

ENERJİNİN AKILCI KULLANIMI ve PAYLAŞIMI



TTMD

Prof. Dr. Birol Kılıkış, Fellow ASHRAE

birolkilkis@hotmail.com

05343430042

BİZ İNŞAATLA MEŞGULKEN NEREYE GİDİYORUZ?



Son 20 yılda eriyen buzlar geçen 10000 yılda eriyen
buzlardan daha fazla



BİR RESİM BİN KELİMEYE BEDELDİR

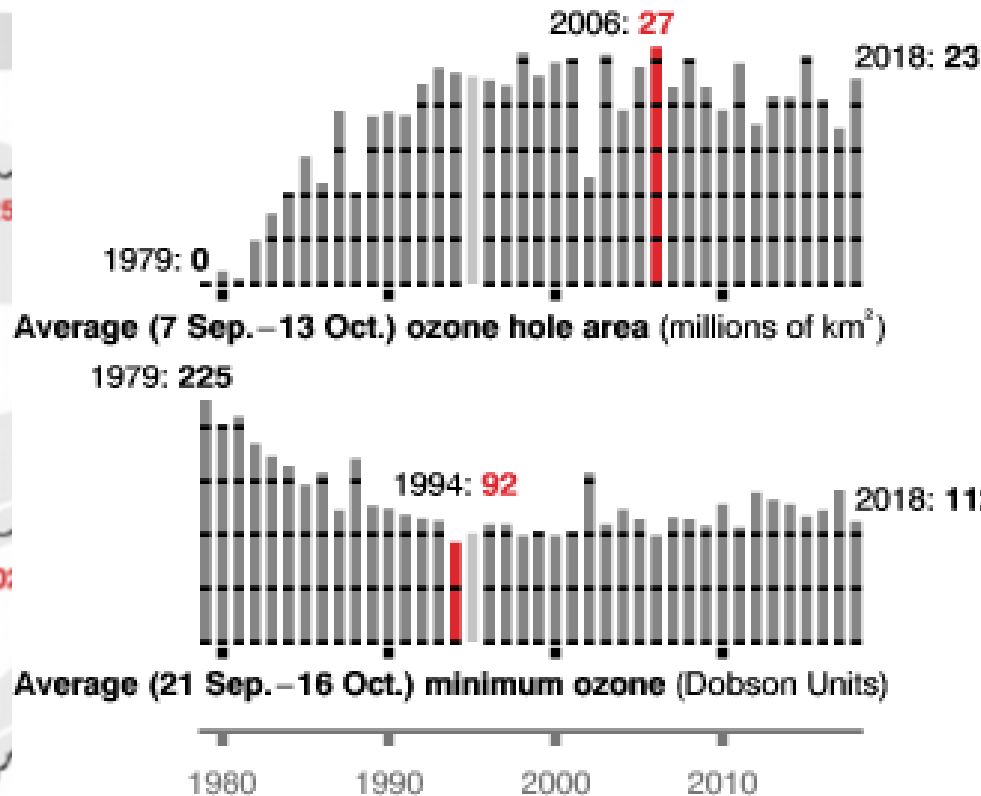
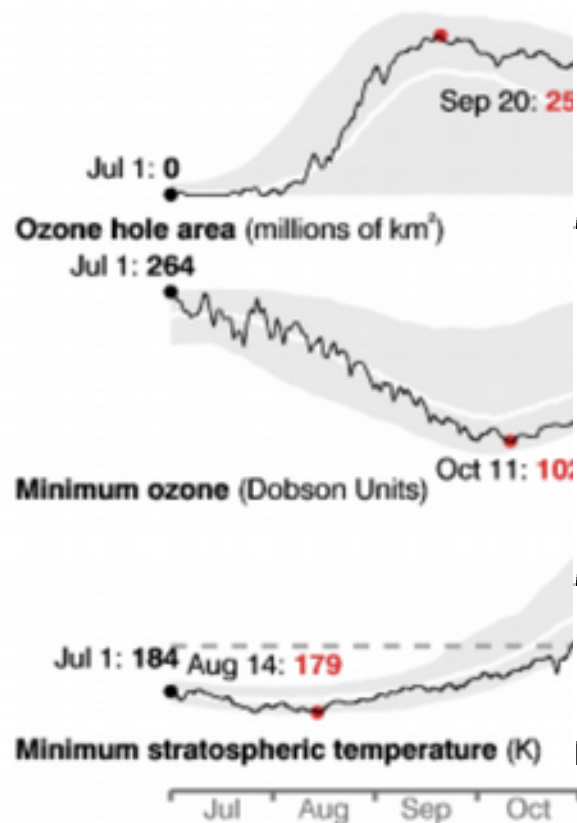
Yenilenebilir enerji ama nasıl ?

Bir yanda atmosferi kirleten sanayi bir yanda rüzgar türbinlerinin çevre savaşı



SON VERİLER: Ozon Tabakası Kapanmıyor

2018 Season

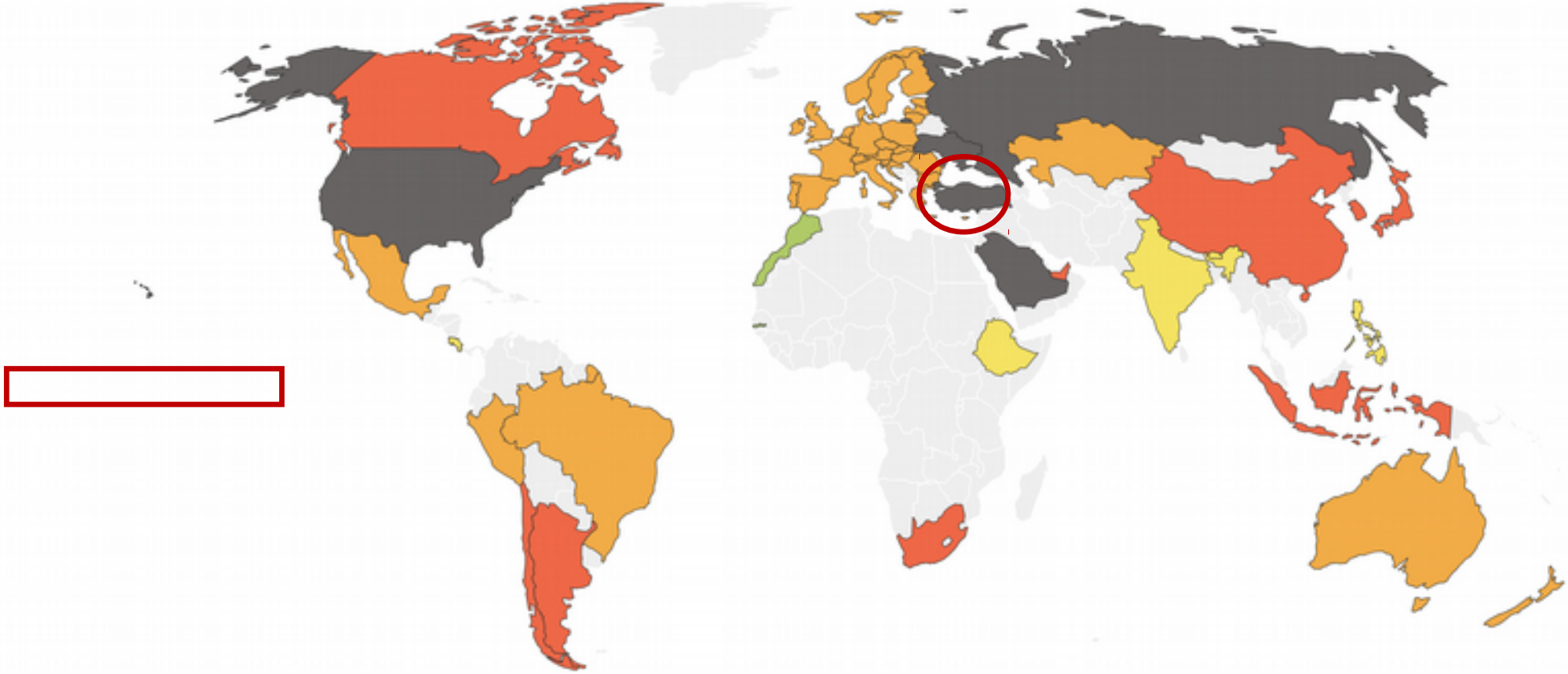


Note: No data were acquired during the 1995 season



<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>

CO₂ SALIMLARINDA EN ÖNLERDEYİZ



LAST UPDATE: December 2018

Önlemleri Çok
Yetersiz Ülkeler

CRITICALLY INSUFFICIENT

HIGHLY INSUFFICIENT

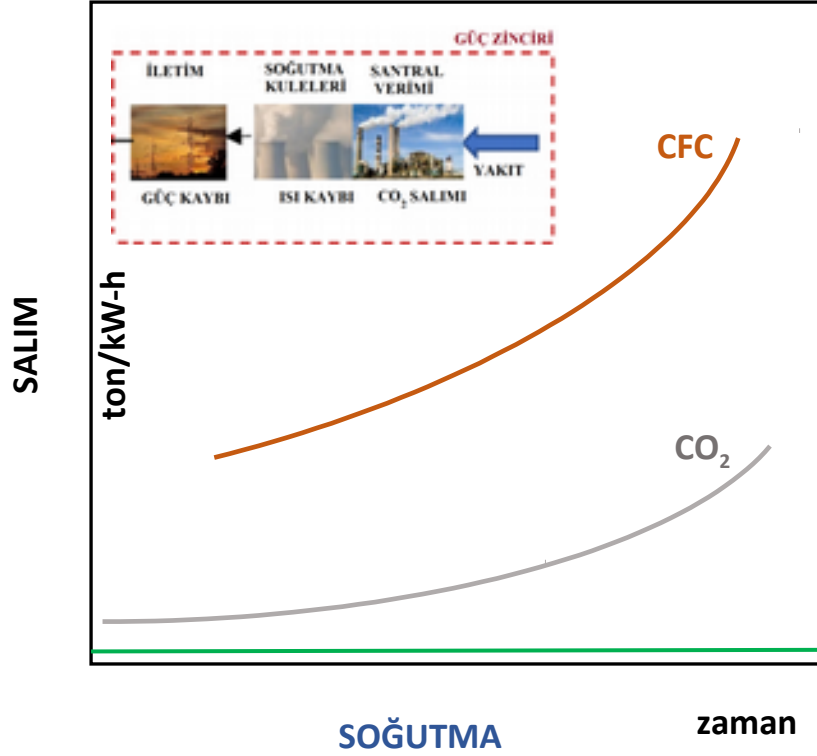
INSUFFICIENT

2°C COMPATIBLE

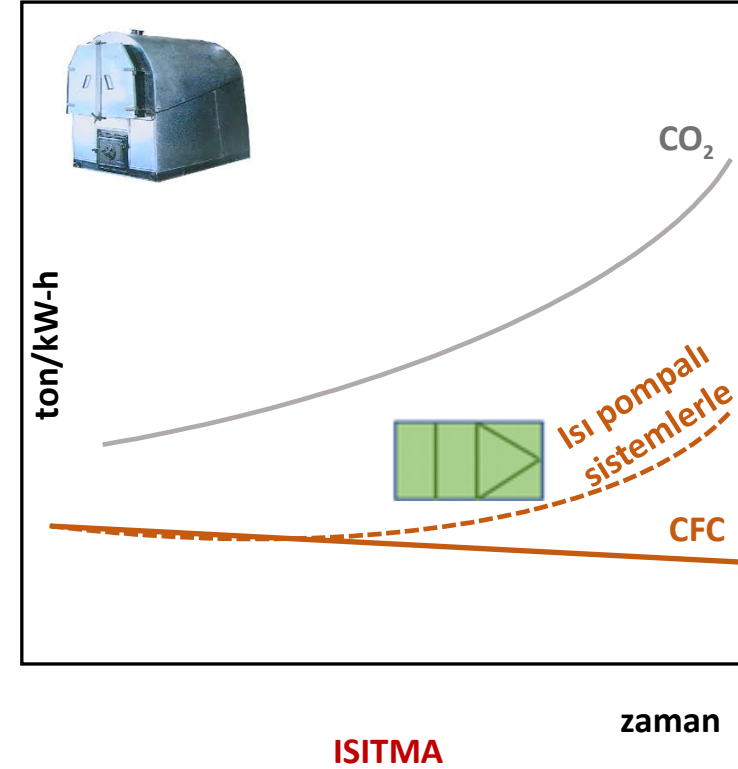
1.5°C PARIS AGREEMENT
COMPATIBLE

ROLE MODEL

YAPILI ÇEVRE VE İKLİMLENDİRMEDE CFC VE CO₂

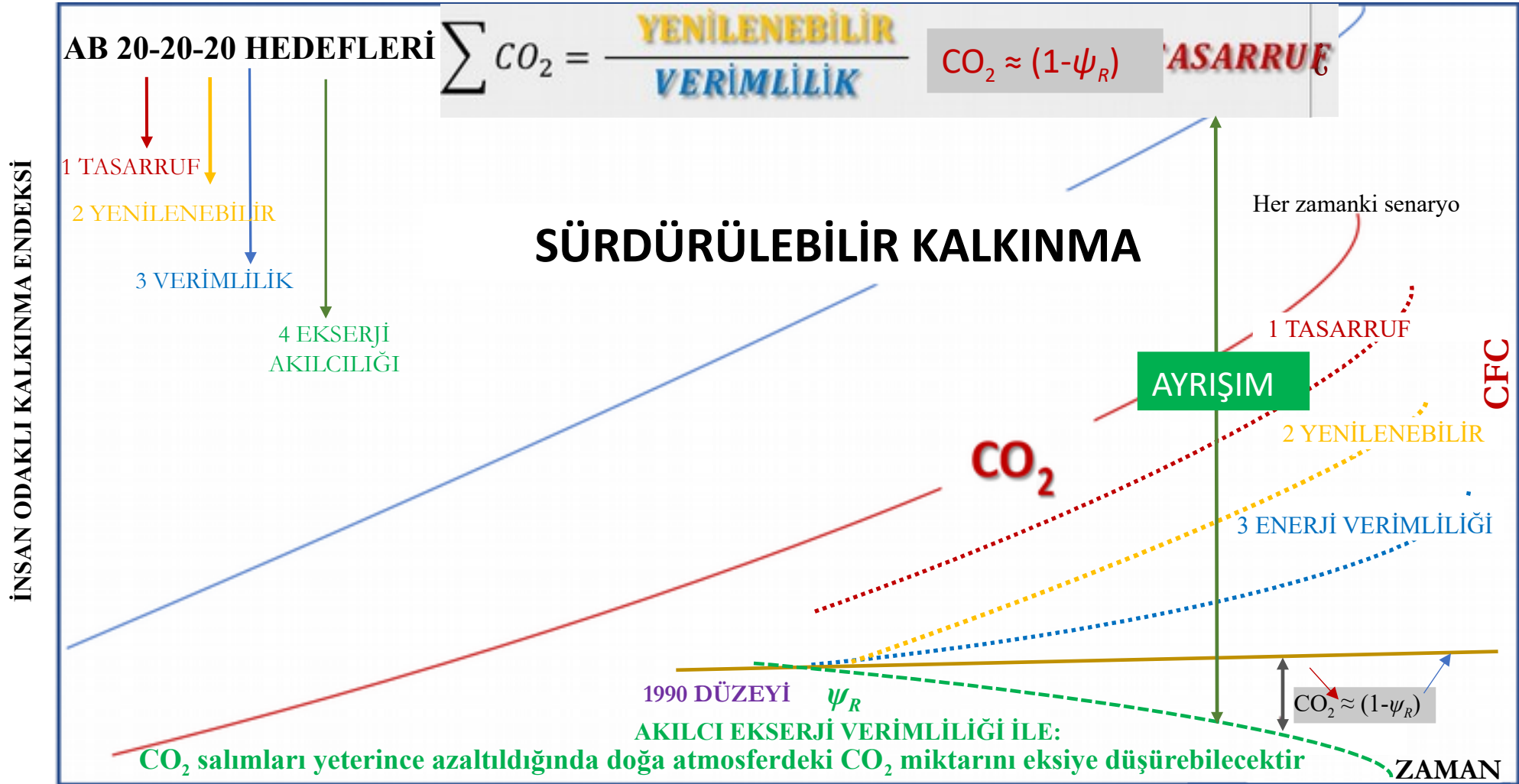


Soğutma mevsimlerinde gaz sıkıştırma sistemlerinin neden olduğu ozon seyrelimi daha çok CFC ve benzerlerinin salımından kaynaklanır. Aynı mevsimde CO₂ salımları soğutma sistemlerinin elektrik gücüne olan gereksinimlerinden kaynaklanır.



