

KÖMÜRLÜ TERMİK SANTRALLARDA VERİMLİLİK ÇALIŞMALARI VE KAZANIMLAR

Muzaffer Başaran
Makina Yüksek Mühendisi
DEK TMK YK Üyesi
EÜAŞ Emekli Genel Md. Yrd.

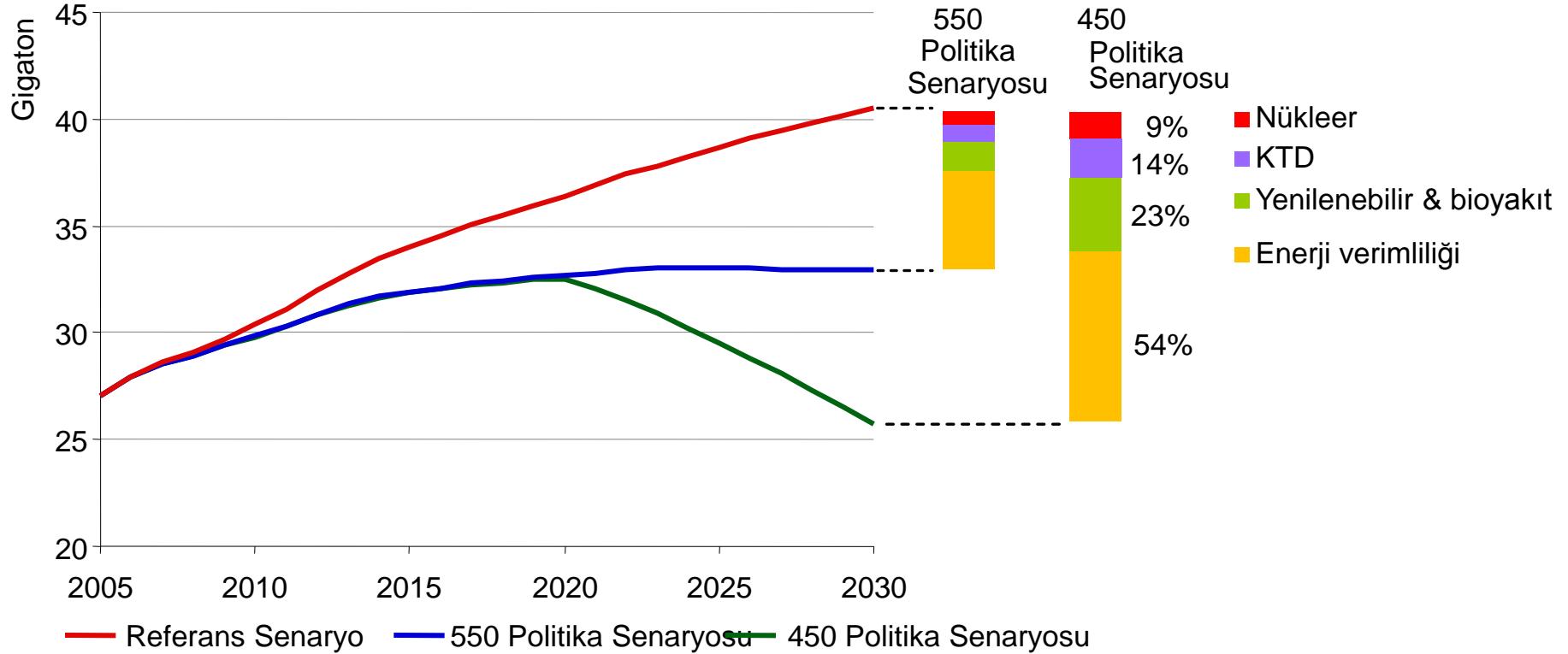


MMO KOCAELİ, III. ENERJİ VERİMLİLİĞİ KONGRESİ,
31 MART-02 NİSAN 2011 TÜBİTAK-MAM, GEBZE, KOCAELİ

Sunuş Planı

- ❖ Giriş
- ❖ Buhar Santralları
- ❖ Super Kritik Kazanlar
- ❖ Kömürlü Santrallarda Rehabilitasyon Kavramı
- ❖ Santralların Yaşlanması
- ❖ Rehabilitasyon Yapmanın Nedenleri
- ❖ Rehabilitasyon Kapsamının Belirlenmesi
- ❖ Dünya'da Rehabilitasyon
- ❖ Türkiye'de Rehabilitasyon
- ❖ Kojenerasyon
- ❖ Sonuç

