanan soğuk, gündüz kullanılarak soğutma pik yükleri ve ilk yatırım maliyeti daha da azalır. Böyle bir sistem yeni bir binada kendini yaklaşık üç yılda geri öder ve sonra da getiri sağlar. Ayrıca CO₂ salımlarındaki azaltma payı uluslararası piyasalarda satılabilir.

ENERJİDE NİTELİK Mİ NİCELİK Mİ ?

Referans Çevre Sıcaklığı

$$\text{EKSERJİ} = \left(1 - \frac{T_{ref}}{T_{source}}\right) \times \text{ENERJİ}$$

↑
NİTELİK

↑
NİCELİK

Kaynak Sıcaklığı

$$\Delta CO_2 \propto (1 - \psi_R)$$

AKILCI EKSERJİ
YÖNETİM VERİMİ

$$\psi_R = \frac{\varepsilon_{talep}}{\varepsilon_{arz}}$$



Kazan
 $\psi_R=0.06$



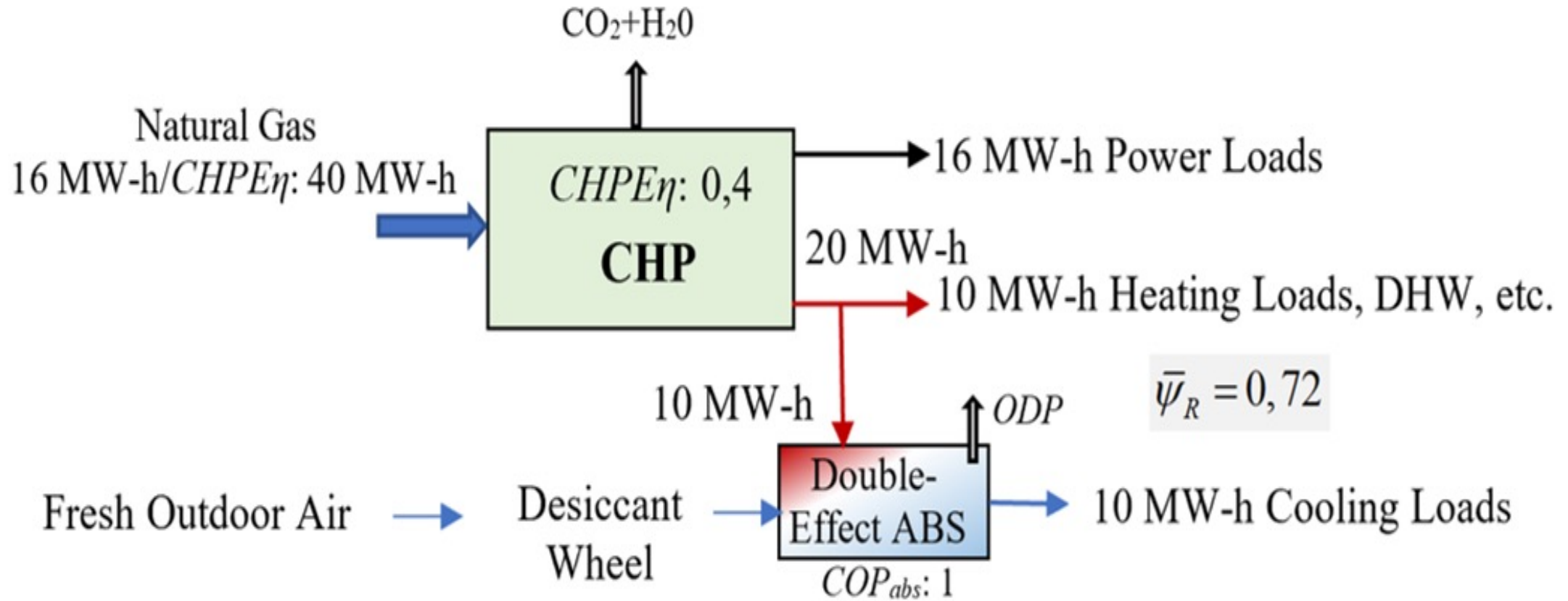
Beraber Isı ve Güç
 $\psi_R \geq 0.70$

$$\psi_R = 1 - \frac{\varepsilon_{yıkım}}{\varepsilon_{arz}}$$



Jeneratör
 $\psi_R=0.40$

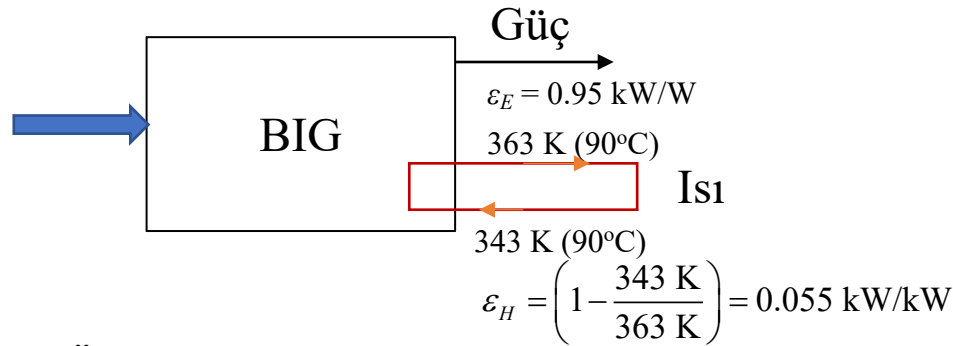
ÜÇLÜ ÜRETİM BAZI KOŞULLARDA RÜZGAR ENERJİSİ İLE BİLE BOY ÖLÇÜŞEBİLİR



BİRLİKTE ISI VE GÜÇ

Temel Senaryo
Toparlanma Endeksi: 1

Doğal Gaz
 $\varepsilon_f = 0.87 \text{ kW/W}$



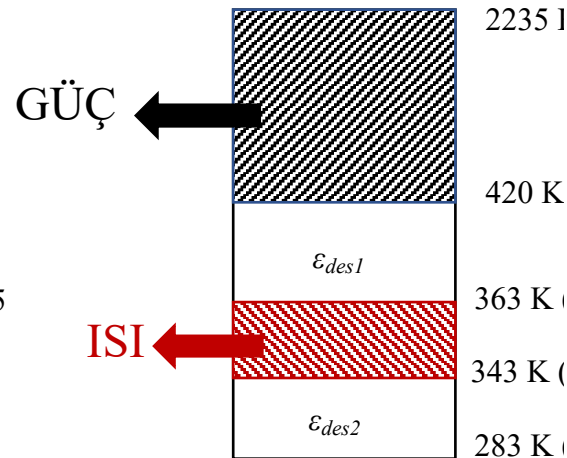
$$PES = \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.40}{0.52} + \frac{0.45}{0.85} \right) \cdot 0.65} \right] \times 100 = \%42$$

EU/2004/8/EC

Örnek Veriler

η_I	0.85
η_{II}	0.50
ψ_R	0.65

$$\psi_R = 1 - \frac{\sum_{i=1}^2 \varepsilon_{desi}}{\varepsilon_f} = 1 - \frac{\left(1 - \frac{363 \text{ K}}{420 \text{ K}}\right) + \left(1 - \frac{283 \text{ K}}{343 \text{ K}}\right)}{0.87} \approx 0.65$$



Exergy based performance analysis for sustainable building applications

Ekin Bingöl^{a,*}, Birol Kılıç^b, Cahit Eralp^c

^a Atılım University, Mechanical Engineering Department, Ankara, Turkey
^b Başkent University, Mechanical Engineering Department, Ankara, Turkey
^c METU, Mechanical Engineering Department, Ankara, Turkey

ARTICLE INFO

Article history:
Received 18 March 2011
Received in revised form 30 June 2011
Accepted 29 July 2011

Keywords:
Co-generation
Poly-generation
Combined heat and power
Energy analysis
Exergy analysis
Rational exergy management model
Internal combustion engine
Building applications

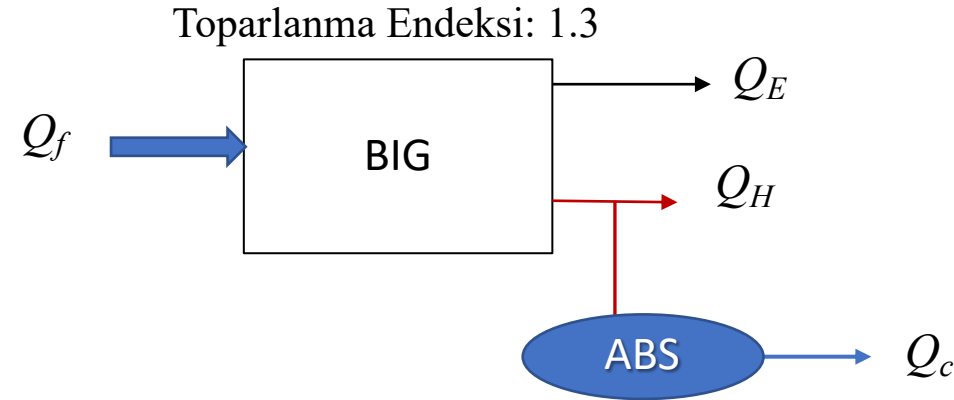
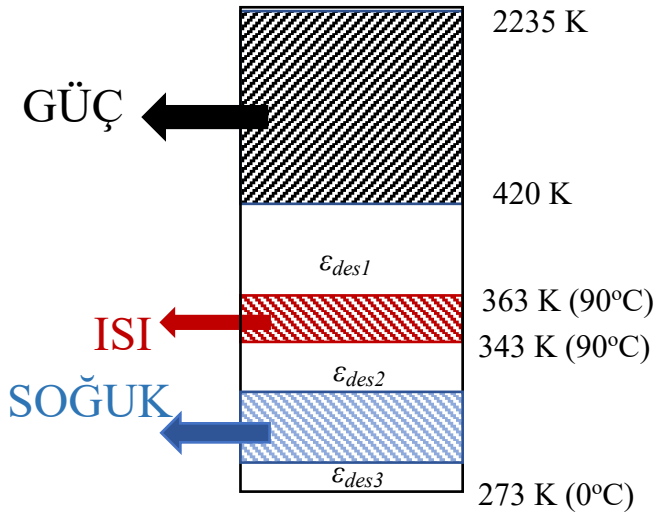
ABSTRACT

In this study, a Rational Exergy Management Model (REMM) is proposed for the performance analysis of combined heat and power (CHP) systems. The method is based on the Rational Exergy Management Model (REMM) and the Rational Exergy Management Model (REMM) is used to analyze the performance of CHP systems. The results show that the proposed method is more accurate than the conventional methods. The results show that the proposed method is more accurate than the conventional methods.