Isıtma mevsimlerinde kazan ve benzeri sistemler CFC yaymaz fakat fazla CO₂ salımlarından sorumludur. Ancak giderek yaygınlaşan ısı pompalı ısıtmada CFC yayımı da söz konusudur.

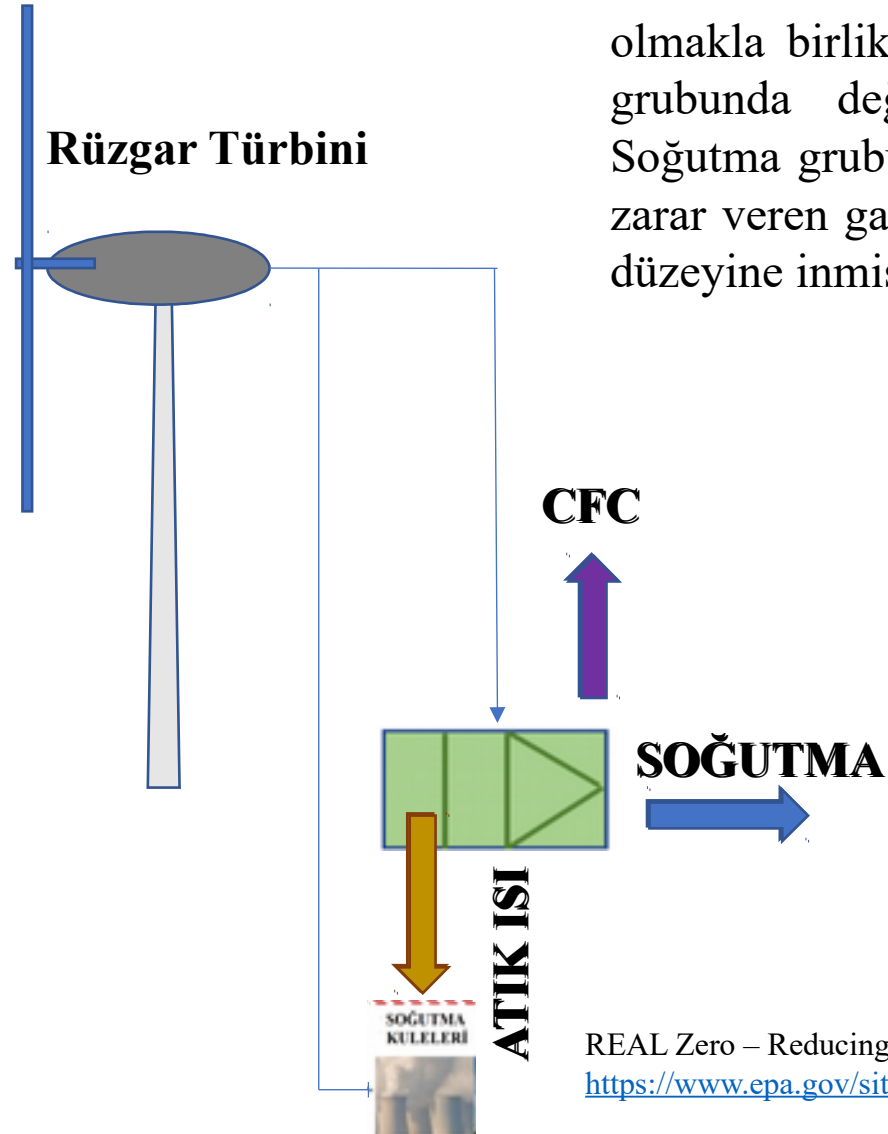
AYRIŞIM İÇİN BÜTÜNCÜL HEDEFLER



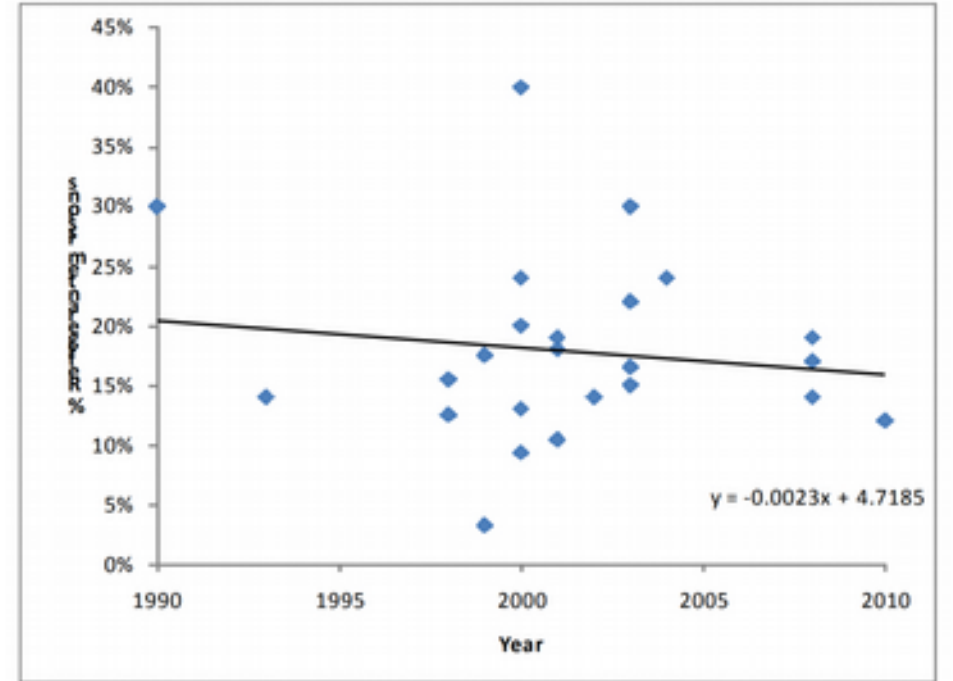
VERİMLİLİK

Günümüzde verimlilik belirli bir düzeye erişmiş olup verimliliğin daha da artması giderek hem teknik hem ekonomik anlamda güçleşmektedir.

YENİLENEBİLİR SİSTEMLER NE KADAR MASUM?

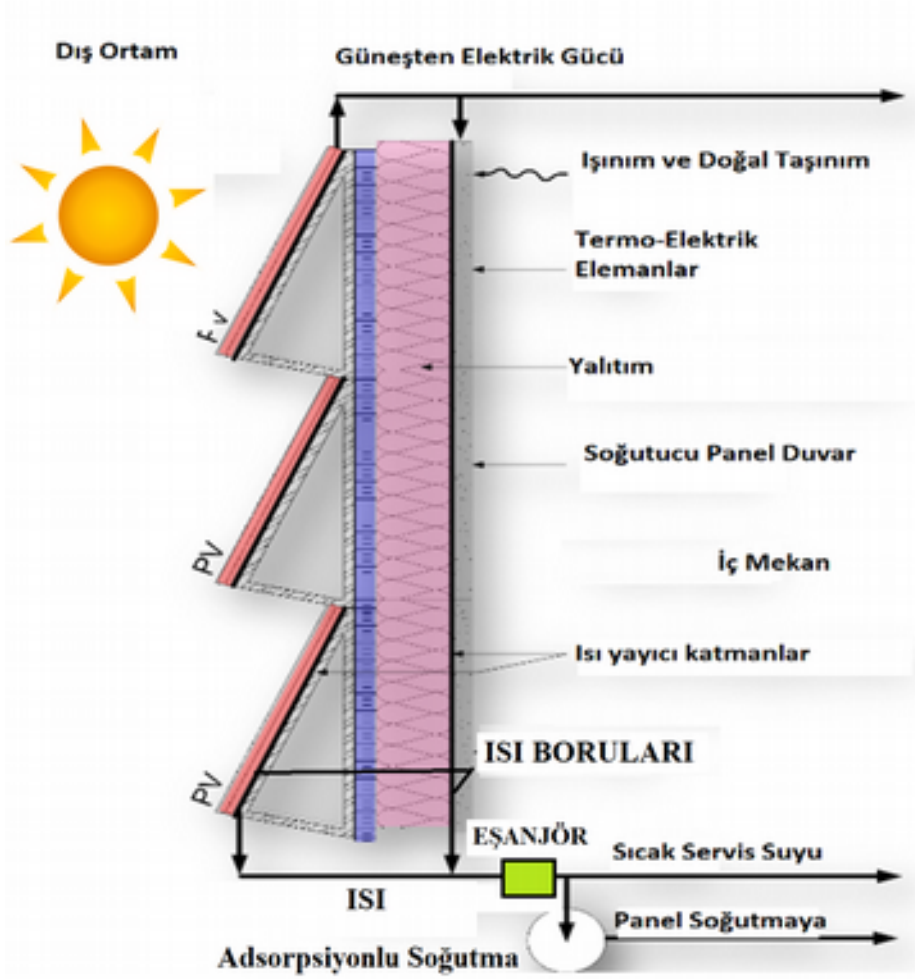


Bu örnekte yenilenebilir enerji kaynağı rüzgar enerjisi olmakla birlikte eğer elde edilen elektrik gücü bir soğutma grubunda değerlendirilecekse çevre gene etkilenecektir. Soğutma grubu çalışırken CFC veya benzeri ozon tabakasına zarar veren gaz sızdırmaktadır. Günümüzde sızıntı oranı %15 düzeyine inmiş olsa da bu azımsanmayacak bir orandır.



REAL Zero – Reducing refrigerant emissions & leakage - feedback from the IOR Project
https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/IOR_ReducingRefrigerantEmissions.pdf

SI FIR-CFC ÇÖZÜMÜNE BİR ÖRNEK



Bu uygulamada güneş alan yöndeki yapı dış duvarlarında optimum açıda konumlanmış PV panelleri bulunmaktadır. Elde edilen elektrik gücü talebe bağlı olarak bina iç duvarlarına yerleştirilmiş Termo-elektrik elemanlara verilerek ışıınım ağırlıklı konfor soğutması yapılmaktadır. PV panellerinin ve TEG elemanlarının arka katmanlarındaki ısı borularında dolaşan akışkanla da ısı elde edilmektedir. Bu ısı sıcak su temininde ve ilave konfor soğutmasında kullanılmaktadır (Adsorpsiyonlu Soğutma).

ÇÖZÜM SÜZLÜK ve ÇÖZÜM BİR ARADA

ELEKTRİK GÜCÜ

- Tüm sektörlerde soğutma gereksinimi artmaktadır.



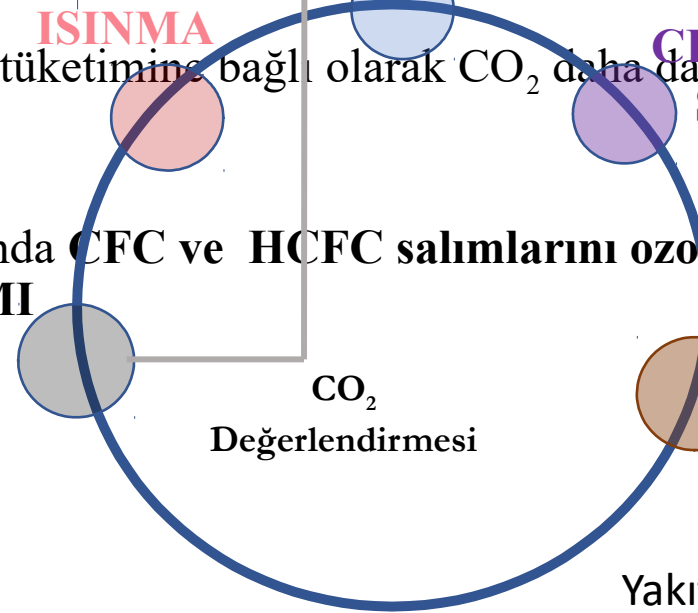
Küresel Isınma hızla birlikte artmaktadır.

KÜRESEL ISINMA

SOĞUTMA

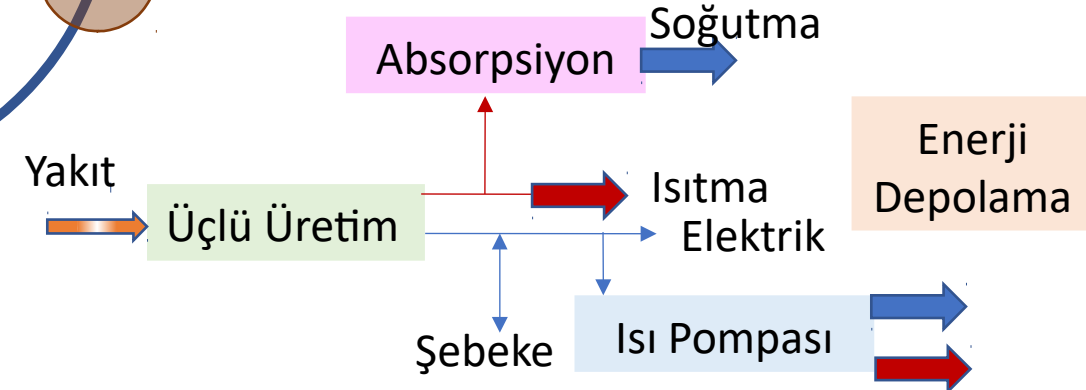
CFC VE DİĞER SALIMLAR

- Aynı zamanda CFC ve HCFC salımlarını ozon etkileri artmaktadır.
- CO₂ SALIMI



OZON SEYRELİMİ

Örneğin, Üçüncü Havaalanında kazan, soğutma grubu ve şebeke elektriği yerine üçlü üretim (Trijenerasyon) sistemi kullanılsa ve bu sistem atıklardan elde edilen biyogazla desteklense idi CO₂ salımları ve ozon-zararlı salımlar çok büyük ölçüde önlenebilecek ve yakıt tasarrufu sağlanacaktı. Isı pompalarında ve absorpsiyonlu soğutma gruplarında iyonik sıvı-CO₂ karışımı kullanılsa idi ozon-zararlı salımlar tamamen önlenebilecekti. Enerji depolaması ile de sistem küçültülebilecekti.