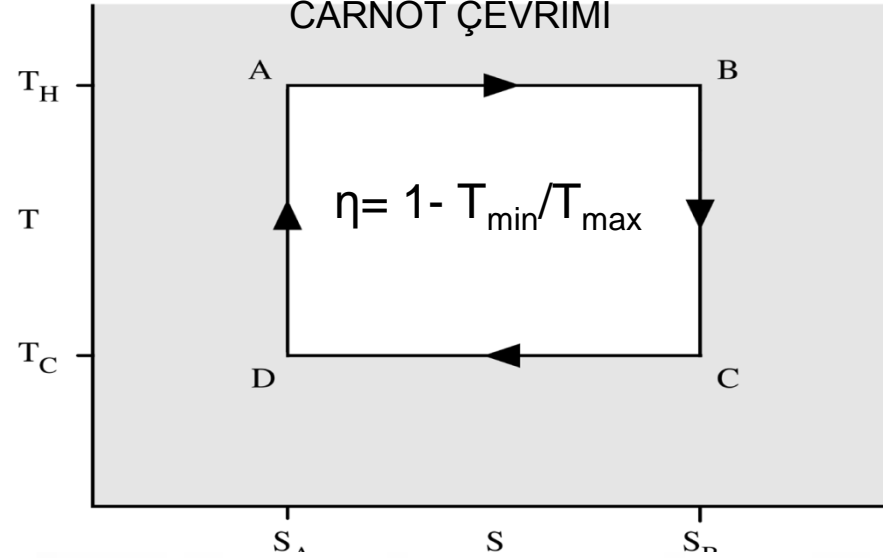
GİRİŞ



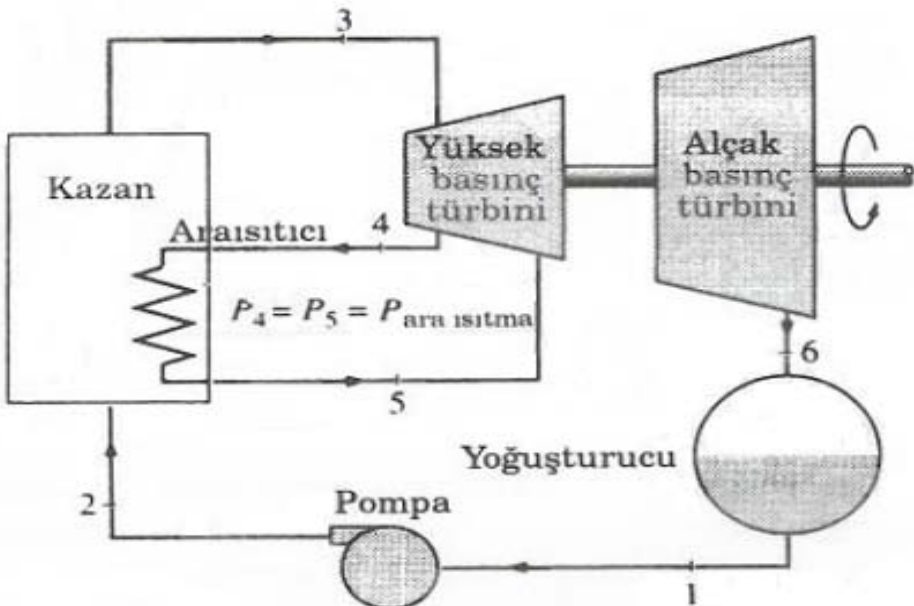
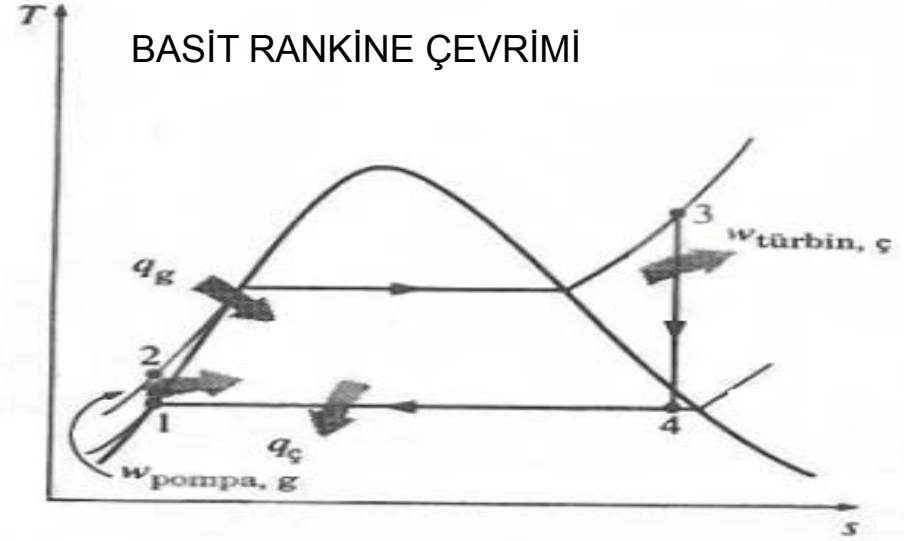
İklim Değişikliği Senaryoları