ÜÇLÜ ÜRETİM: TEMEL SENARYO

$$PES = \left[1 - \frac{1}{\left(\frac{0.40}{0.52} + \frac{0.30}{0.85} + \frac{0.25}{3} \right) \left(\frac{2-0.2}{2-0.55} \right)} \right] \times 100 = \%33$$



η_I	0.75
η_{II}	0.35
ψ_R	0.55

ISI, ISI OLARAK KALMALI

SOĞUTMA YÜKLERİ GİDEREK ARTIYOR

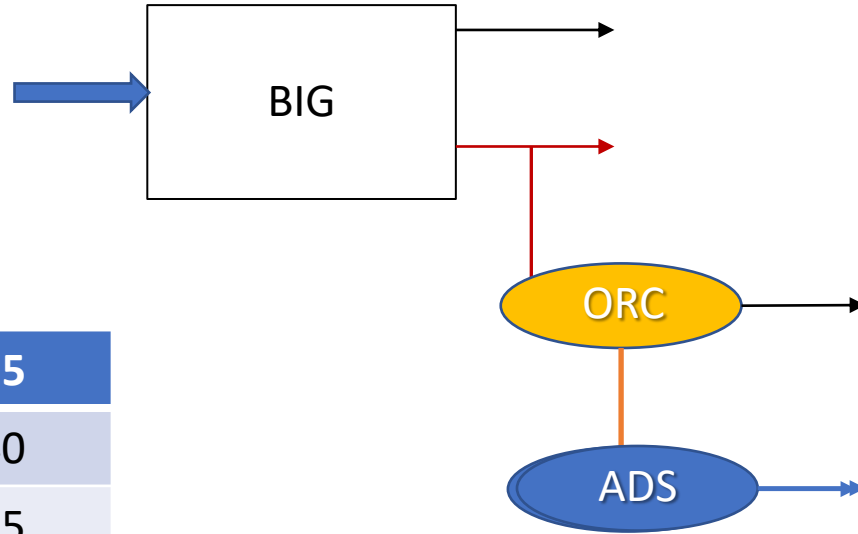
Demek ki Üçlü Üretime Talep Artıyor



Hunt J, Zakeri B, Nascimento A, Garnier B, Pereira M, Bellezoni R, de Assis Brasil Weber N, Smith Schneider P, et. al. .2020. High-velocity seawater air-conditioning with thermal energy storage and its operation with intermittent renewable energies. Energy Efficiency DOI: [10.1007/s12053-020-09905-0](https://doi.org/10.1007/s12053-020-09905-0).