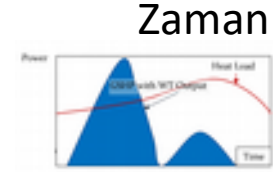


YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KISITLARI

- Eş-Yersizlik



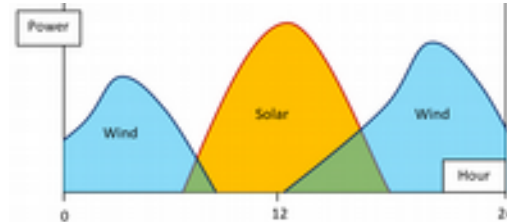
- Eş Zamansızlık



- Kestirimsizlik



- Kesiklilik



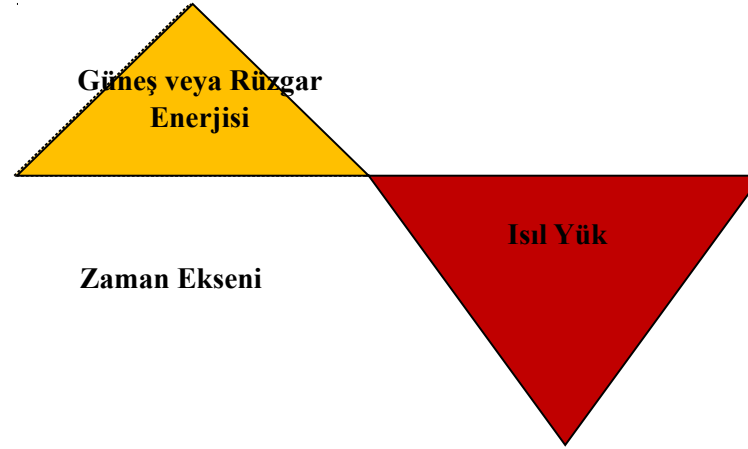
HOLLANDA DA GÜNEŞ KENTİ

GÜNEŞ VE RÜZGARIN BULUŞMASI

- Melez Uygulamalar Gerekli



ENERJİ DEPOLAMASI GEREKLİ



PV SİSTEMLERİNİN YÜKSELİŞİ



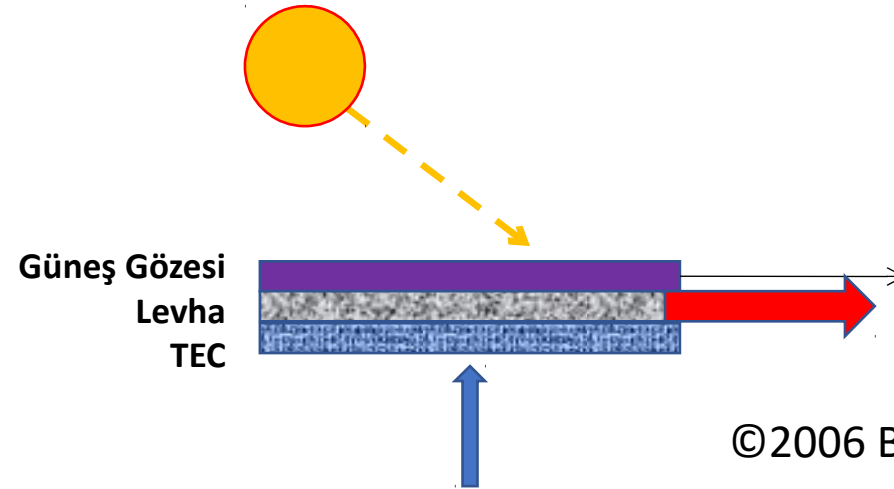
SICAKLIK ETKİSİ

Özellikle sıcak iklimlerde PV panellerin verimi azalmaktadır. Bu nedenle pasif veya aktif önlemlerle soğutulmaları gerekmektedir.