Termodinamikte Çevrimler

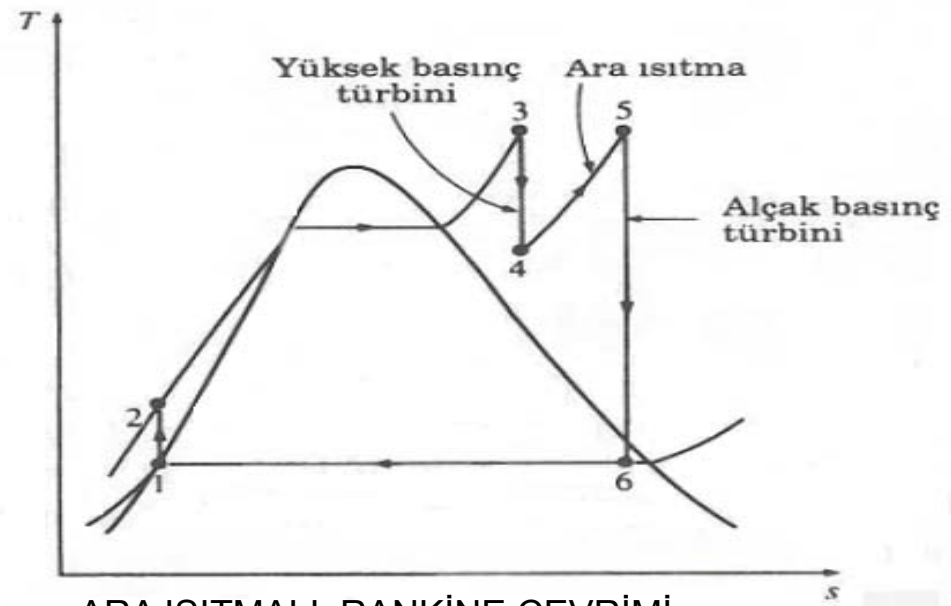
CARNOT ÇEVİRİMİ



BASİT RANKİNE ÇEVİRİMİ



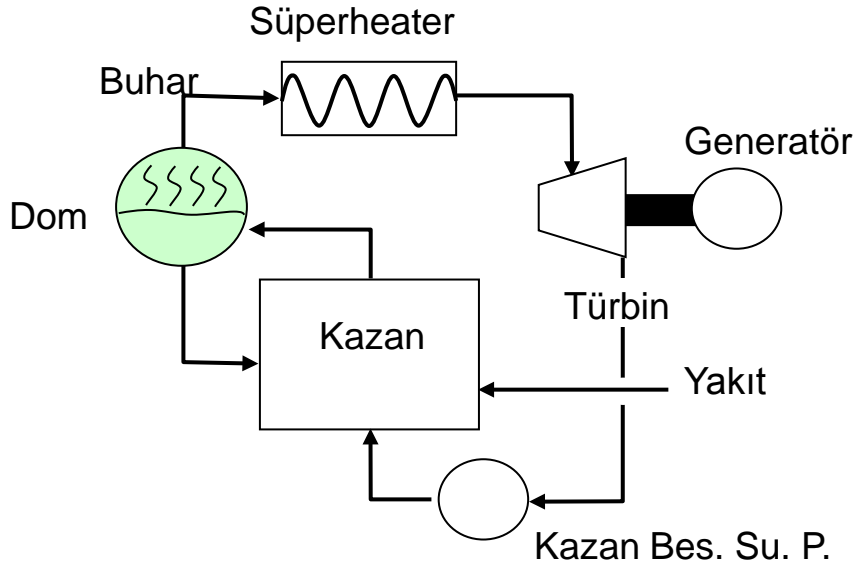
ARA ISITMALI RANKİNE AKIŞ ŞEMASI