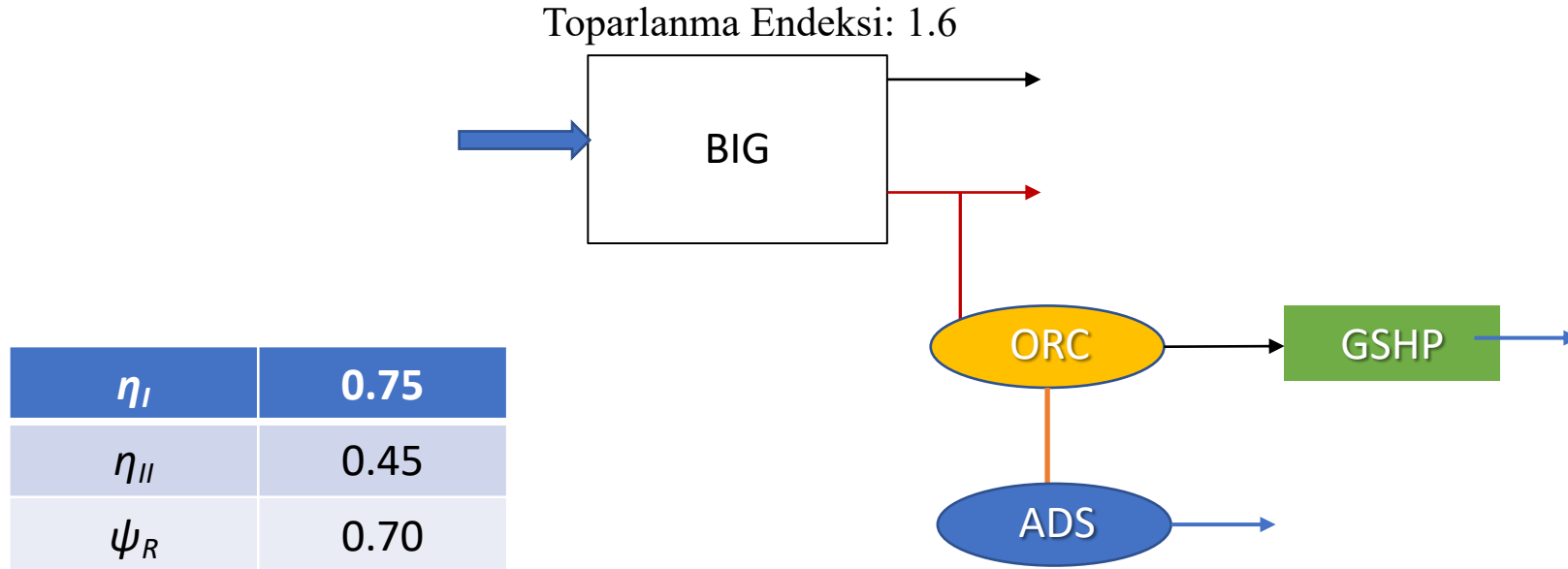
ÜÇLÜ ÜRETİM: ORC ve ADS

Toparlanma Endeksi: 1.4

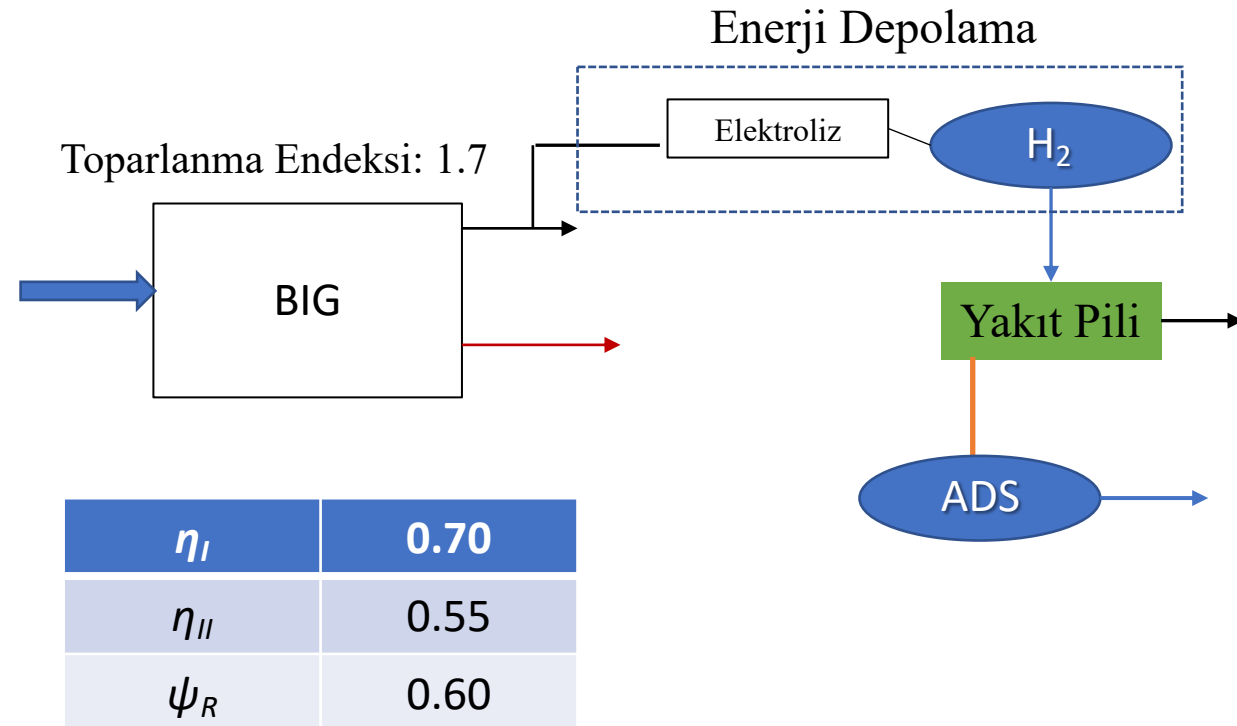


η_I	0.35
η_{II}	0.40
ψ_R	0.55

ÜÇLÜ ÜRETİM: ORC, GSHP ve ADS

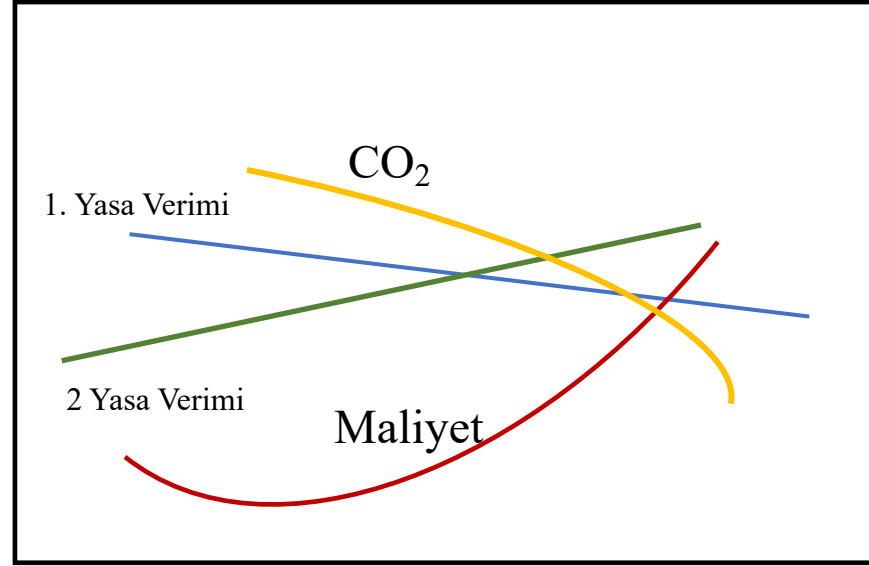


ÜÇLÜ ÜRETİM: HİDROJEN, YAKIT PİLİ ve ADS



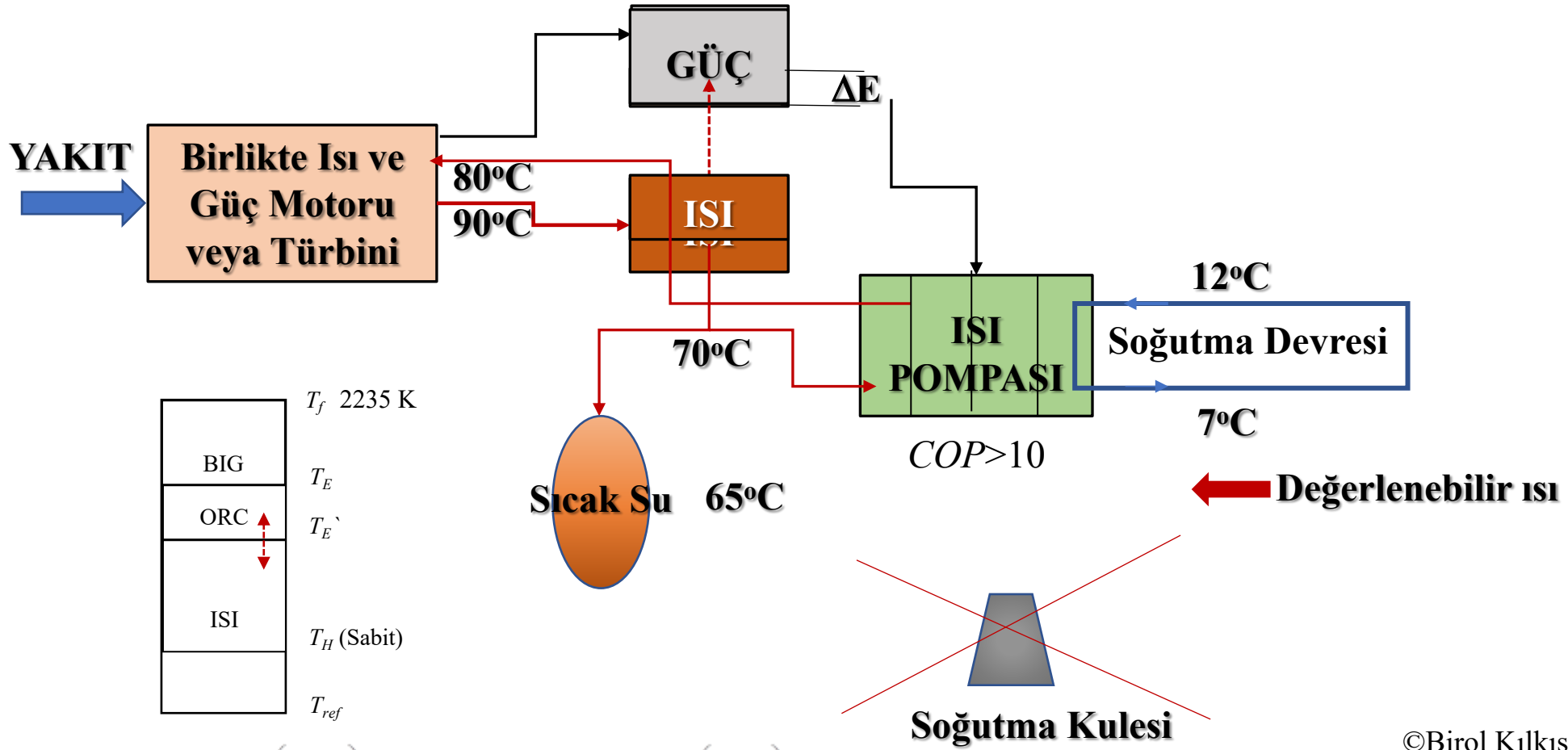
ÜÇLÜ ÜRETİM: HANGİSİ? KARARI SİZLER VERİN

Göreceli
Büyükükler



Toparlanma Endeksi

SOĞUTMADA DEĞİŞİK YÖNTEMLER ARAŞTIRILMALI

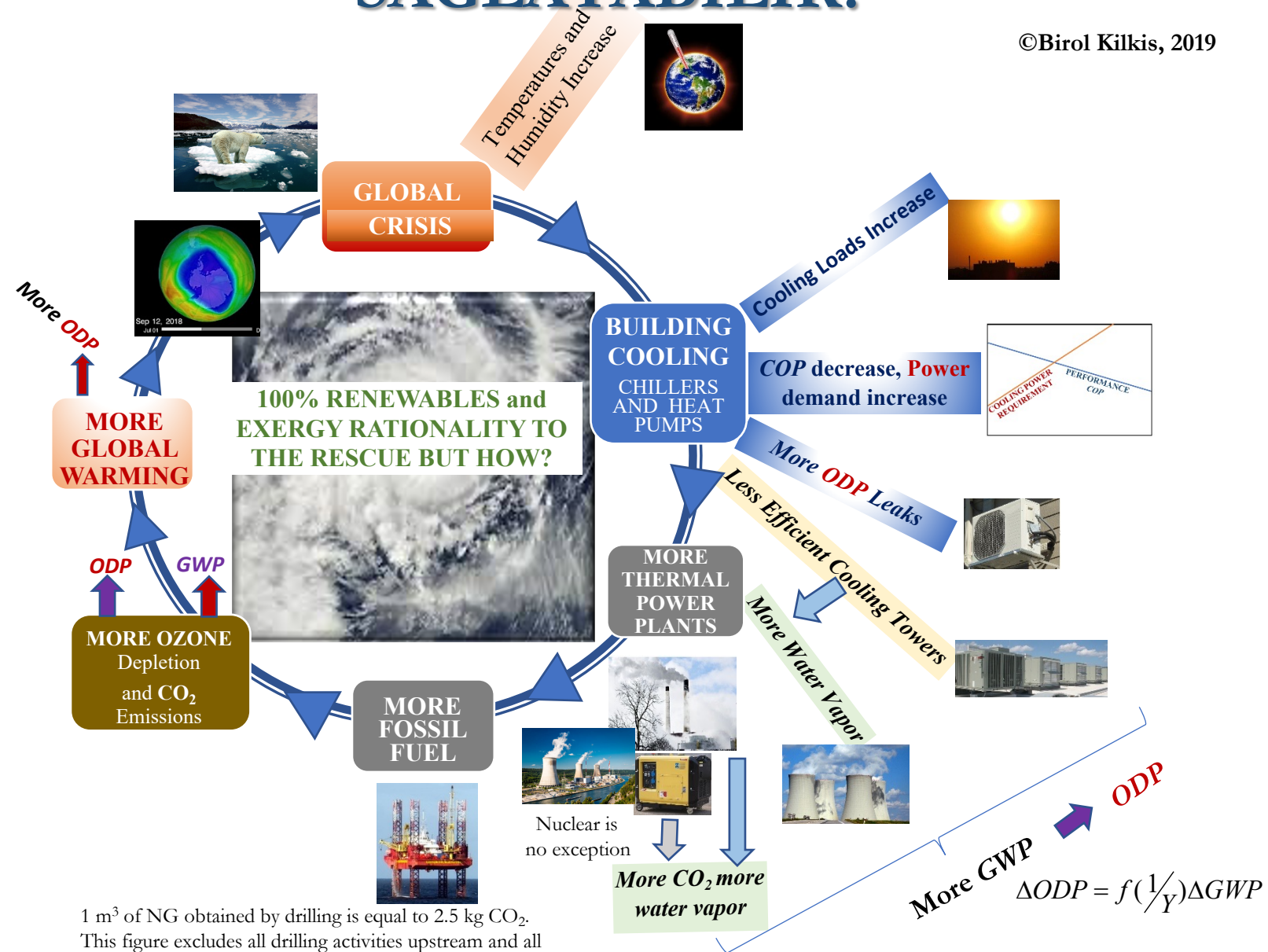


©Biol Kılıkış 2021

$$\left[\eta_{CHPE}(T_E') + \eta_{orc}(T_E') \right] \times 0.95 + (\eta_{CHPH}(T_E')) \left(1 - \frac{T_H}{T_E'} \right) > \eta_{CHPE}(T_E \times 0.95 + (\eta_{CHPH}(T_E)) \left(1 - \frac{T_H}{T_E} \right)$$

DÜNYA VE ÇEVRE BUNDAN NASIL FAYDA SAĞLAYABİLİR?