GÜNEŞLİ ÜÇLÜ ÜRETİM KAVRAMI

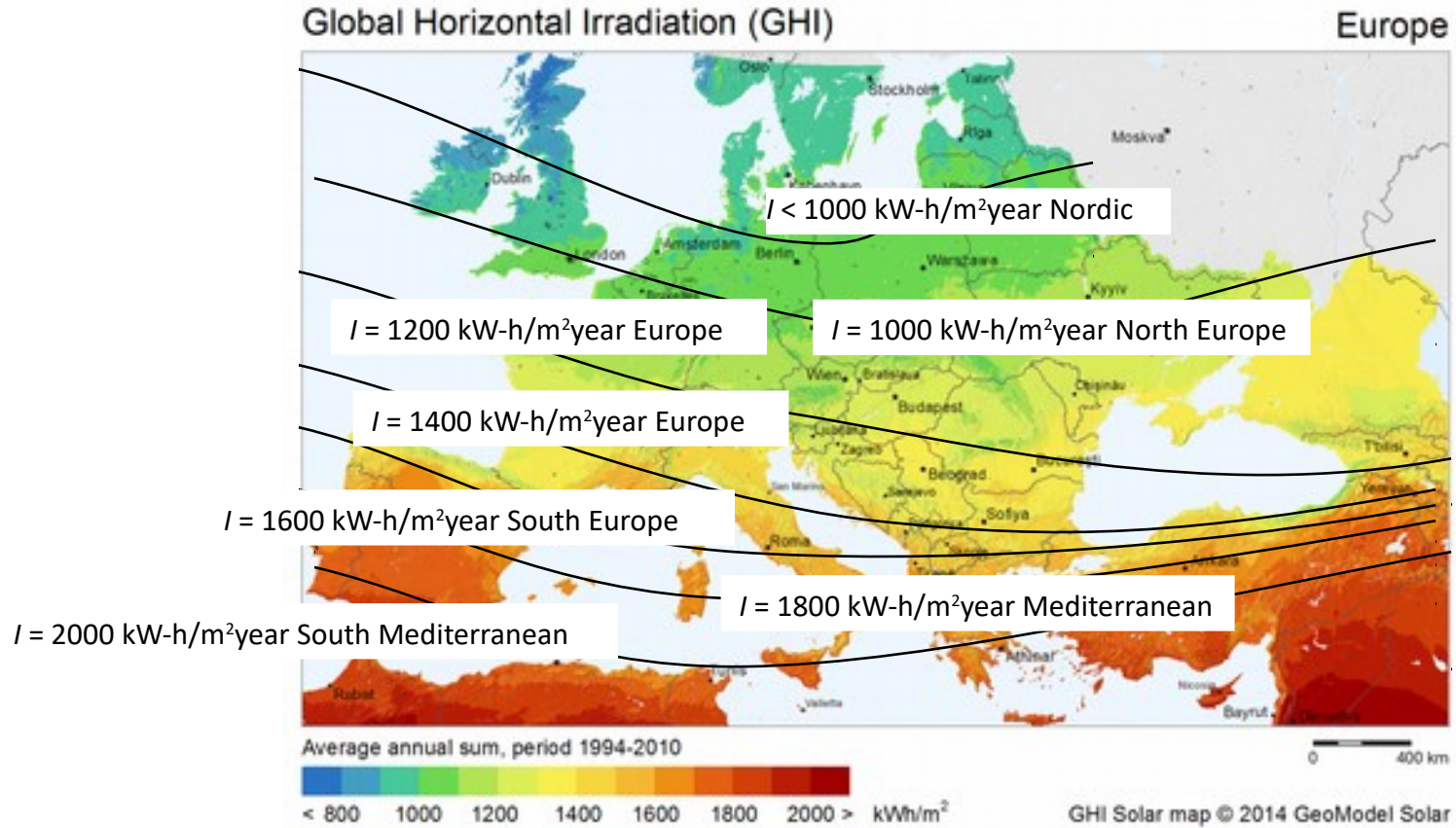
Bir Yüzeyde Üç İşlev

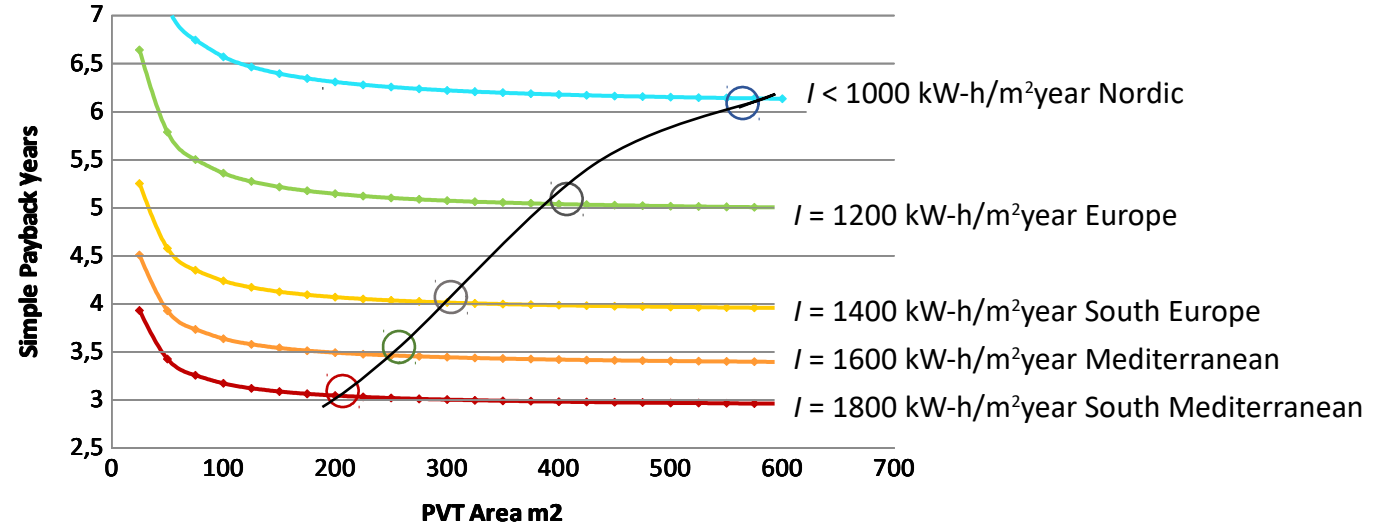


©2006 Birol Kilkis

Avrupada PVT Sistemlerinin Akılcılık Atlası

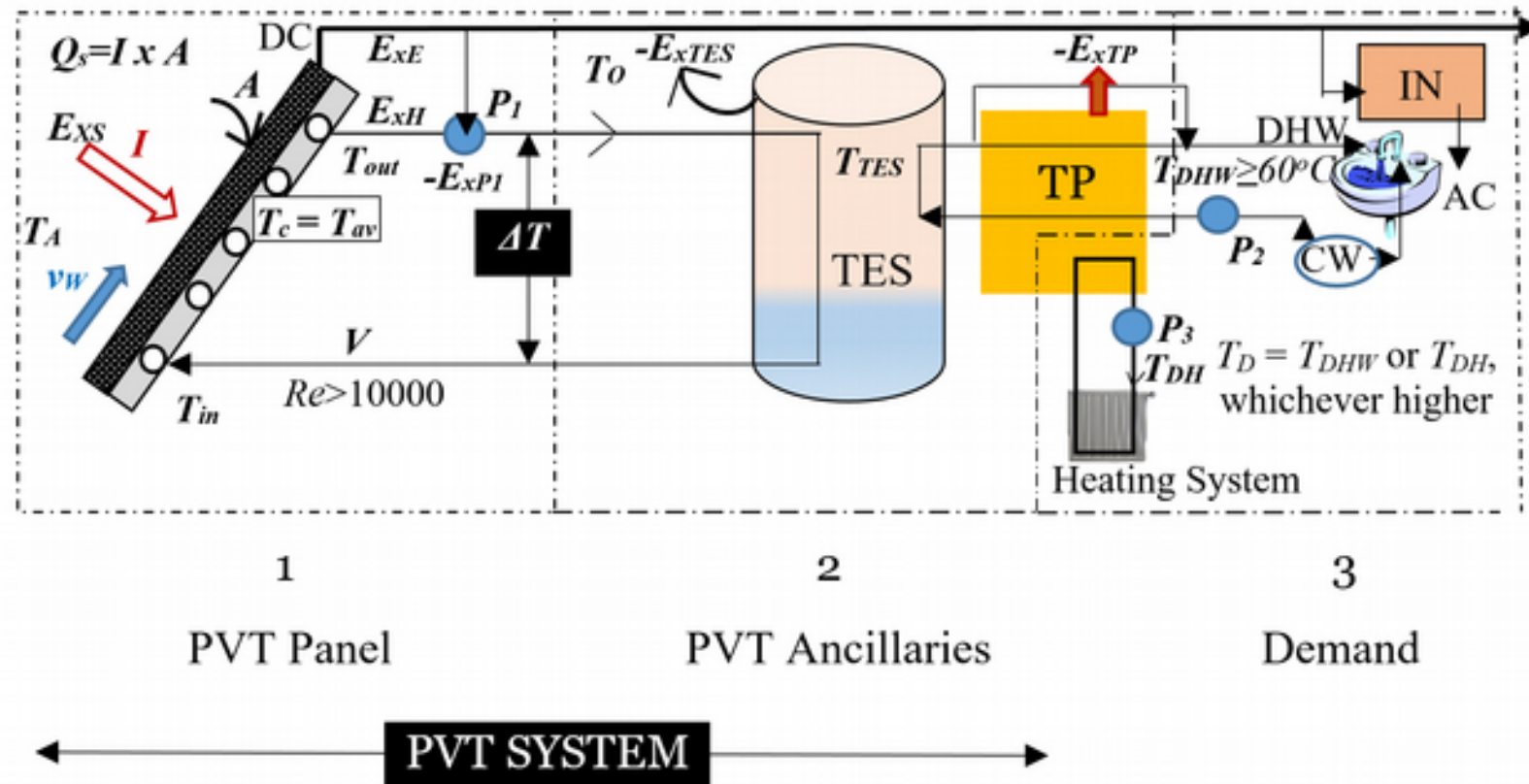
©Birol Kilkis, 2016



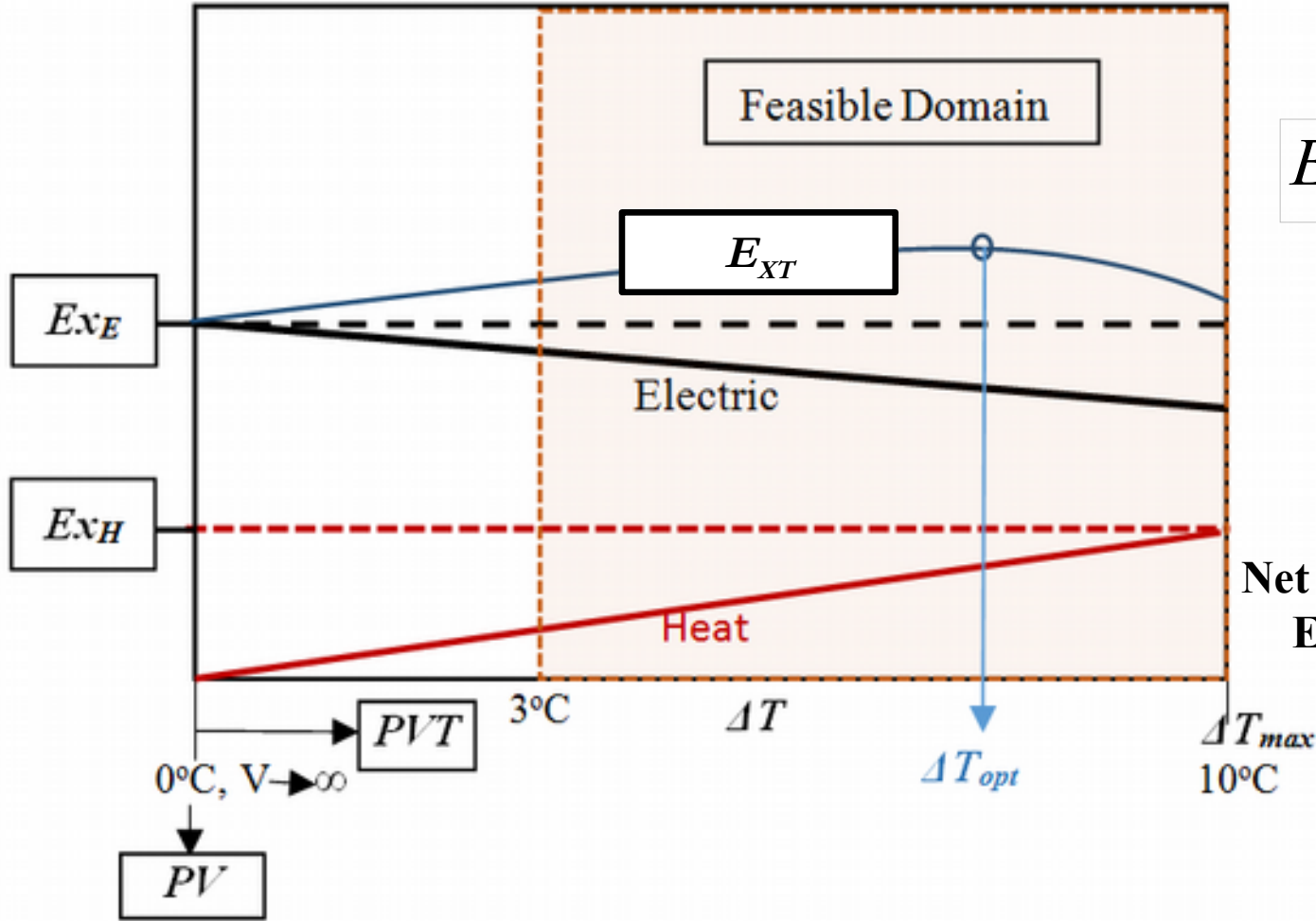


Uygulama Büyüklüğü Etkisi
 ©Birol Kilkis, 2016

PVT MODELİ



PVT DEBİSİ ENİYİLEME ALGORİTMASI



EXERJİLER

$$E_{xT} = E_{xE} + E_{xH} - E_{xP1} - E_{xTES} - E_{xTP}$$

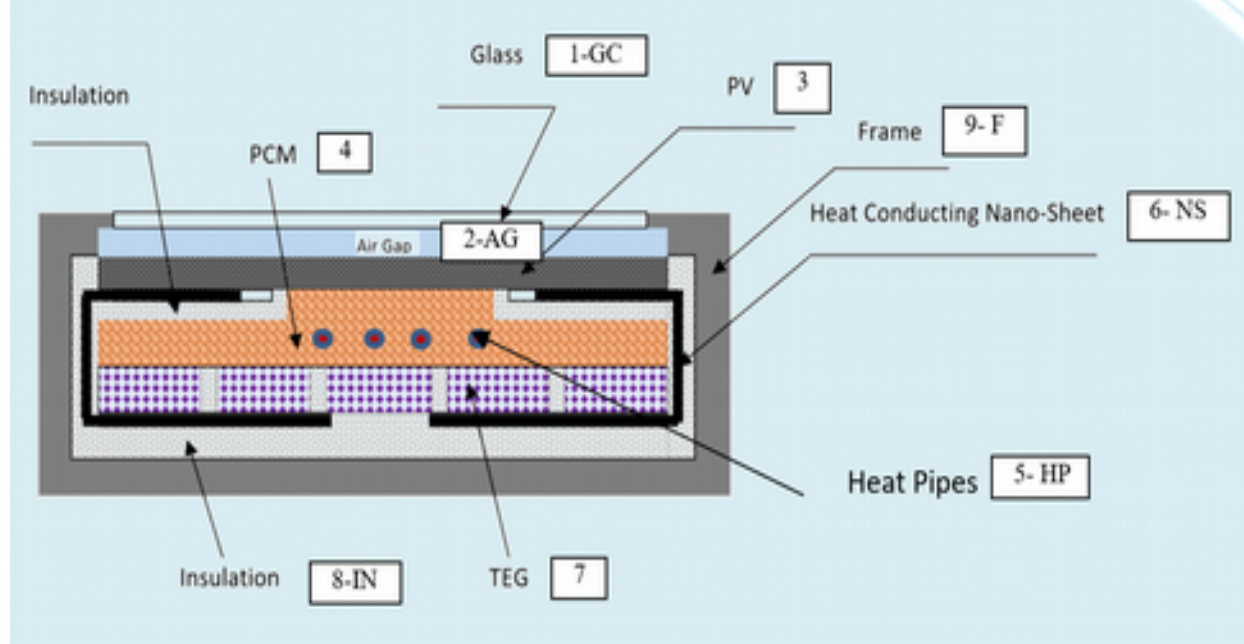
Elektrik Gücü
Isıl Güç
Pompa(lar)
Isı Depolama
Sıcaklık Pikleme

Net Ekserji Eldesi

AMAÇ: E_{xT} yi en üst düzeye getirmek

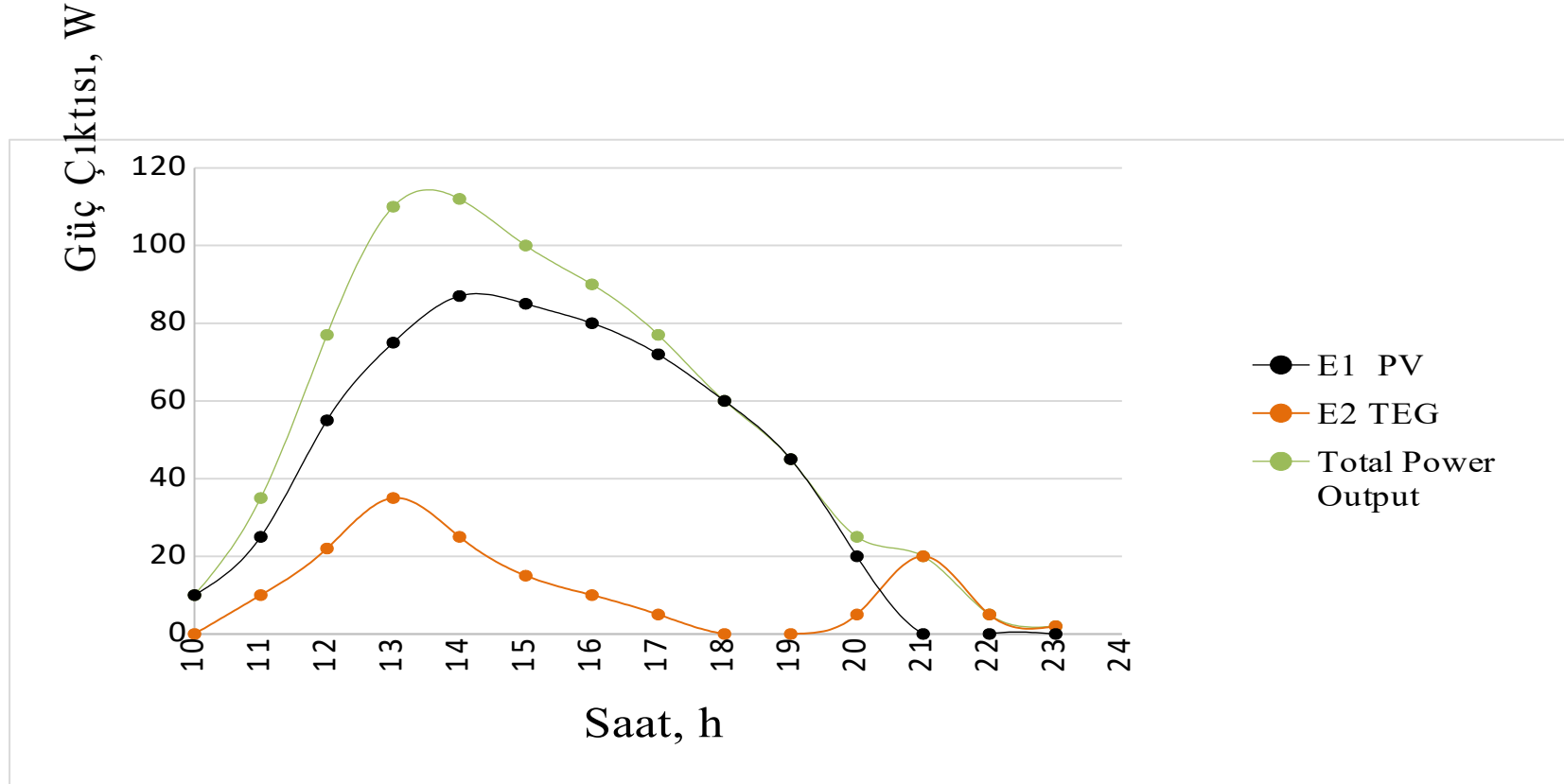
Tüm ekserjiler ΔT yi düzenleyen akışkan debisine bağlıdır. Örneğin elektrik motoru ve pompa verimlerinin ikisi de debiye (yüke) bağlıdır. PV verimi, elde edilen ısıl ekserji de debiye bağlı olduğu gibi sıcaklık pikleme ve depolama yükleri de bağlıdır.

PVT-3 SİSTEMİ

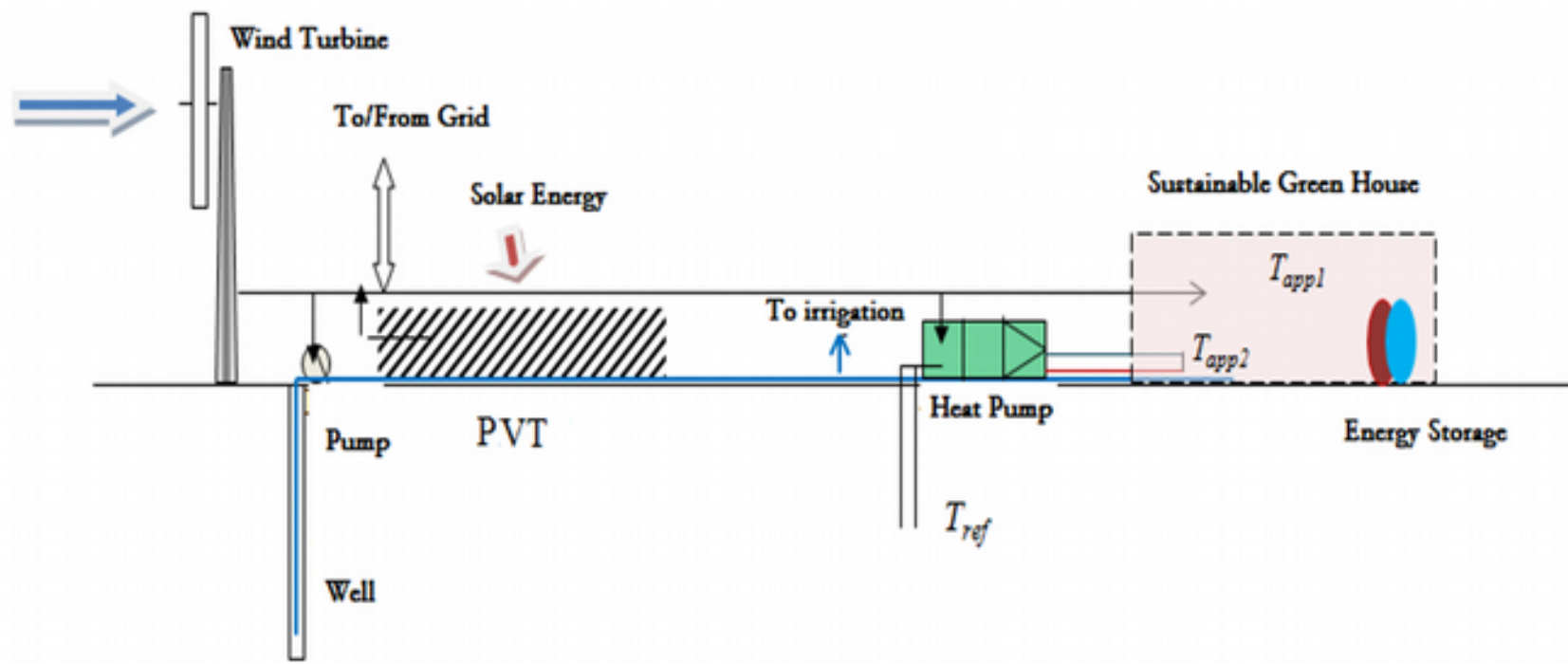


Bu patentli sistemde PV ve düzlemsel toplaç katmanları bir aradadır. Faz değişimli madde katmanında ise ısı depolanmaktadır. PV gözeleri ısı iletken şilte ile alt kısımdaki TEG elemanlarının alt yüzeyine ısının aktarılması ile soğutulmaktadır. Göreceli olarak daha soğuk olan faz değişimli maddeye bakan TEG yüzeyleri arasındaki sıcaklık farkından PV gözeler soğutulurken ek elektrik gücü elde edilmektedir. Isı ise pompa ve su dolaşımı yerine ısı boruları ile çekilerek pompa gideri ortadan kaldırılmıştır.