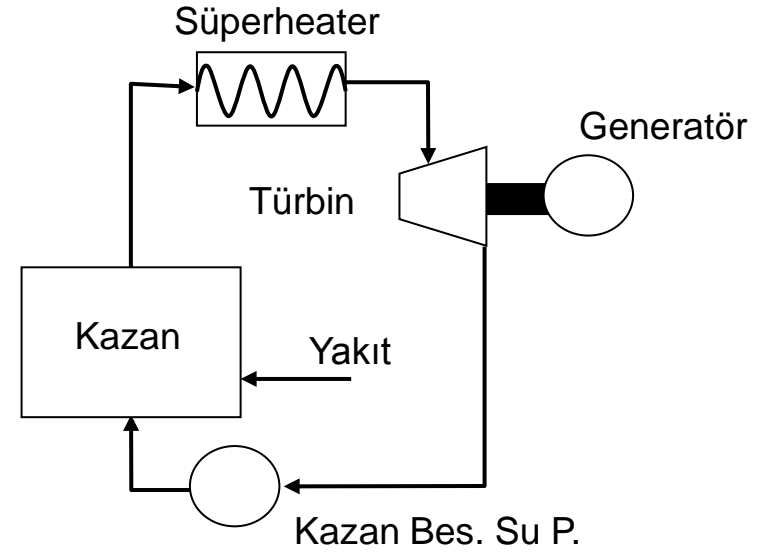
ARA ISITMALI RANKİNE ÇEVİRİMİ

Klasik ve Süperkritik Kazan Mukayesesi

Sub-critical Santral

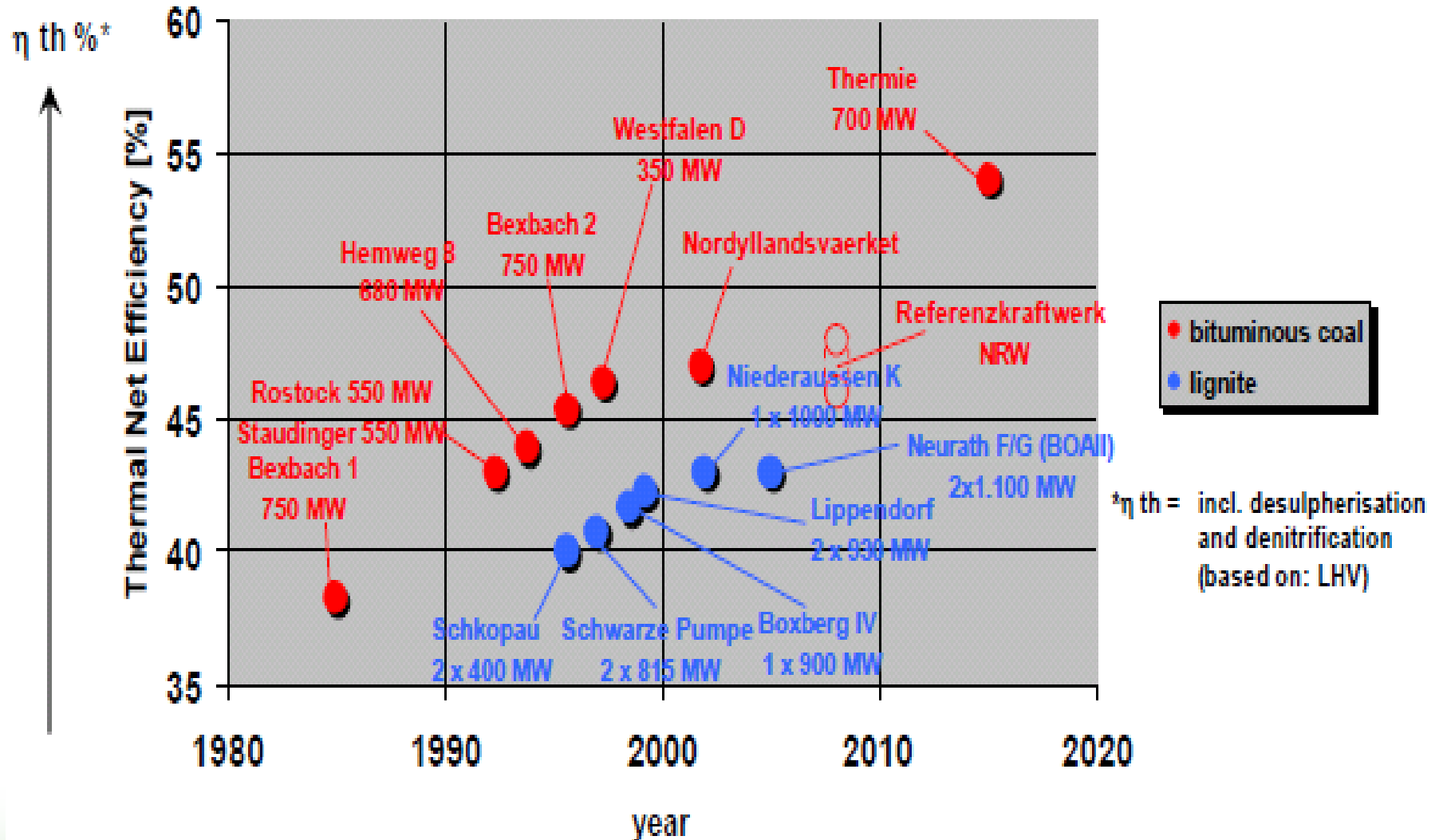


Super-critical Santral