©Birol Kilkis, 2019



1 m³ of NG obtained by drilling is equal to 2.5 kg CO₂. This figure excludes all drilling activities upstream and all inefficiencies and exergy destructions downstream

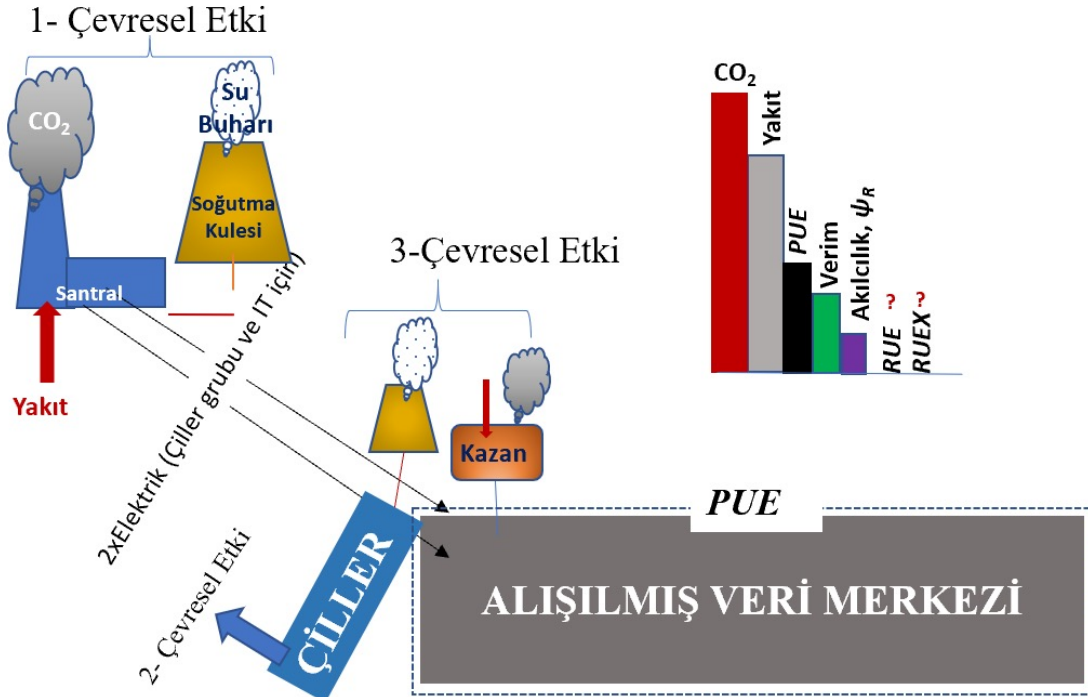
VERİ MERKEZLERİ İLE ENERJİNİN AYRILMAZLIĞI

Günümüz koşullarında enerji güvenliği ve sürdürülebilirlik en ön plana çıkmıştır. Enerjinin sadece niceliği değil niteliği de (Yararlı katma değer iş potansiyeli) büyük önem kazanmış ve bu olgu iklimsel ısınma ile örtüşmüştür. Enerjiyi yerinde ve çeşitli enerji kaynakları ile akılcı bir biçimde üretme, gerektiğinde depolama ve en akılcı biçimde değerlendirme vazgeçilmez bir koşullar yumağı olmuştur.

Gönümüzün veri merkezleri de bunların hiçbirinden muaf tutulamaz.

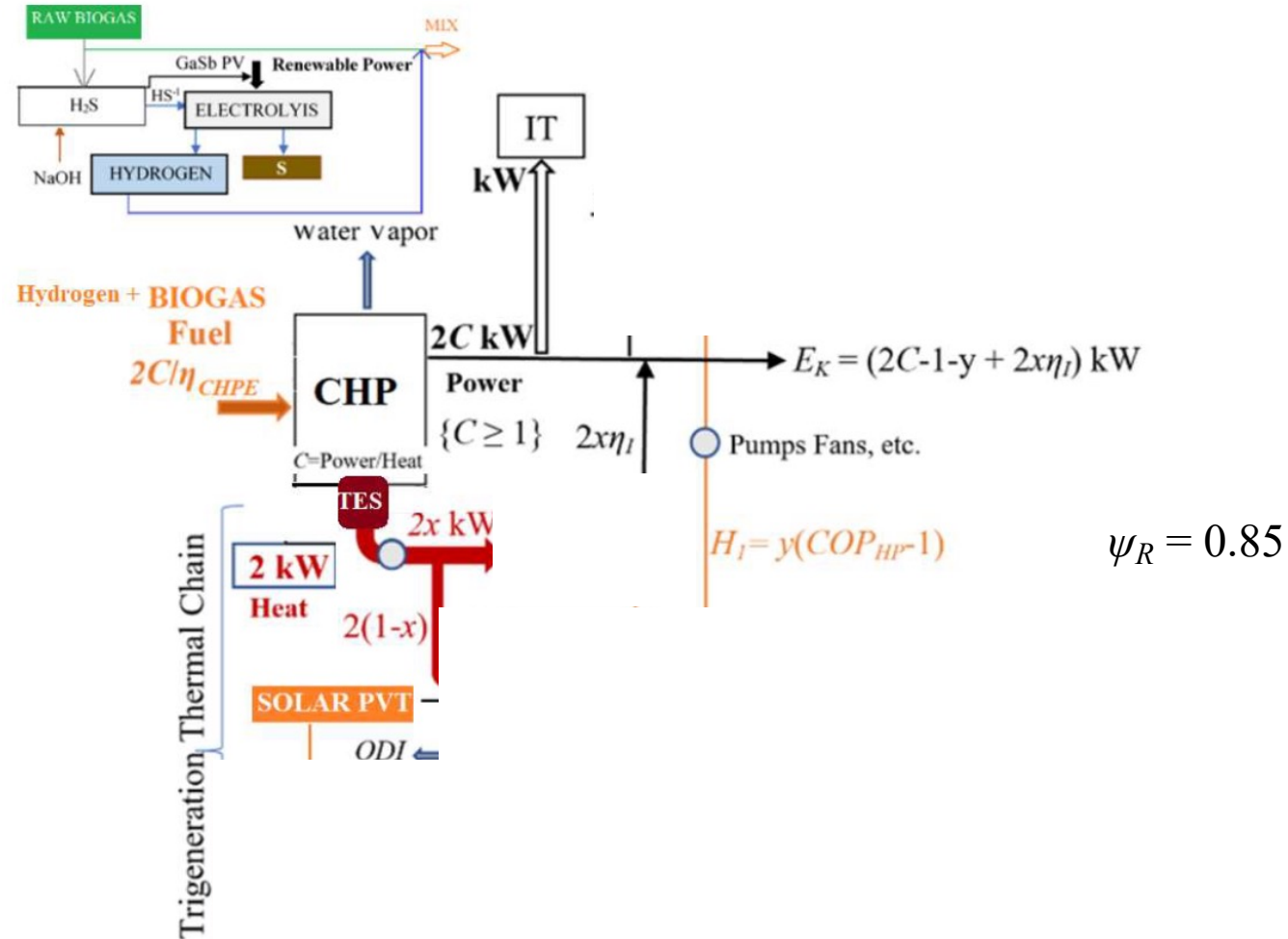
Yaşanmakta olan pandemi bile bize veri merkezlerine olan ihtiyacın ne kadar arttığını ve özellikle enerji güvenliği yanı sıra, enerji sistem ve cihazlarında yerellik ve çoğulculuğun ne kadar önemli olduğunu bir kez daha kanıtlamaktadır. Bilgi ve haberleşme artık en önemli ihtiyaç olmuştur ve veri merkezlerine büyük görevler düşmektedir.

Bu konuların hepsinde mevcut veri merkezleri zamanın gerisinde kalmıştır:



Alışılmış veri merkezlerindeki modülerite anlayışı; sistemin de-monte olarak taşınabilmesi, gerektiğinde eklenebilir veya çıkarılabilir biçimde yerinde kolayca kurulabilmesi, hazır su, elektrik, ve soğutucu akışkan bağlantılarının yapılmasından ibarettir. Elektrik, soğutucu akışkan, sıcak su nerede, nasıl üretilmiş, veri merkezine nasıl taşınmış, hangi enerji kaynakları kullanılmış gibi çok önemli soruları umursamaz bile. Bu tür veri merkezlerinde olayın arka planı adeta hiç yoktur ve kendileri için önemli olan tek şey PUE yani bir kW IT sisteminin soğutulması için kaç kW güç gerekmektedir onu önemser ve onun için yarışır.

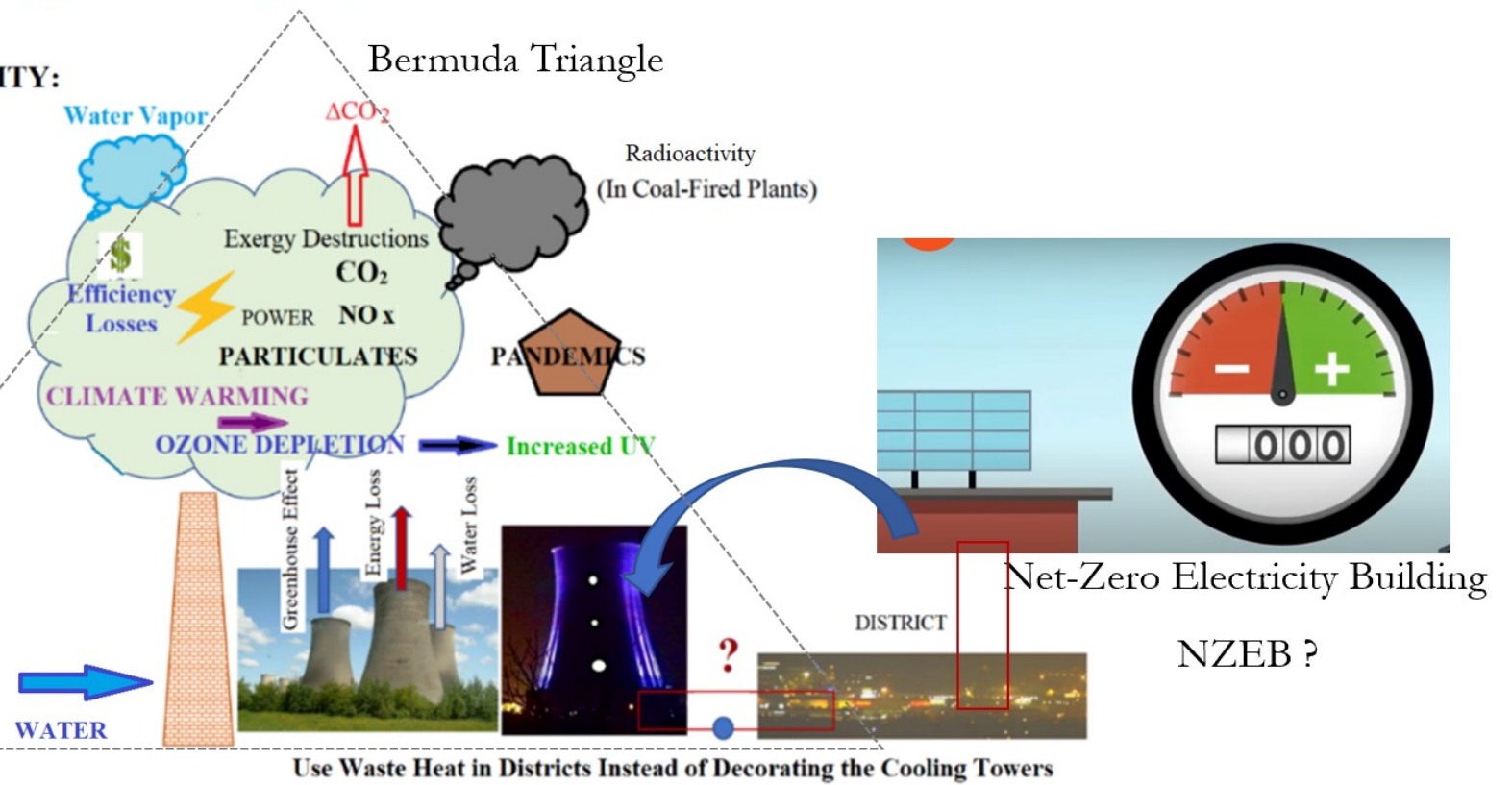
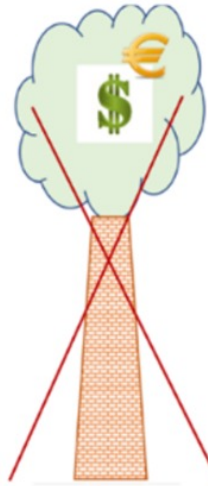
YENİLİKÇİ VERİ MERKEZİ