PVT-3 GÜNLÜK PERFORMANS ÖRNEĞİ

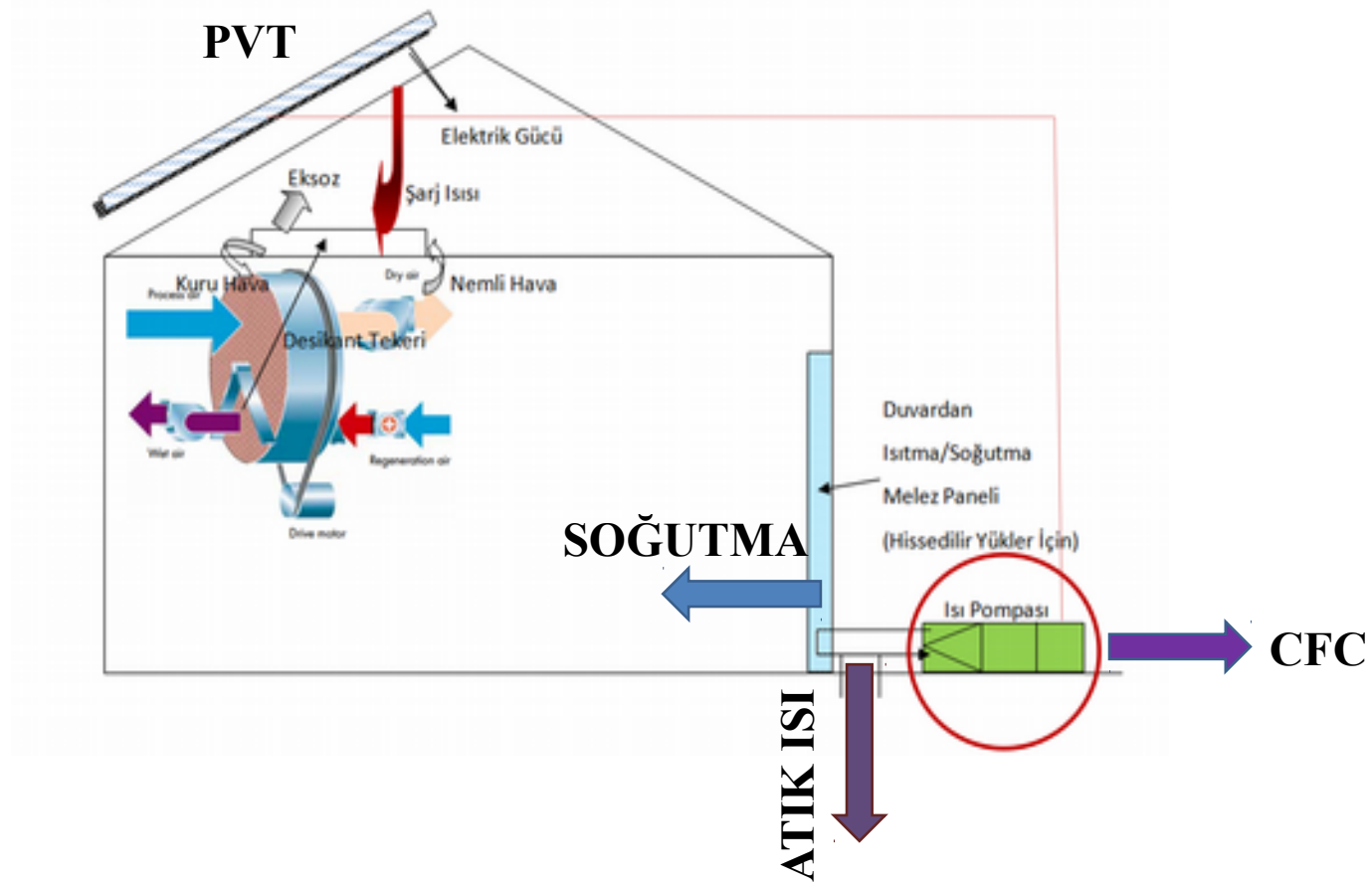


TARIMSAL UYGULAMA

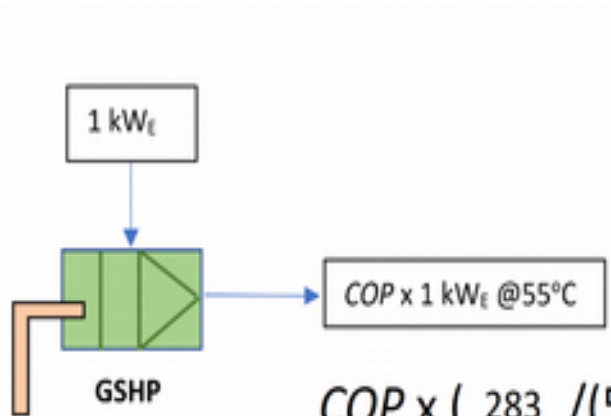


Bu uygulamada sulama kuyusunun pompası PV panellerden elde edilen ve rüzgar türbini ile desteklenen yenilenebilir enerji ile çalıştırılmaktadır. PV paneller ise sulama suyu ile PVT şeklinde soğutulmakta, bir kontrol yazılımı ile sulama suyu fazla ısıtılmamaktadır. Elde edilen ısı ise depolanarak gece saatlerinde sera kök ısıtmasında kullanılmakta gerektiğinde toprak kaynaklı ısı pompası ile desteklenmektedir. Isı pompası gündüz saatlerinde serayı soğutmaktadır.

KIBRIS GÜNEŞ EVİ



ISI POMPASI NE ZAMAN AKILCI OLUR?



1 kW_E

GSHP

COP x 1 kW_E @ 55°C

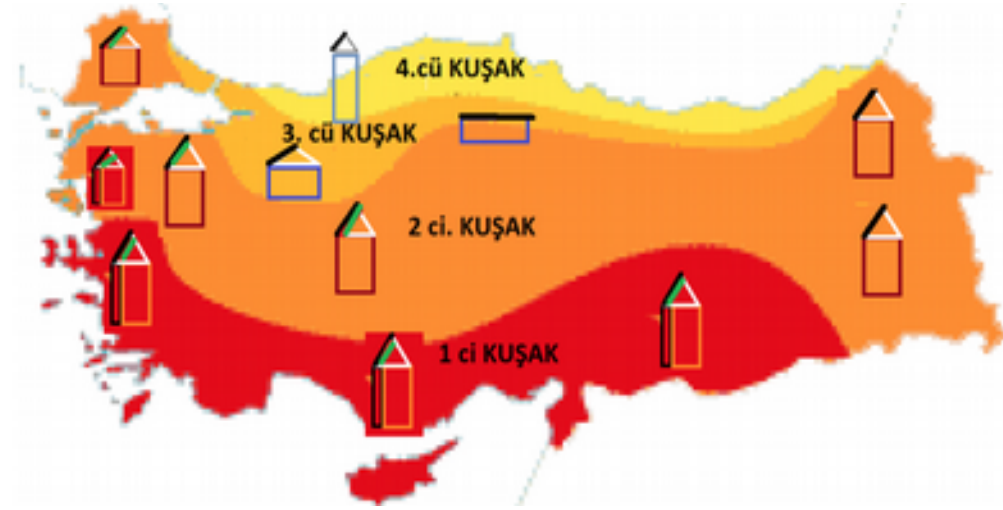
$$COP \times \left(\frac{283}{(55+273)/15} \right)$$
$$0.16 \times 3 = 0.48 \text{ kW}_H < 1 \text{ kW}_E$$
$$COP_{\min} = \frac{1}{\left(1 - \frac{283K}{(55+273)K} \right)} = 7.28$$
$$COP = a - b(T_{out} - T_R)$$
$$T_{out} = \sqrt{T_{ref} \left(T_R + \frac{a}{b} \right)}$$

ISITMADA COP EN AZ 7.28 OLMALIDIR

YAPILMASI GEREKENLER

- Güneş enerjisi hem kendi içinde melezleşmeli (PVT gibi)
- Hem de dışında melezleşmeli (Rüzgar, Dalga, Jeotermal gibi)
- Özgün otomasyon ve eniyileme algoritmaları geliştirilmeli
- Enerji depolama sistemleri uygulanmalı
- Atık ısı ile buluşmalı
- Melez enerji potansiyeli atlasları hazırlanmalı

ENUYGUN PV/PVT UYGULAMA ATLASI



Güneş Kuşağı Bölgesi	Önerilen PV ve PVT sistemleri ve konumları
1	Çatıda PVT, Cephelerde PVT
2	Çatıda PVT veya yerel iklime göre sadece PV
3	Çatıda veya düz çatıda PV
4	Çatıda PV

EKSERJİ TABANLI KOMPOZİT YENİLENEBİLİR ENERJİ ATLASI



Türkiye Ortalamaları (Bölüm enerji başına ekserji)	
ϵ_S (Güneş)	0,35
ϵ_R (Rüzgar)	0,45
ϵ_G (Jeotermal)	0,17
ϵ_B (Biyokütle)	0,76

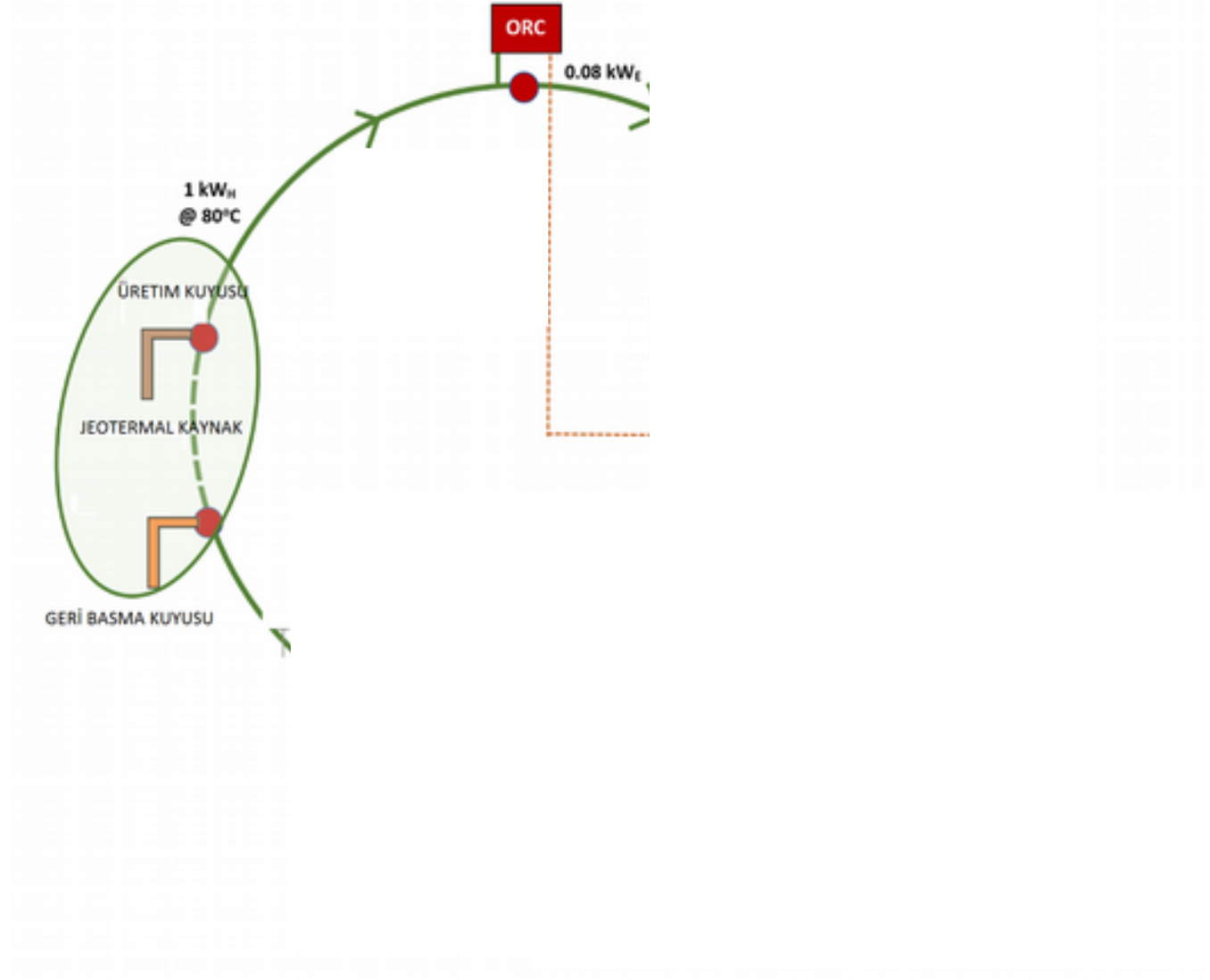
Ekserji Tabanlı Yenilenebilir Enerji Atlası
©2016 Şiir Kalkış



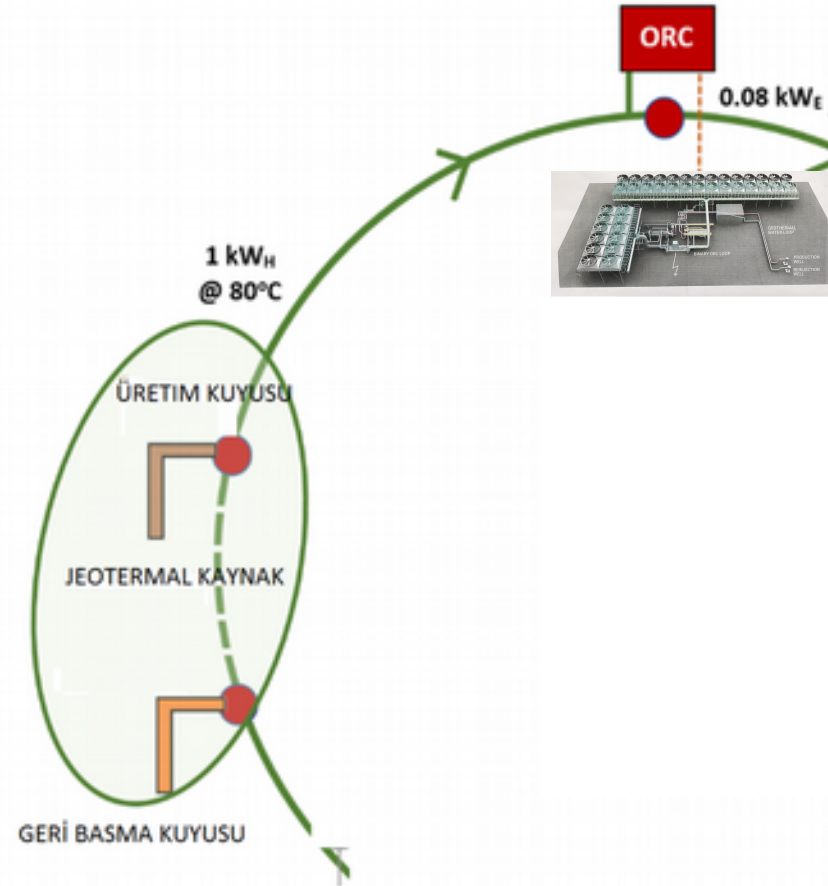
Türkiye Ortalamaları (Birim enerji başına ekserji)	
ϵ_S (Güneş)	0,35
ϵ_W (Rüzgar)	0,45
ϵ_G (Jeotermal)	0,17
ϵ_B (Biyokütle)	0,76