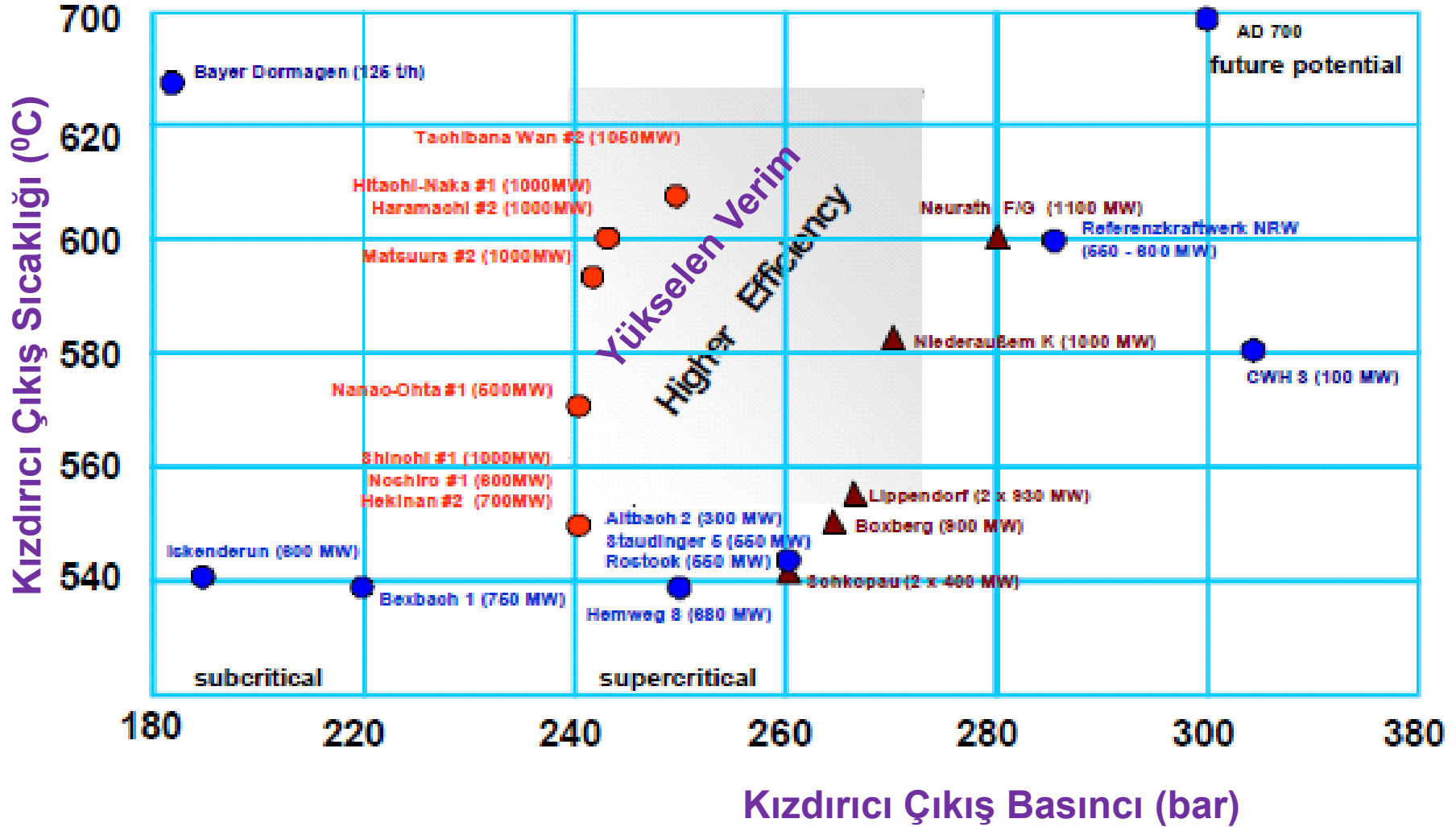


Kazan tipi	Kritik altı	Kritik üstü	Ultra Kritik Üstü
Sıcaklık (°C)	540	610	700
Basınç (bar)	130-250	250-285	300
Güç (MW)	150-350	500-1.000	500-1.100
Verim (%)	30-37	39-43	43-50