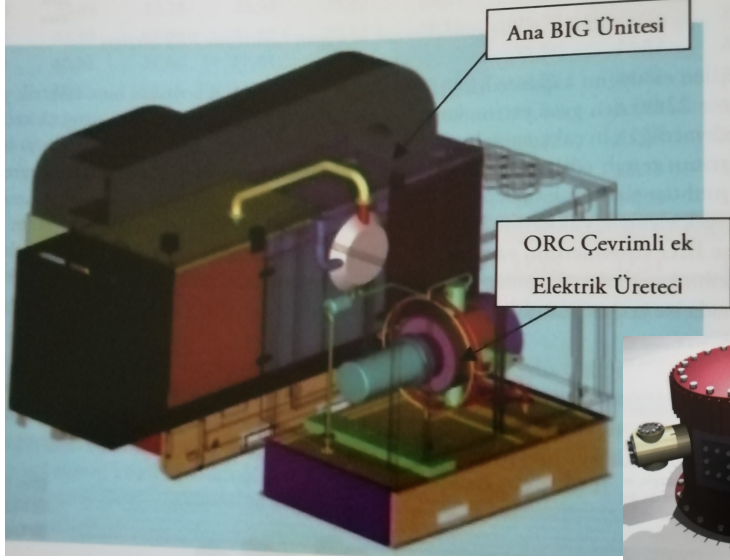


ELEKTRİK NE KADAR MASUM?

Typical water, energy, environment, food, and health nexus

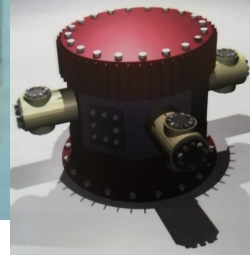
From the Stock Market MYTH to REALITY:



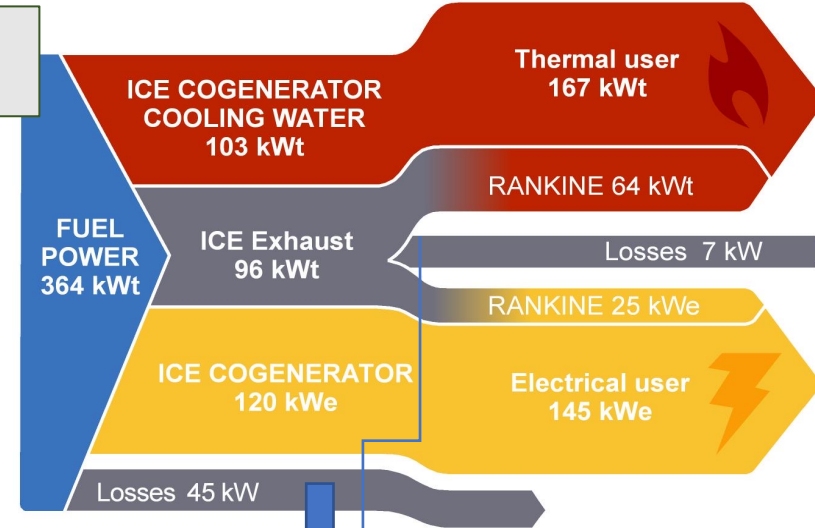


ÖRNEK PROJE

AB FP6 HEGEL ÇOKLU ÜRETİM SİSTEMİ



ODTÜ MATPUM BİNASI



ADS

KIZILAY AŞI BİNASI

TRİJENERASYON
Uygulamaları ve Teknolojileri
25 Mayıs 2021, Salı 20:00/21:30

zoom BUSIAD Enerji Uzmanlık Grubu BUSIAD

Trijenerasyon

100 % Doğal Gaz → Kojenerasyon → %40 Elektrik → Tesisiniz
%45 Sıcak Su → Tesisiniz
%15 Değerlenebilir Atık Isı → Soğuk Su → Tesisiniz

HEGEL BIG Sistemi	Isı Çıktısı kWh	Elektrik Çıktısı kWe	Isıl Ekserji Çıktısı kW	Elektrik Ekserji Çıktısı kW	η_I	η_{II}
Rankin Çevrimsiz	199	120	43,85	114	0,876	0,5288
Rankin Çevrimli	167	145	36,80	137,75	0,857	0,5847
Düşünceler					Daha az	Daha yüksek

ESER LEED YEŞİL PLATİN BİNASI

Birlikte Isı ve Güç (Kojen)



Depolama Örneği: Buz Tankı



29/01/2010



Isı Tahrikli
Soğutma (ABS)



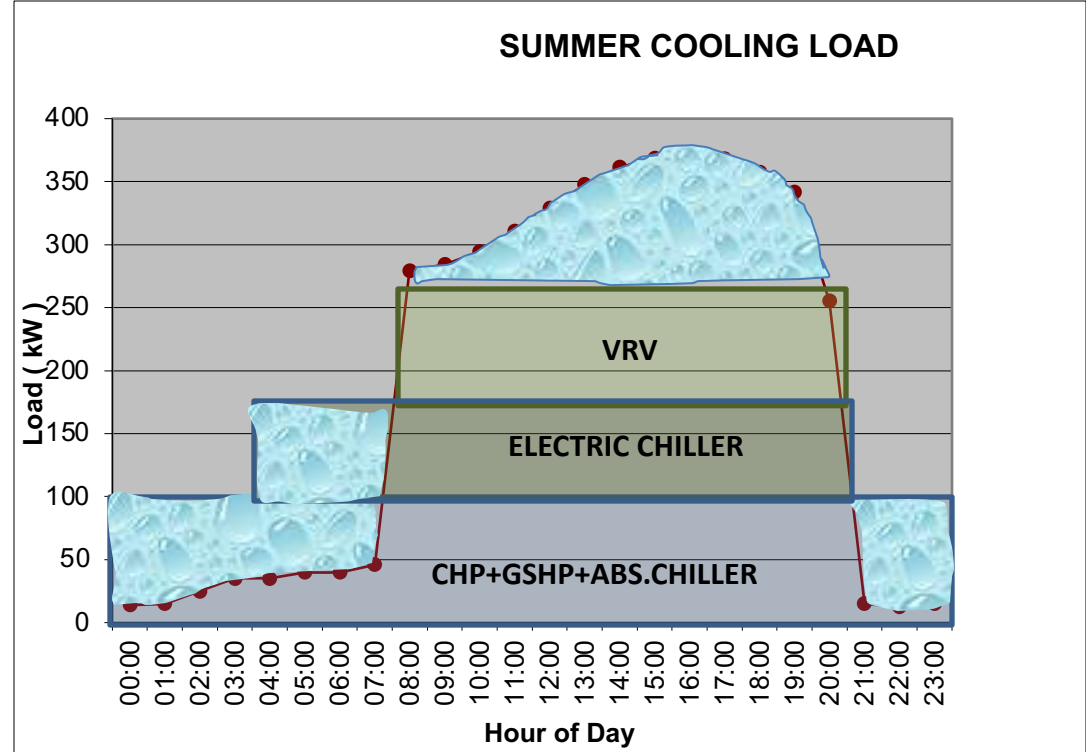
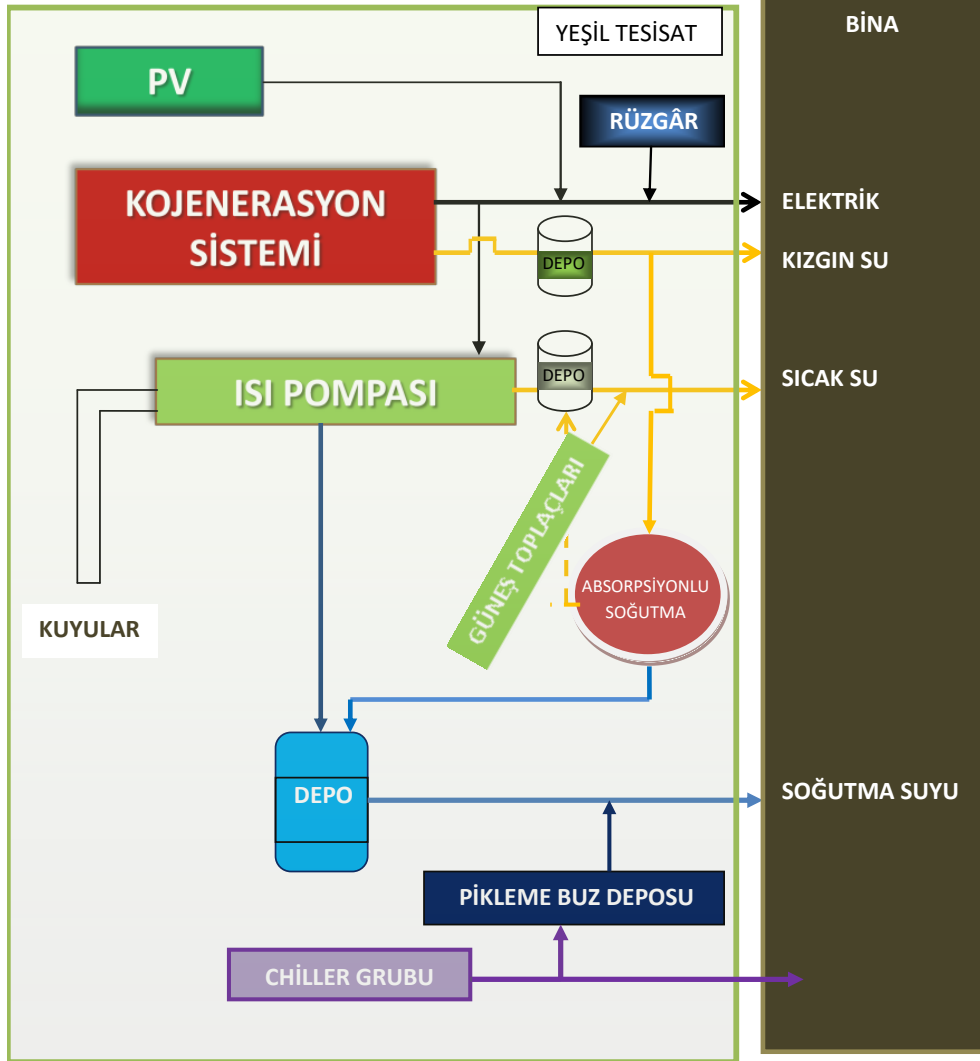
Güneş Pilleri