BAŞKA SIRADIŞI FAKAT AKILCI UYGULAMALAR

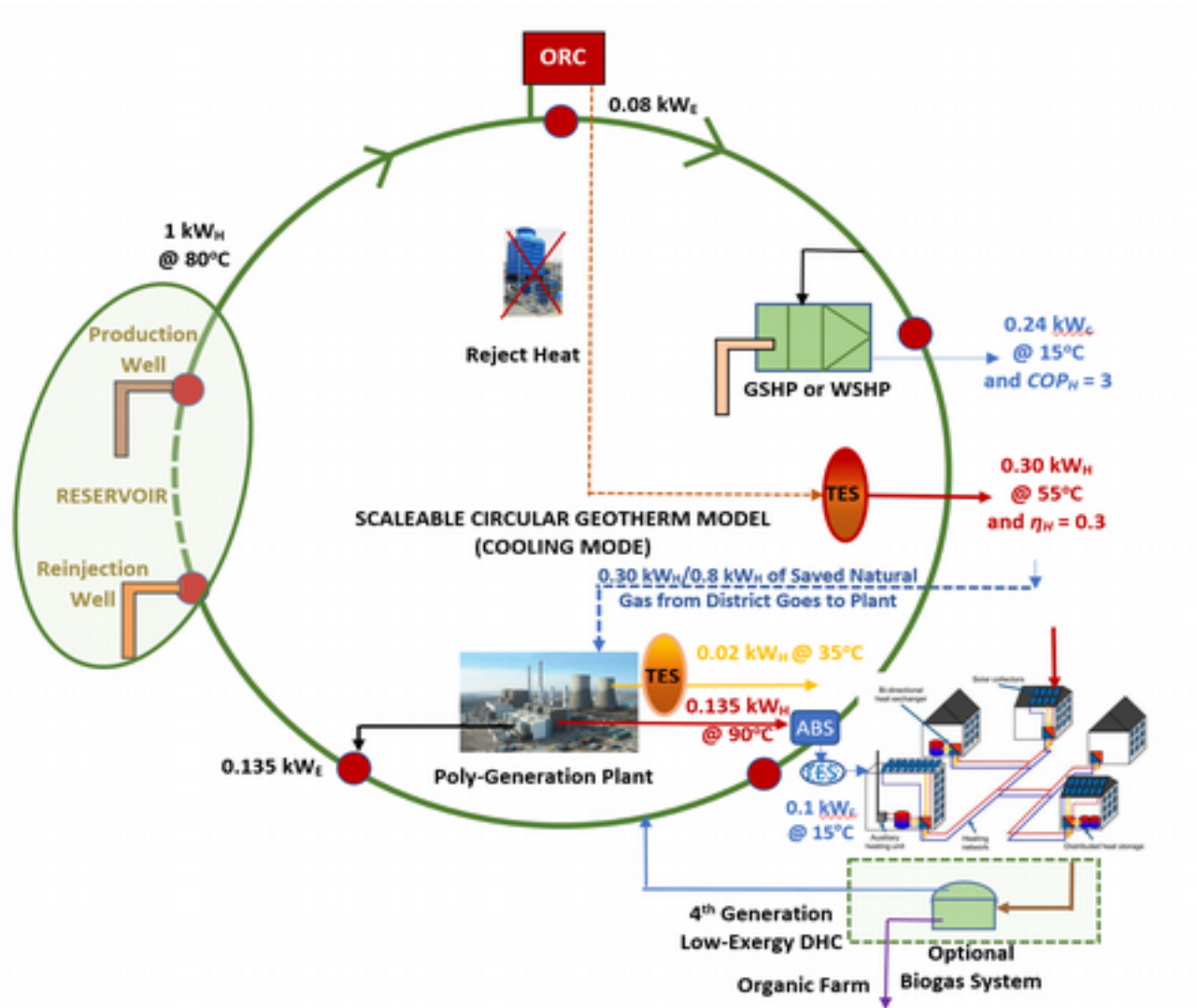
JEOTERMAL ENERJİ SANTRALİ (JES UYGULAMALARI)