Kömürlü Santrallarda Net Verimin Gelişimi

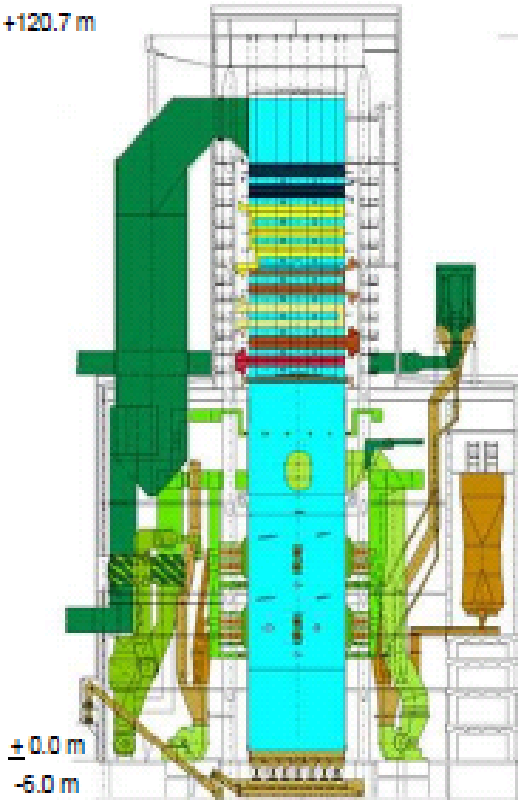


Kazanlarda Çıkış Sıcaklığı ve Basıncı