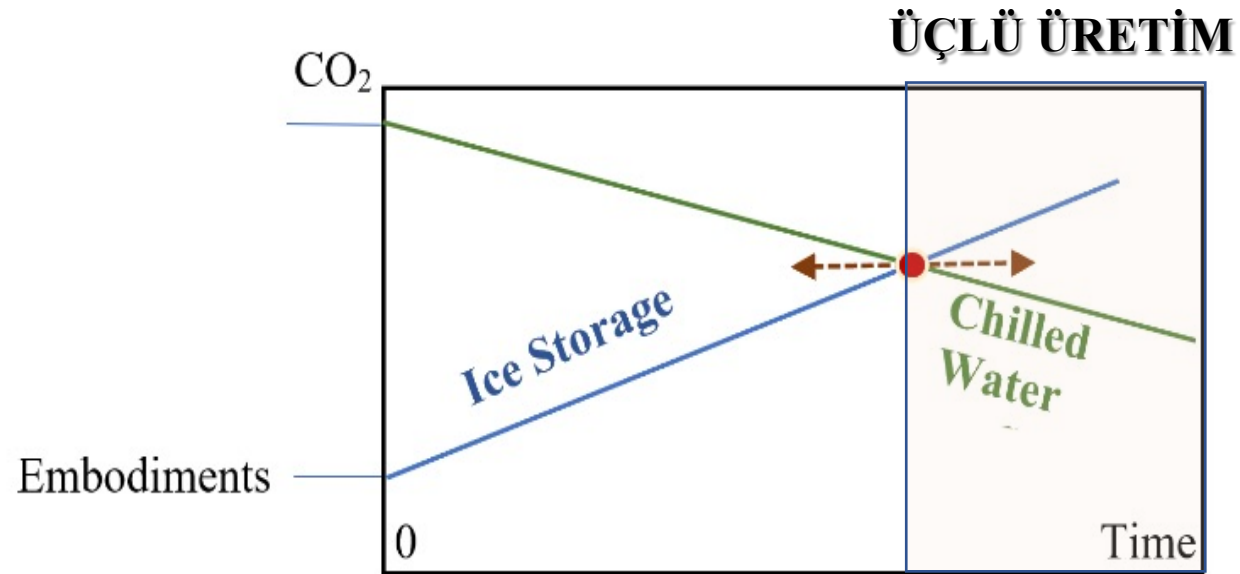
Rüzgar
Türbini

ESER LEED YEŞİL PLATİN BİNASI

Yakıt ve Yenilenebilir Harmanlı Üçlü Üretim



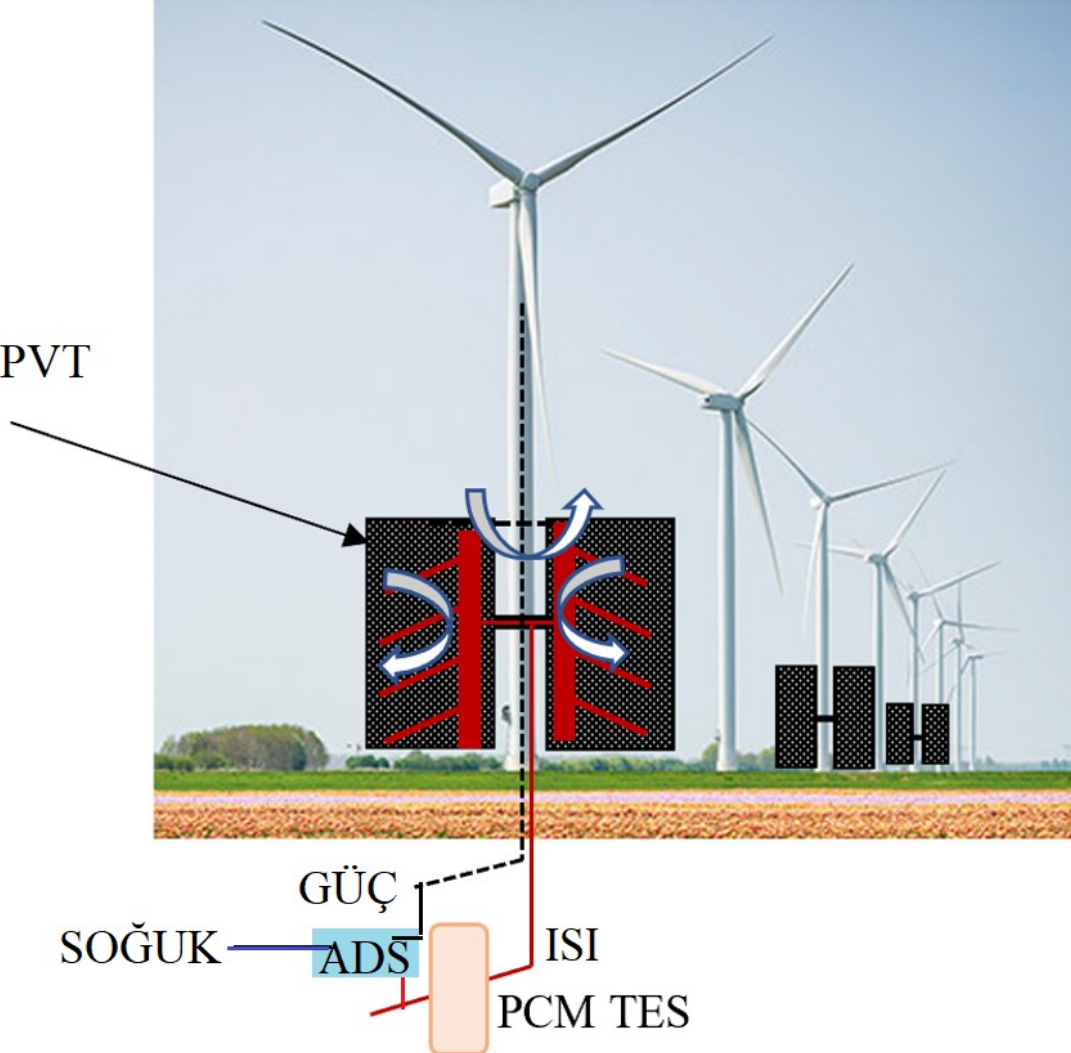
ENERJİ DEPOLAMASININ ÖNEMİ



DÜNYADA YENİ YAKLAŞIMLAR

ÜÇLÜ ÜRETİMDE RÜZGAR VE GÜNEŞ BİRLİKTELİĞİ *Mutlaka Fosil Yakıt ve Motor Gerekmez*

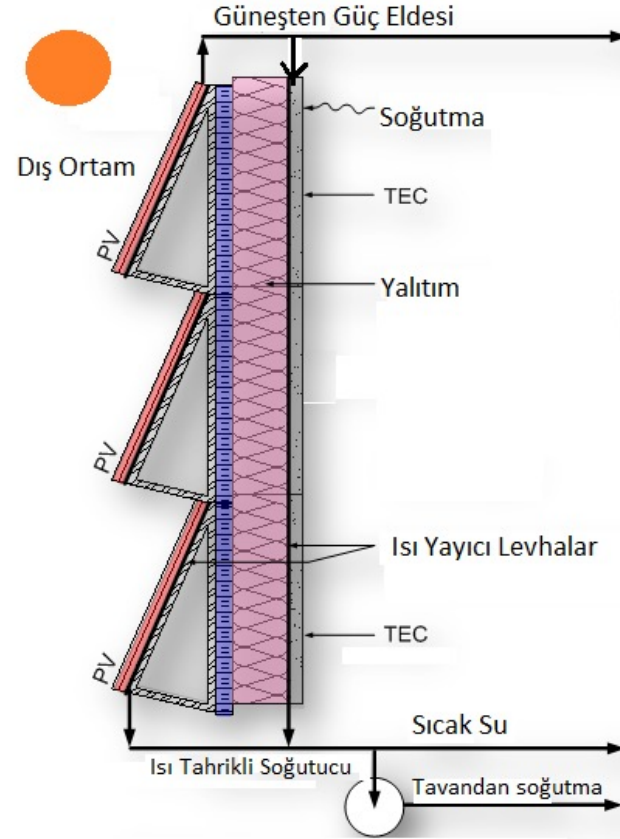
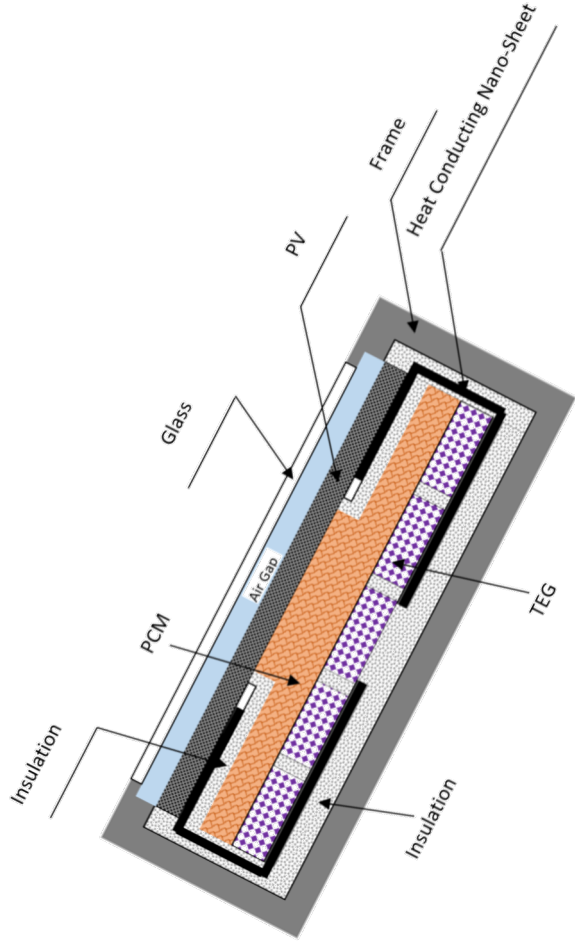
ISI BORULU PVT