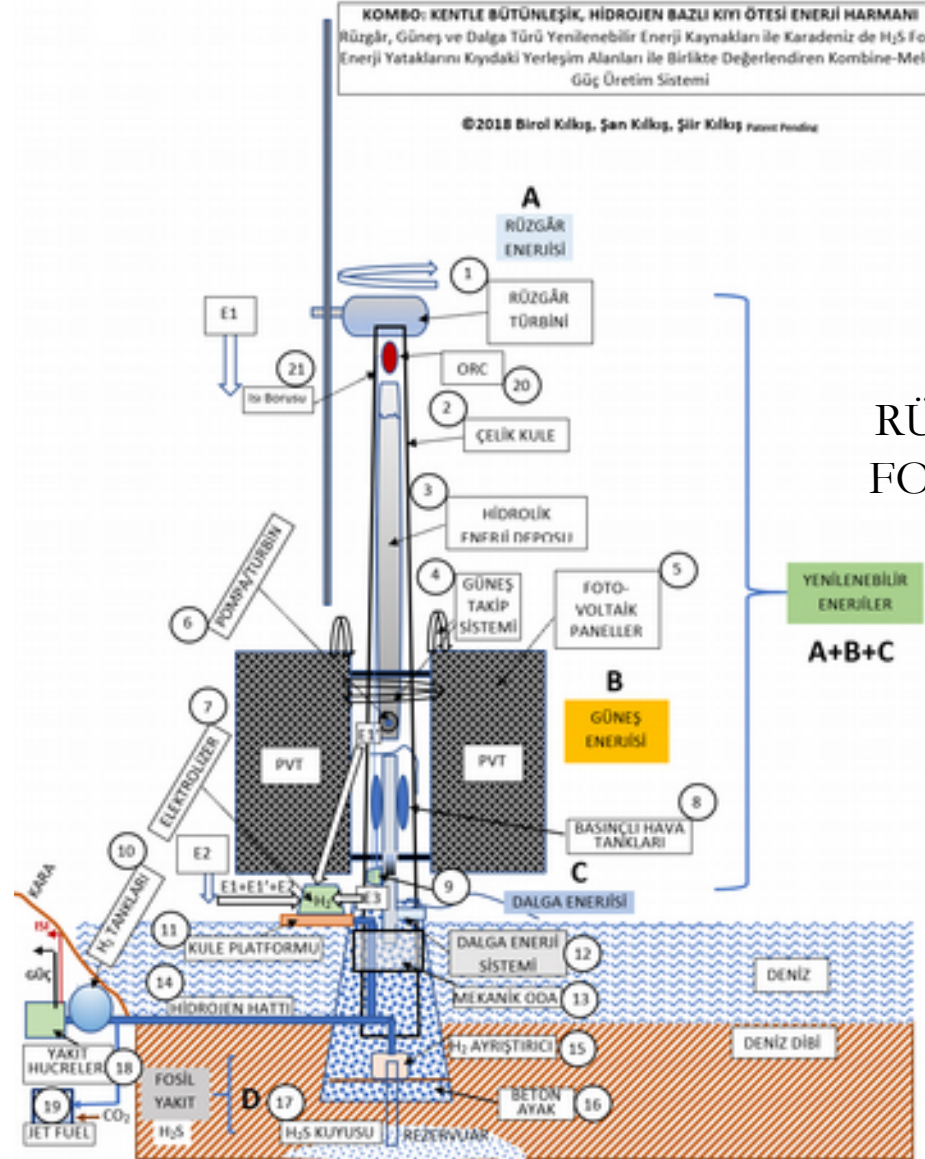
JES UYGULAMALARI



JES UYGULAMALARI

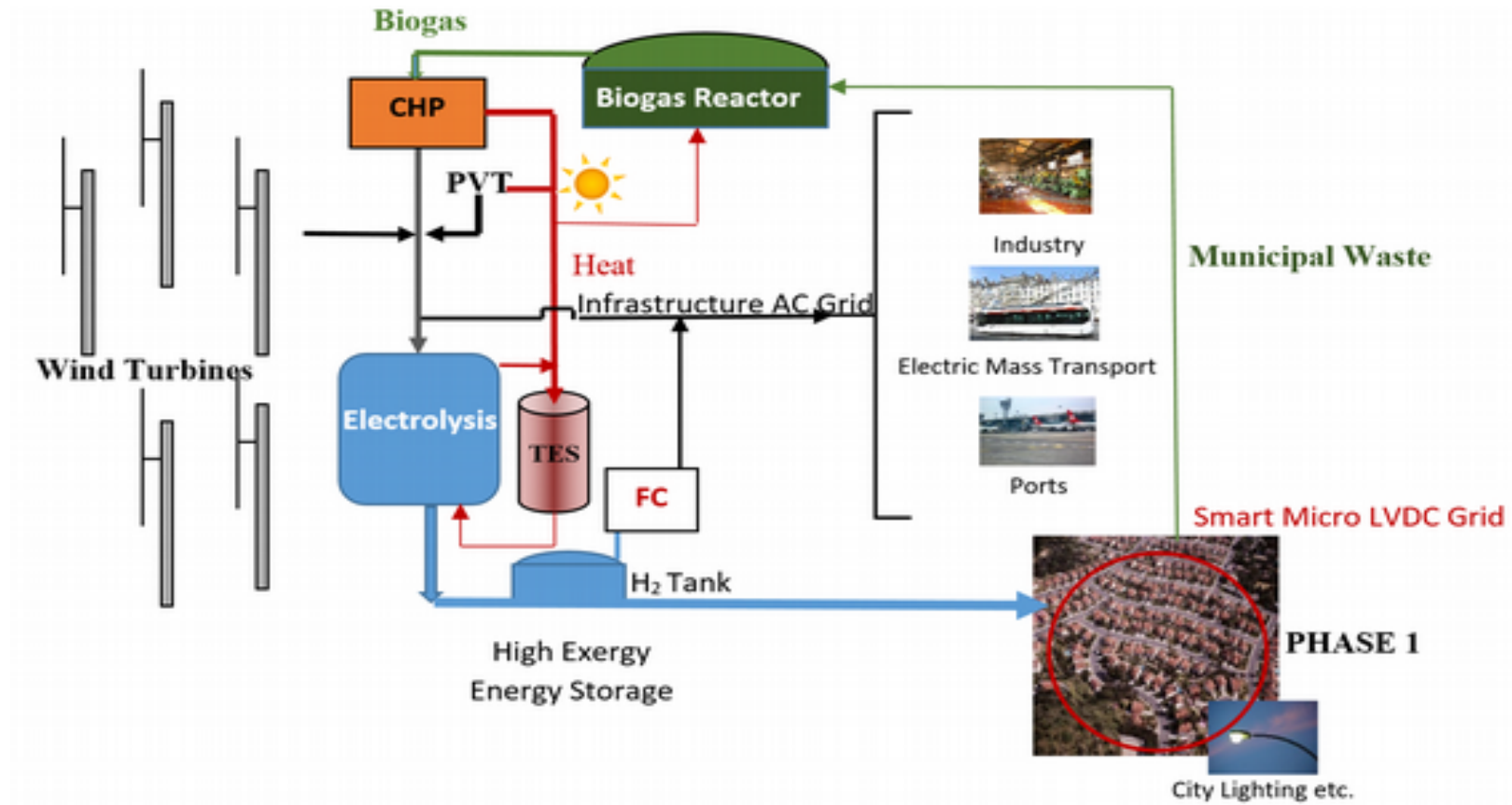


KARADENİZ H₂S YATAKLARINDAN HİDROJEN ÜRETİMİNDE KIYI ÖTESİ MELEZ YENİLENEBİLİR ENERJİ HARMANI

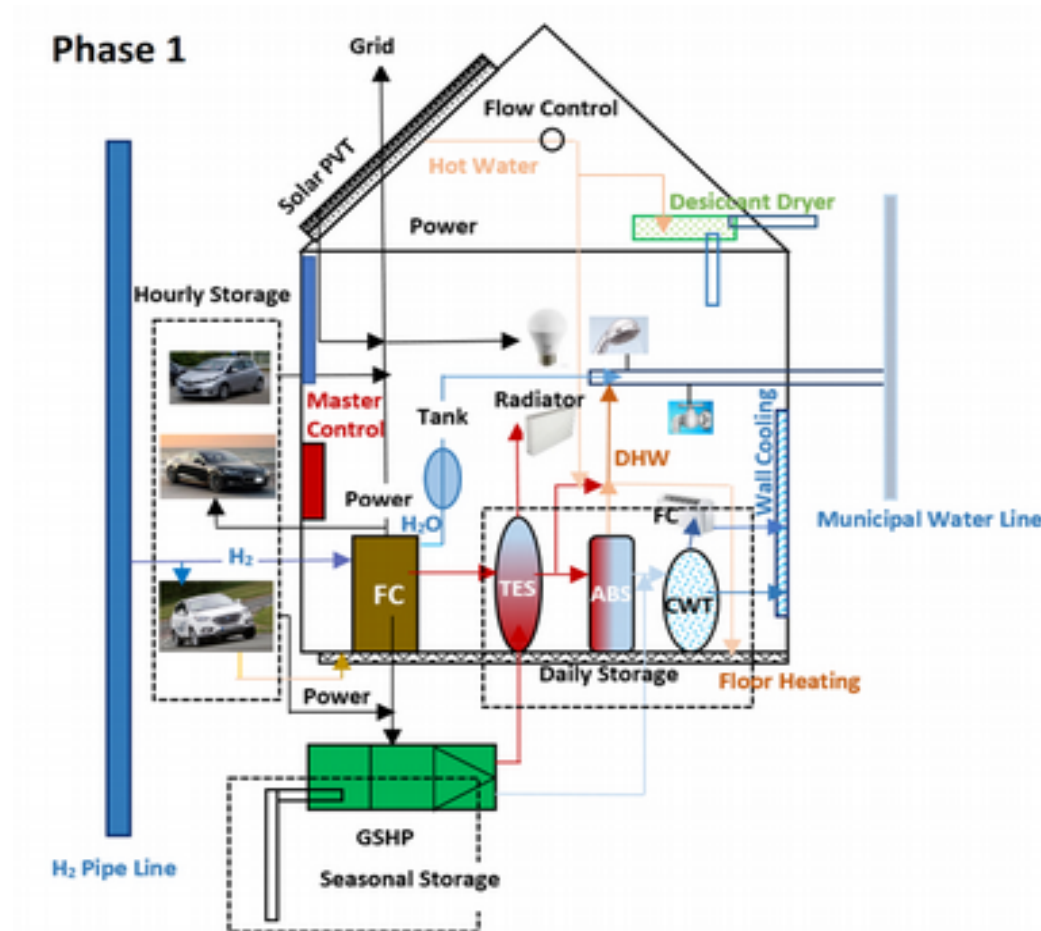


RÜZGAR, GÜNEŞ, DALGA ENERJİSİ VE FOSİL YAKIT BİRLİKTELİĞİNDEN KIYI ÖTESİNDE DOĞAN HİDROJEN ENERJİSİ

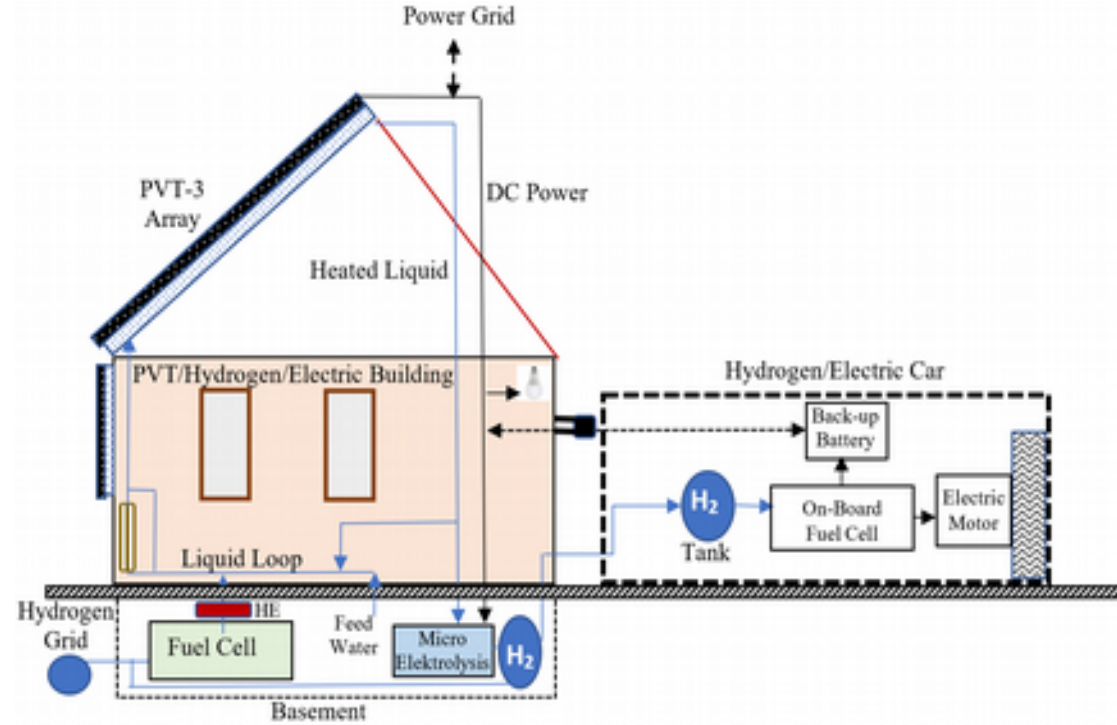
GELECEĞİN HİDROJEN KENTİ



MELEZ HİDROJEN EVİ

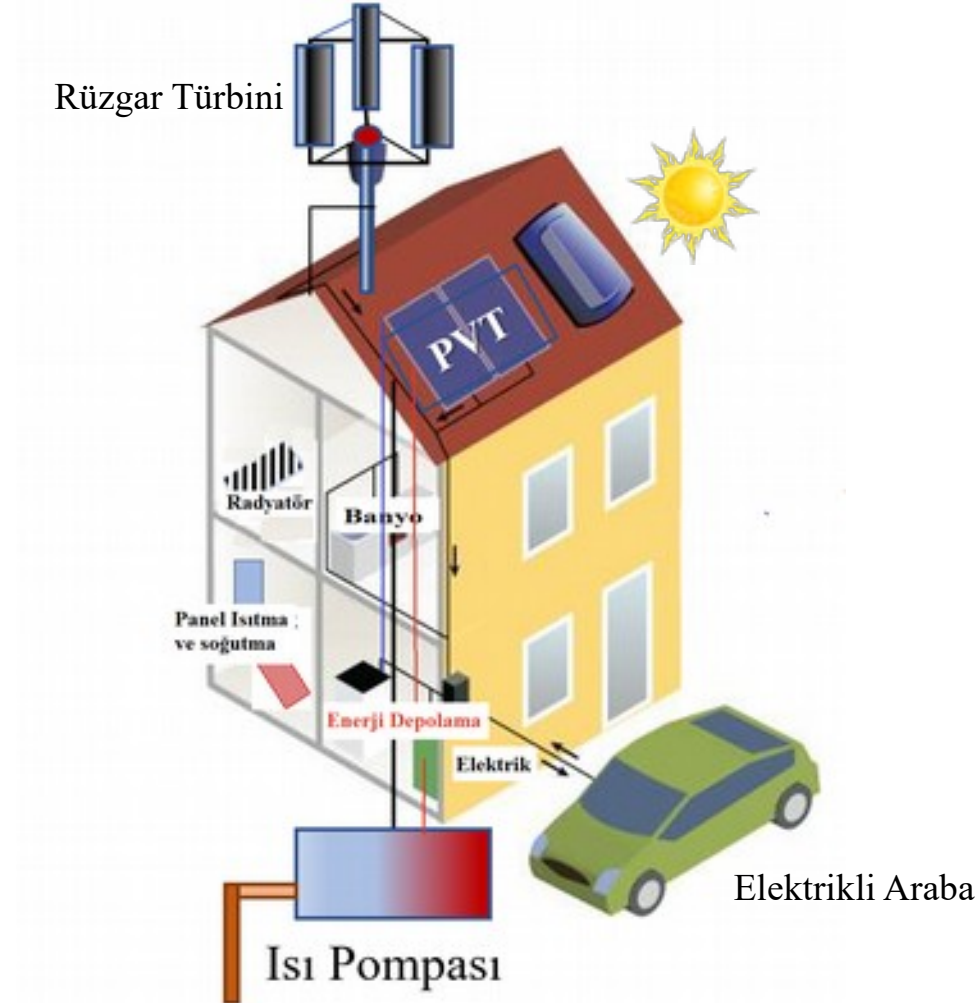


SIRADIŞI BİR ÇÖZÜM: HİDROJEN EVİ VE HİDROJEN ARABASI



ELEKTRİKLİ ARABANIN SORUNLARI

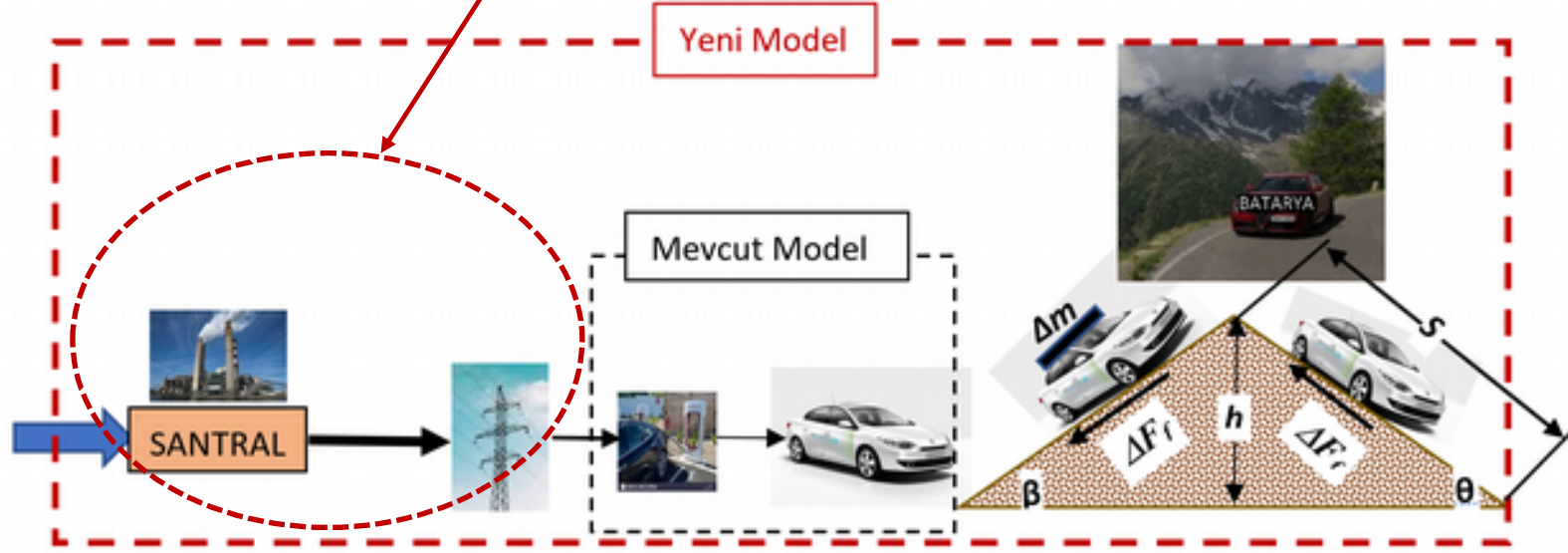
SIRADIŞI ÇÖZÜMLER: GÜNEŐŐ VE RÜZGAR EVİ



Kaynak: Birol Kılış

ELEKTRİKLİ ARABALARDA EN ÖNEMLİ SORU:

ELEKTRİK ENERJİSİ NEREDEN GELİYOR
VE HANGİ YAKIT TÜKETİLİYOR?



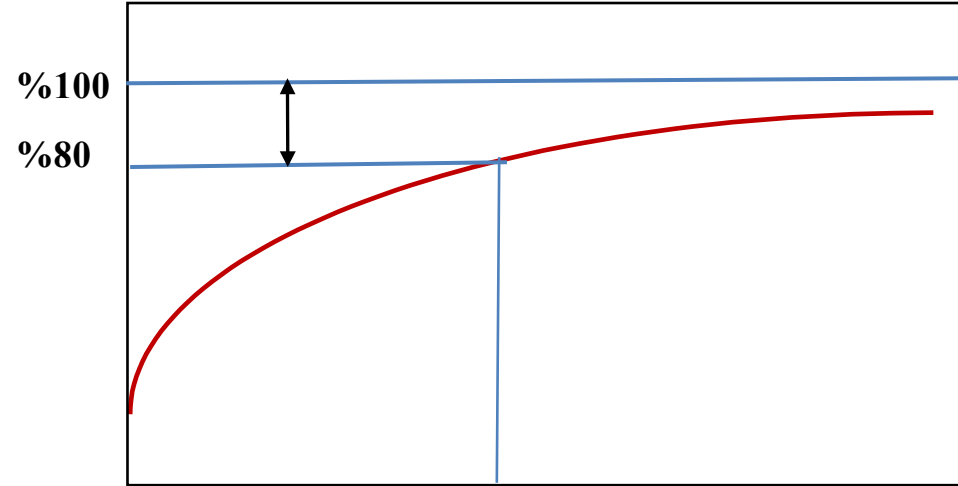
Bir Elektrikli Arabanın Modellemesinin Sınırları: Mevcut ve Yeni Model, ©2017 Birol Kılış.

EN ÖNEMLİ SORUN

BATARYA EK AĞIRLIĞI (BENZİNLİ OTOMOBİLE GÖRE YAKLAŞIK 120-170 kg)

DAHA FAZLA BATARYA AĞIRLIĞI

Şarj Yüzdesi



Şarj Süresi

Şarj süresini kısaltmak için genelde bataryalar %80 doldurulur. Aynı menzil için bu yöntem daha fazla batarya daha fazla ağırlık demektir.

ELEKTRİK ENERJİSİ NEREDEN GELİYOR VE HANGİ YAKITLAR TÜKETİLİYOR?

Tablo 1. 2016 Yılı Güç Santrallerimizin Kurulu Güç Payları (Enerji Atlası, <http://www.enerjiatlası.com> verileri kullanılarak bu program için özel hazırlanmıştır).

Kaynak Türü	Sıra No	Kaynak	Kurulu Güç			
			Özgül CO ₂ Salımı, c kg CO ₂ /kW-h	Toplamdaki % Payı	Toplam Pay %	Ortalama Verim
Fosil	1	Kömür ve Linyit	0.35	21.54	54.89	0.27*
	2	Doğal Gaz	0.2	32.18		
	3	Fueloil, nafta vb..	0.28	1.17		
Yenilenebilir	4	Hidroelektrik	-	32.73	45.11	0.85**
	5	Güneş	-	2.7		
	6	Rüzgâr	-	7.82		
	7	Jeotermal	0.8***	1.24		
	8	Biyogaz	0.2	0.62		

Genel Verim: 0.53

* Santral ısı verimi, şebeke hat iletim-dağıtım verimleri, YG, OG, AG trafo kayıpları (Kaçaklar hariç).

** Şebeke hat iletim verimleri, YG, OG, AG trafo kayıpları (Kaçaklar hariç), PV evirici kayıpları vs.

*** DB verileri

YAKIT TÜRÜ VE ANLIK HARMAN ÖNEMLİ

Tablo 2. Temmuz 2017 de Güç Santrallerimizin Gerçek Üretim Payları (ETKB, 2017).

Kaynak Türü	Sıra No	Kaynak	Güç Üretimi					Ülke Geneli Özgül Salım
			Özgül CO ₂ Salımı, <i>c</i> kg CO ₂ /kW-h	Toplam Üretimdeki % Payı	Toplam % Pay	Ortalama Güç Oranı (1/PEF)	Ağırlıklı Özgül Salım	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fosil	1	Kömür ve Linyit	0.35	31	66	0.27	0.272	0.196 ⁴
	2	Doğal Gaz	0.2	34		0.36		
	3	Fueloil, nafta vb..	0.28	1		0.29		
Yenilenebilir	4	Hidroelektrik	-	23.5	34	0.73 ²	0.05	
	5	Güneş S.	-	2				
	6	Rüzgâr S.	-	6				
	7	Jeotermal S.	0.8 ³	2				
	8	Biyogaz S.	0.2	0.5				

¹ Santral ısı verimi, şebeke hat iletim-dağıtım verimleri, YG, OG, AG trafo kayıpları (Kaçaklar dahil).

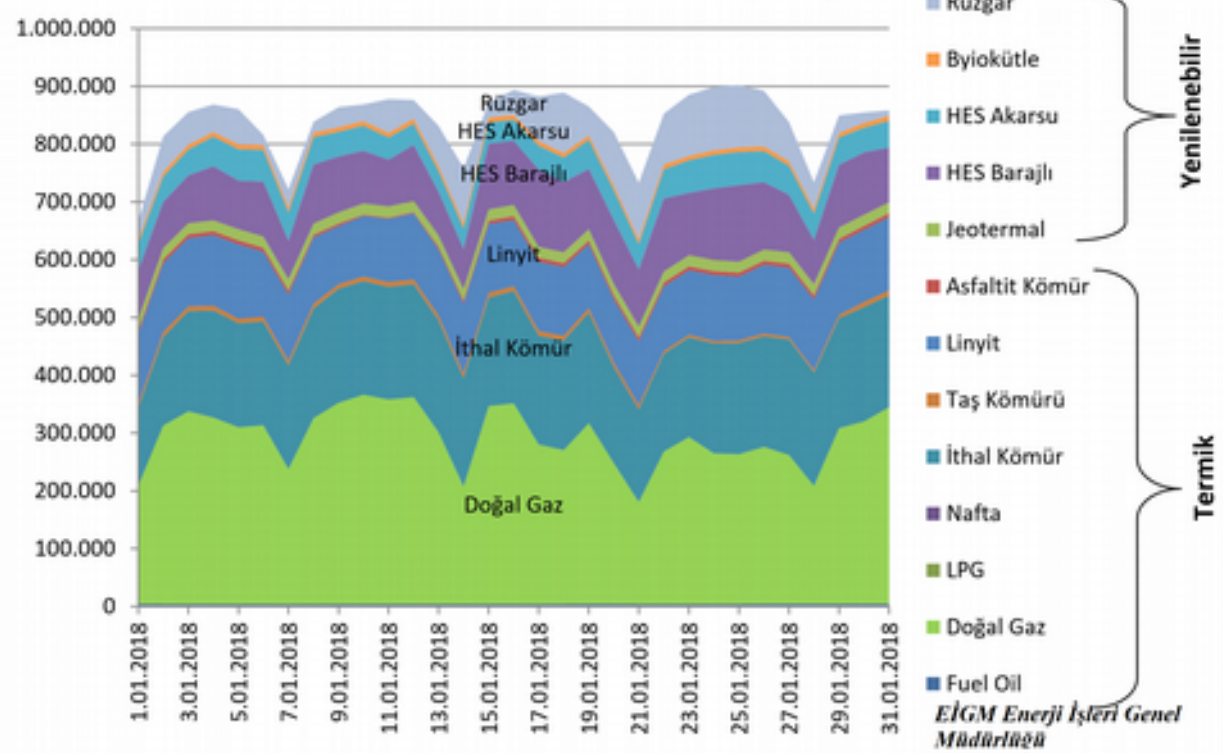
² Şebeke hat iletim verimleri, YG, OG, AG trafo kayıpları (Kaçaklar dahil), PV evirici kayıpları vs.