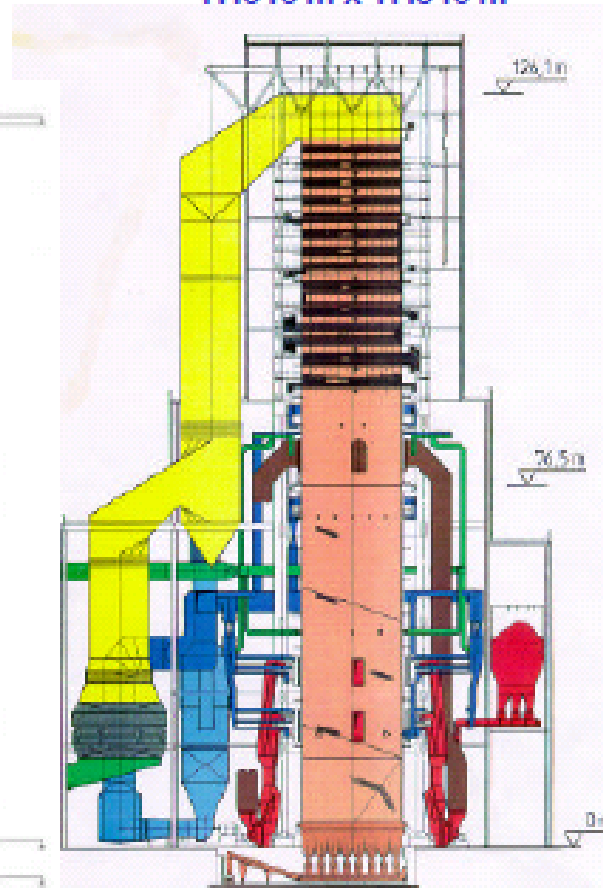


Kazanların Gelişimi

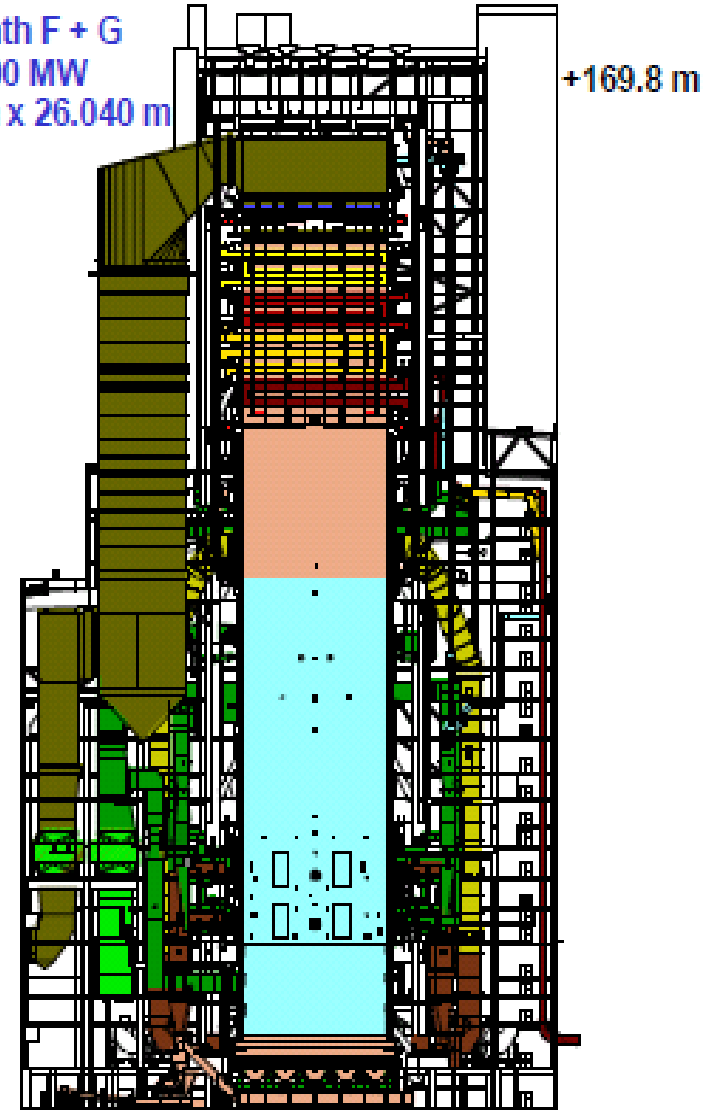
Elbistan B
4 x 360 MW
16.886 m x 17.168 m