Rüzgar türbinlerinin boş duran direklerine PVT sistemi konulduğunda hem elektrik hem ısı güç elde edilir. Isı faz değişimli depoda (PCM TES) saklanır. Gerekğinde 50°C-55°C sıcaklıktaki ısıdan Adsorpsiyonlu makine (ADS) ile soğuk üretilir. Bu sistem ziraat ve seralar için gerekli güç, ısı ve soğuk sağlar. Özellikle, bugünlerde çiftçinin traktörünü sattıran, trafosunu söktüren ..EDAŞ'lara ithaf olunur..

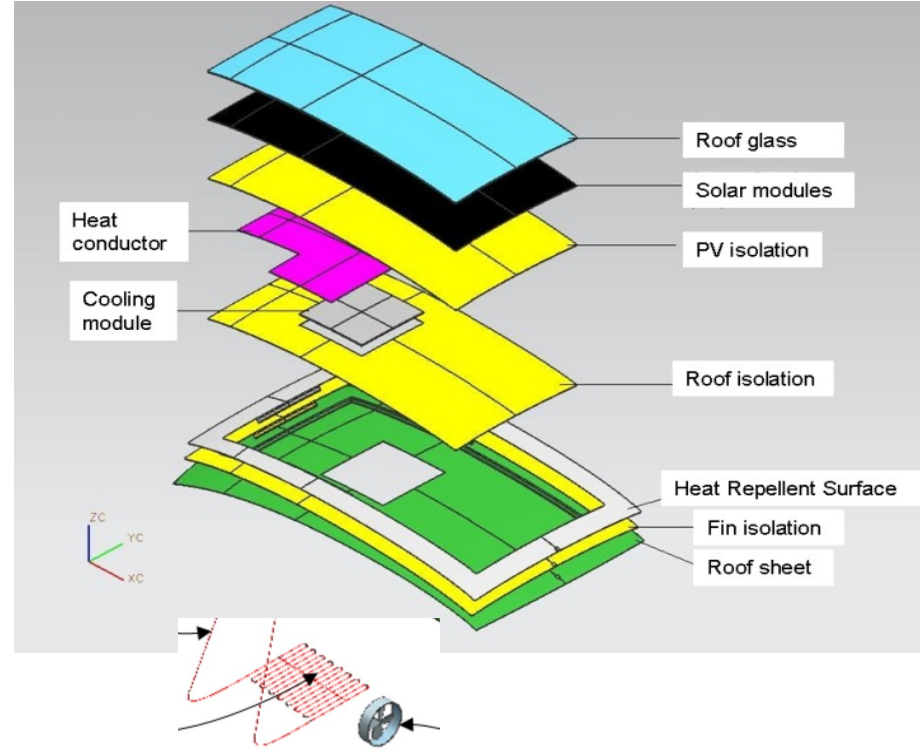
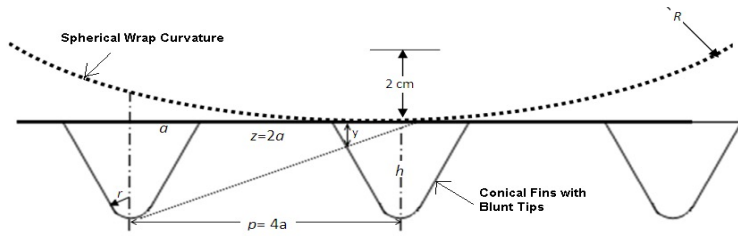
ÜÇLÜ ÜRETİMDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Güneş Duvarı



η_I	0.35
η_{II}	0.70
ψ_R	0.80

MOBİL UYGULAMALAR: TAŞIT ISITMA VE SOĞUTMADA ÜÇLÜ ÜRETİM



Güneş Enerjili, Araç Tavanına Gömülü, Çok Katmanlı, Etkin Isı Kuyulu, Elektronik, Otomatik Denetimli, Işınım-Etkin Araç Kabini Soğutma ve Isıtma Sistemi (TPE Patent)
Birol Kilkis, Türker GÜDÜ, Alperen Aksoy, Raşit Turan, Haluk Aksel, Alp Emre Öngüt, Olgu Demircioğlu

ÇEVRESEL VE ENERJİ ANLAMINDA ETKİLERİ VE YARARLARI NELERDİR?

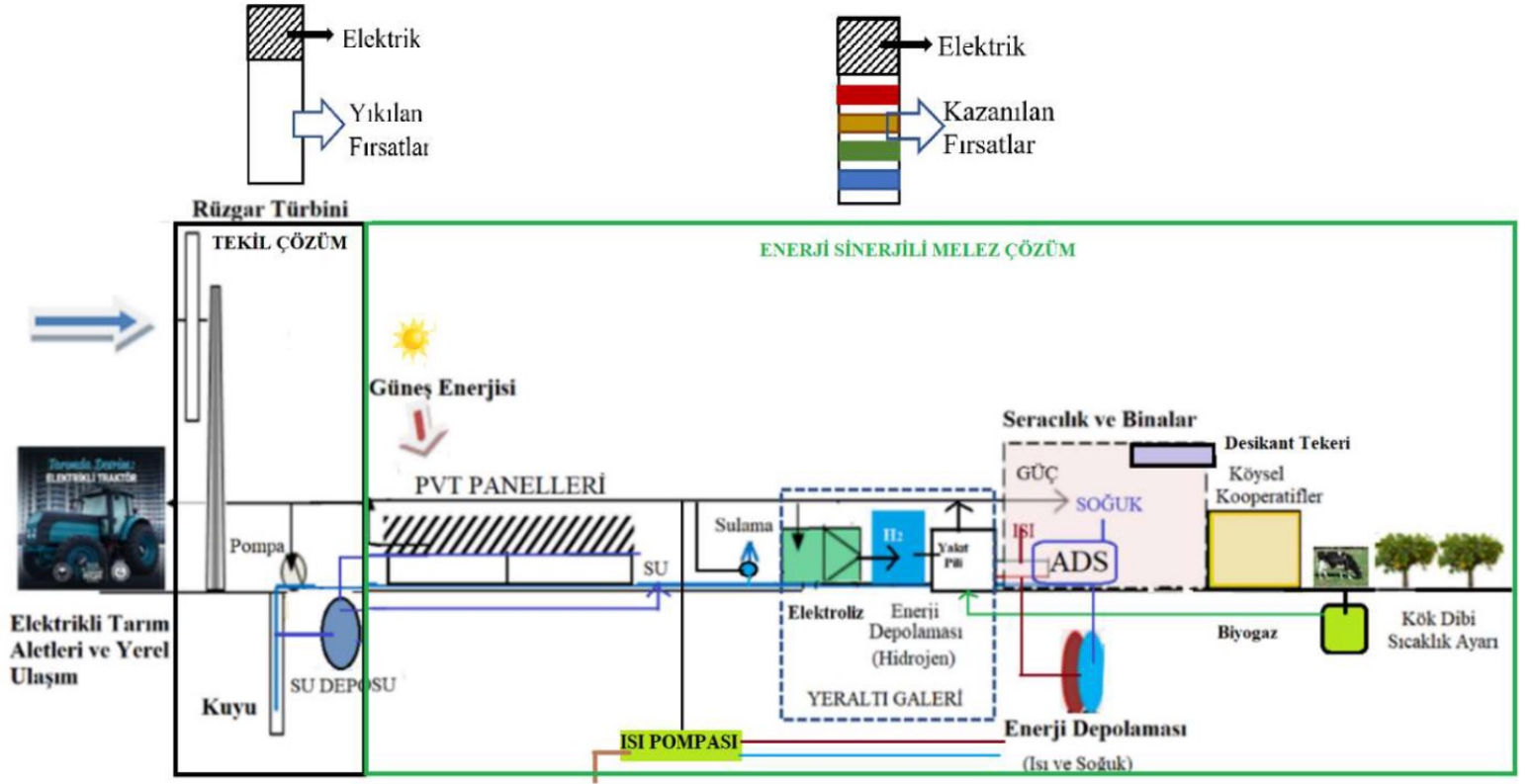
- YAKIT TASARRUFU, *PES*, Örneğin %42 (Ülke Ekonomisi için)
- ENERJİ TASARRUFU % OL

$$\left[\frac{\eta_{BIG}}{(0.52 \times 0.40 + 0.8)} \right]$$

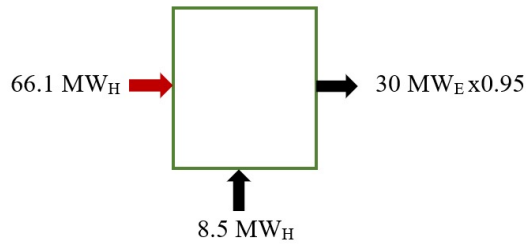
- DOĞRUDAN VE ÖNLENEBİLİR

$$\% \Delta CO_2 = - \frac{(1 - \psi_{Rrej})}{(1 - \psi_R)} \% CO_2$$

- ALTERNATİF YAKITLARI
- YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI
- KARADENİZDEN HİDROJEN
- ZİRAAT VE HAYVANCILIK