³ Dünya Bankası verileri

⁴ Ortalama güç üretimi ve dağıtım verimleri kullanılarak

ENERJİ HARMANI HER AN DEĞİŞMEKTE

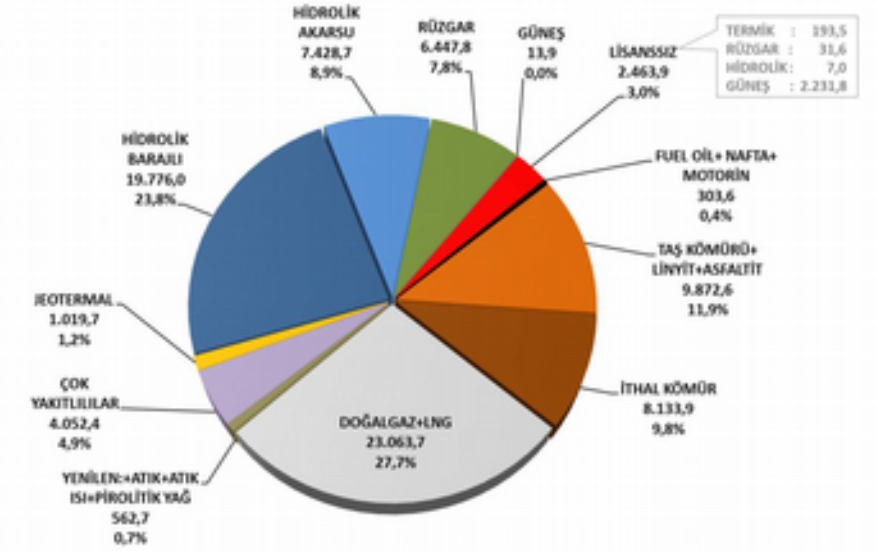
Kaynak Türlerine Göre Üretim Miktarı (MWh)



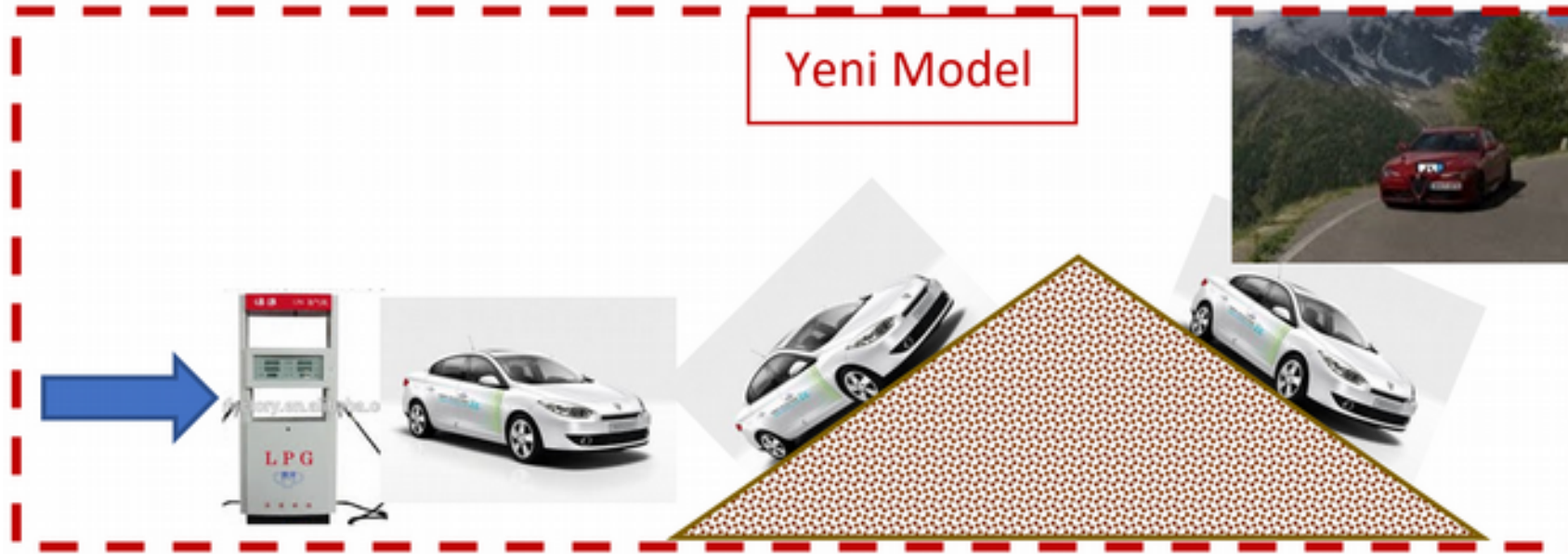
Elektrik enerjisi kurulu gücü ve üretiminin kaynaklara dağılımı ile puant grafiklerini indirmek için

Tarih: 12.12.2017

TÜRKİYE'DE ELEKTRİK ENERJİSİ KURULU GÜCÜ – 2017 KASIM SONU



KURULU GÜÇ (11/2017) : 83.138,9 MW



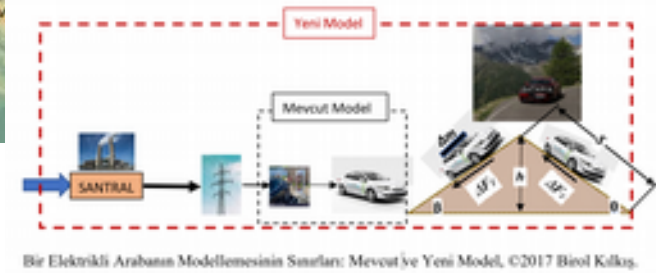
LPG YAKITLI OTOMOBİL İÇİN YENİ MODEL ©2017 Birol Kılış

SENARYO	AÇIKLAMA	kg CO ₂ /kW-h (Teorik)
1	Elektrikliye Dönüştürülmüş Otomobil	1.146
2	LPG Yakıtlı Otomobil	0.762

ELEKTRİKLİ ARABALARDA PERFORMANS 2 DEĞİL 3 BOYUTLU

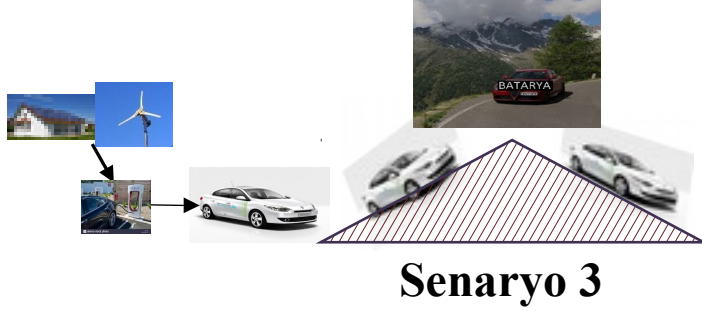


Bu nedenle yakın gelecekte karayolları haritalarımız da 3 boyutlu olmak zorunda

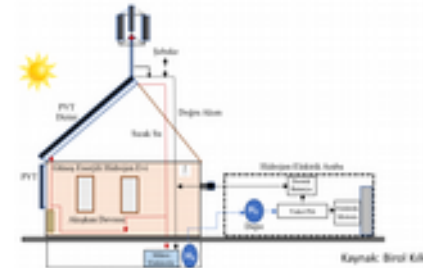


HANGİ OTOMOBİL DAHA ÇEVRECİ?

Termik Santrallere Göre



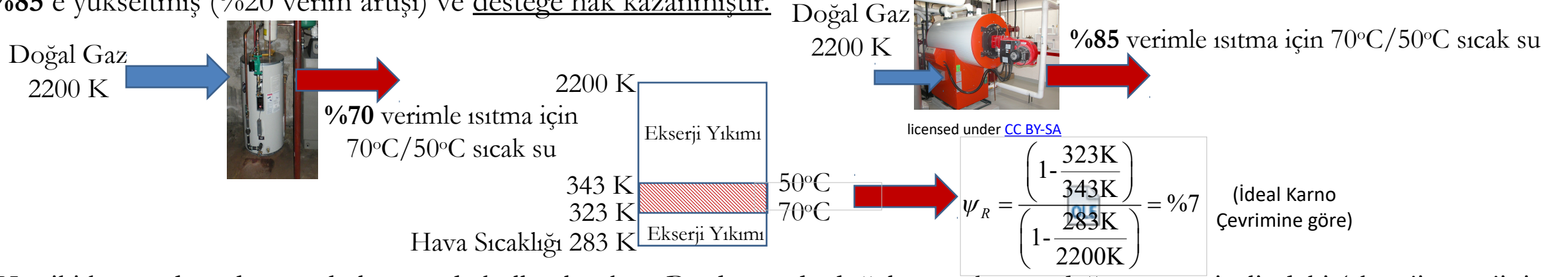
SENARYO	AÇIKLAMA	kg CO ₂ /kW-h (Teorik)
1	Elektrikliye Dönüştürülmüş Otomobil	1.146
2	LPG Yakıtlı Otomobil	0.762
3	Evde PV İle Şarj Olan Elektrikli Otomobil	0.40
4	Evde PVT İle Şarj Olan Elektrikli Otomobil	0.15-0.25
5	Hidrojen Evinde Dolum Yapılan Hidrojen Otomobili	0.20



EK GÖRÜŞ ve ÖNERİLER

KALKINMA VE YATIRIM DESTEKLERİNDEKİ DEĞERLENDİRME EKSİKLİKLERİ

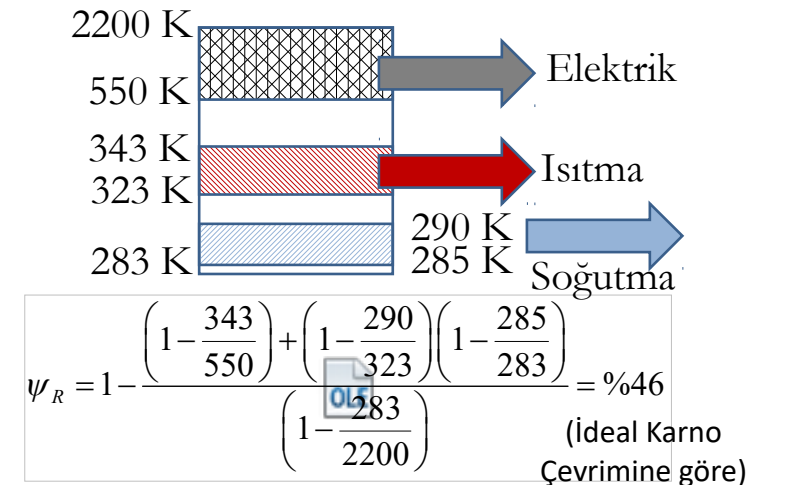
Dünya Bankası ve AB kredi değerlendirmelerinde en önemli ölçüt enerji verimliliğinde %20 artış garantisidir. Bu ölçüt sadece Termodinamiğin Birinci Yasa veriminden ibarettir. Bu yeterli bir ölçüt olmadığı yanlış kararlara yol açabilmektedir. Aşağıdaki örnekte bir kazan firması ARGE ve yatırım desteğine başvurarak yeni yoğuşmalı, doğal gazlı bir kazan geliştirerek verimi %70 den %85 e yükseltmiş (%20 verim artışı) ve desteğe hak kazanmıştır.



Her iki kazan da sadece mahal ısıtmada kullanılacaktır. Bu durumda doğal gazın katma değer potansiyelindeki (ekserji: enerjinin kalitesi) yıkım aynıdır ve Termodinamiğin İkinci Yasası çerçevesinde ψ_R ile tarif edilir.

Her iki kazan enerjinin akılcı kullanımında çok küçük bir düzeye sahiptir (%7).

Buna karşılık başka bir firma mikro-birlikte ısı ve güç (Trijenerasyon) sistemi geliştirmiştir. Hem elektrik hem ısıtma ve gerektiğinde soğutma yapabilmektedir. Toplam Birinci Yasa Verimi %80 dir ve mevcut ölçütlere göre destek alamamaktadır. *Halbuki Akılcı Ekserji Verimi*, ψ_R çok yüksek olup (%46) doğal gazı çok akıllı kullanmakta daha fazla yakıt tasarrufu sağlamakta (%30), CO₂ salımlarında büyük azalma sağlamaktadır (1- ψ_R). Dolayısı ile her iki kazandan da çok üstün olmakla birlikte hiçbir destek alamamaktadır. Bu yanlışın uluslararası ve ulusal platformlarda mutlaka düzeltilmesi ve Ekserji Akılcılığının ($\Delta\psi_R \geq \%20$) enerji verim ölçütünün önüne getirilmesi gerekir. Bu yaklaşım dekarbonizasyon ve küresel ısınma alanında çok önemlidir.



JEOTERMAL ENERJİDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Dünya Bankası raporuna göre Ege grabenindeki jeotermal sahalar çok fazla kalsiyum karbonat içermekte ve aşırı CO₂ salımlarına (tutulmadığı takdirde) neden olabilmektedir ($C_{jeotermal}$). Nitekim aynı DB raporunda elektrik üretiminde jeotermal enerji sistemlerinin ürettiği kW-saat elektrik başına saldığı CO₂ gazının kömür santrallerine çok yakın olduğu belirtilmekte hatta bazı yayınlarda daha fazla olduğu açıkça görülmektedir (1800 g CO₂/kW-h)^[1].

Buna karşın jeotermal enerjiden elektrik üretilirken toprak tarafından CO₂ gazının geri emildiği gibi savlar ortaya atılmakta tamamen temiz bir enerji kaynağı olarak sunulabilmektedir. Bu gibi yaklaşımlar gerçekçi olmayıp özellikle düşük entalpili jeotermal sahalarda, uygulanacak düşük verimli Organik Rankin Çevrimli Santral desteklerinde çok titiz davranılmalıdır. Ayrıca ORC santrallerinin atık ısısının genelde kuru (havalı) soğutma kulelerinde atılması nedeni ile kule fanlarında ve kuyu pompalarında (varsa) tüketilen toplam elektrik gücünün de hesaplarda mutlaka göz önünde tutularak brüt elektrik üretiminden tenzil edilmeleri gerekir (Net Santral Verimi).

Bu amaçla destek değerlendirmelerinde 1 kW-saat enerji sağlayan jeotermal kaynağın CO₂ içeriği ($C_{jeotermal}$) ve net santral verimi kullanılarak santralin kW-saat başına saldığı CO₂ miktarı yeniden hesaplanmalı ve mevcut üst sınırın da değerlendirmelerde daha aşağı çekilmeli ayrıca CO₂ gazının da mutlaka ve tamamen tutulup ticari meta haline getirilerek değerlendirilmesi istenmelidir. Yoğuşturulamayan H₂S gazı gibi zararlı gazlar da değerlendirilmelidir. Örneğin Hidrojen gazı elde edilmeli bu amaçla güneş ve rüzgar enerjisinden yararlanılması öngörülmelidir.

$$\text{CO}_2 / \text{kW-h} = \frac{C_{jeotermal}}{\text{Net Santral Verimi}}$$

^[1]Aksoy, N, Özge, S. G., Mutlu, H., and Kılınç, G. 2015. CO₂ Emission from Geothermal Power Plants in Turkey, World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia

<Abstract: https://www.researchgate.net/publication/273259047_CO2_Emission_from_Geothermal_Power_Plants_in_Turkey>

Her Ezber Bozanın bir Çözümü Vardır

Sizi Bilimsel ve Teknolojik
Farklılıklarımızın Bilincine Varıp Yeni
Fırsatlara Dönüştürmeye Davet Ediyorum.



San Kilkis
Unesco Ödülü 2002