JEOTERMAL SANTRALLER



Exergy inputs and output. $COP_{EX} = 0.381 \ll 1$

$$30 \text{ MW}_E / 0.10 =$$

$$\text{Fan ekserjisi} = (1$$

$$\text{Reenjeksiyon po}$$

$$CO_{2\text{plant}}: 0.2 \times 85$$

$$\Delta CO_{2\text{plant}}: 0.27 \times$$

$$(1-283.$$

$$\text{Toplam: } 6750 \text{ kg}$$

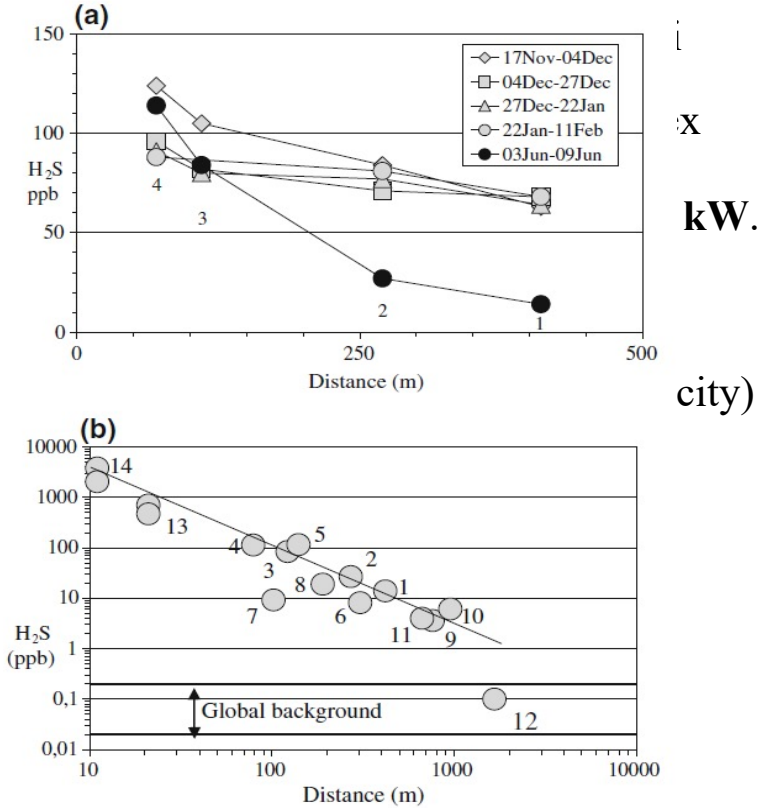
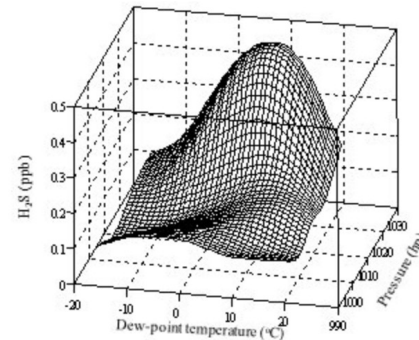
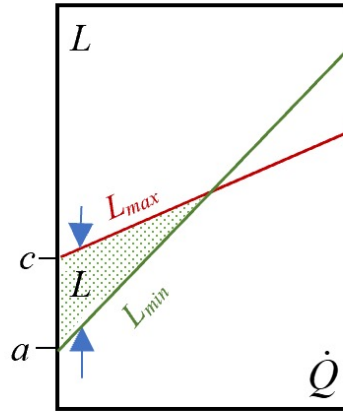


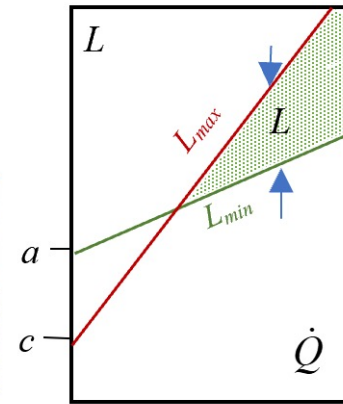
Fig. 2 Variation of atmospheric H₂S concentration versus distance from the gas emission points. **a** Data of sites 1-4 for five different measurement periods (light gray winter; dark gray summer); **b** Data for all the sites exposed during June 2006

ISIYI DEĞERLENDİRELİM AMA NASIL ve NEREDE ?



$$L_{\min} \geq a + b\dot{Q}$$

$$L_{\max} \leq c + d\dot{Q}$$



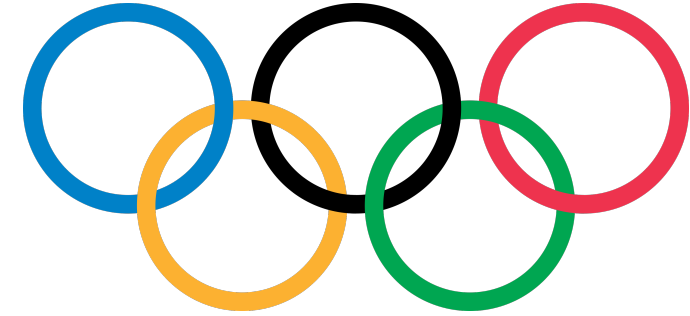
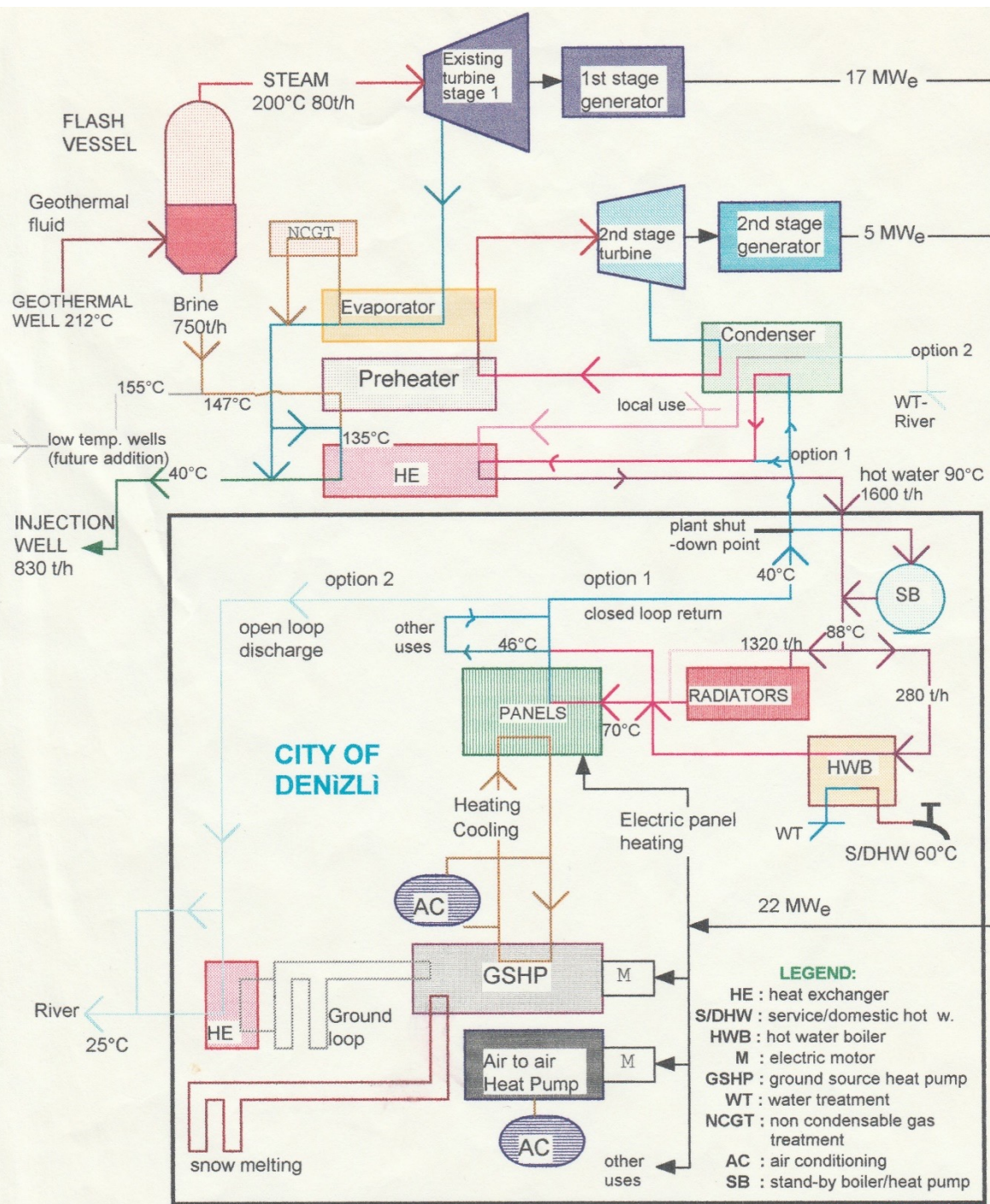
$$c < a; d > b$$

$$L_{\min} \leq L \leq L_{\max}$$

$$\varepsilon_{GS} \cong 0.00198(T_{GS} - 283K)$$

{Geothermal Steam}

$$T_{fGS} = \frac{T_{ref}}{(1 - \varepsilon_{GS})}$$



DAHA HIZLI (çözümler), DAHA YÜKSEK (verim), DAHA UZAK (paylaşım), DAHA GÜÇLÜ (akılcılık)

İNSANLIK DOĞAYI TEKRAR KEŞFEDİP KUCAKLAMALIDIR



birolkilkis@hotmail.com

**İŞTE O ZAMAN, ÜÇLÜ ÜRETİM
EKSERJİ TABANINDA,
YARIM KALAN ÇÖZÜMLERİ
TAMAMLAYACAKTIR.**



AKIL VE BULUŞLAR SONSUZDUR

Şan Kilkis, UNESCO Price 2002

REMM INSTITUTE