Schkopau
2 x 450 MW
17.846 m x 17.846 m



Neurath F + G
1100 MW
26.040 m x 26.040 m



Kazan Malzemeleri

Membran Duvar

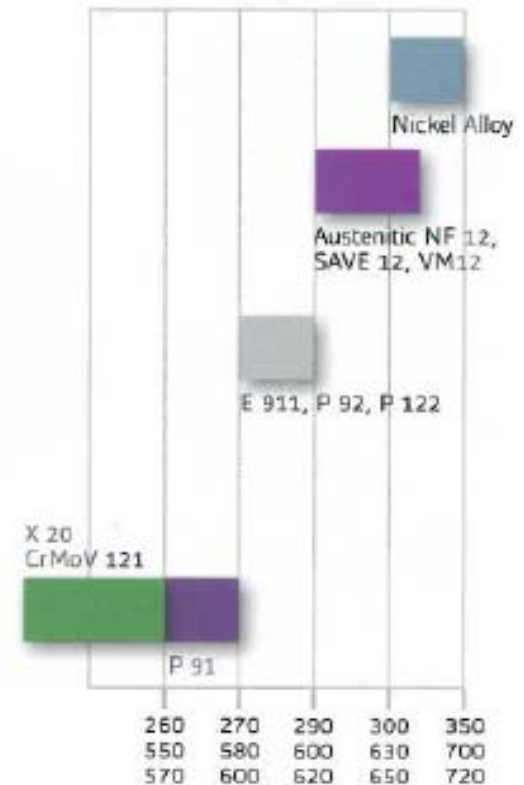
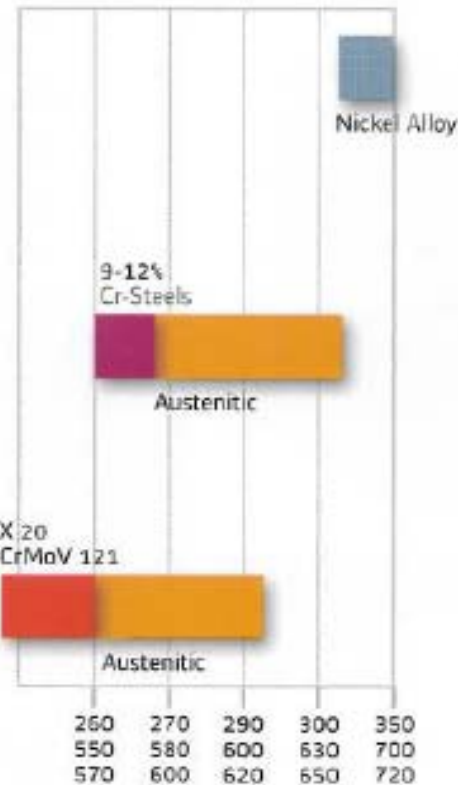
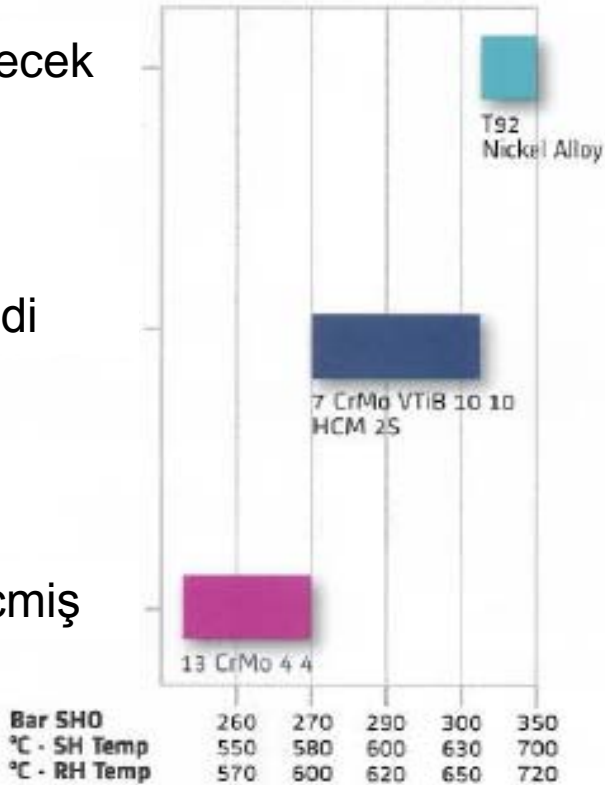
Borular

Kızdırıcı Çıkış Kolektörü

Gelecek

Şimdi

Geçmiş



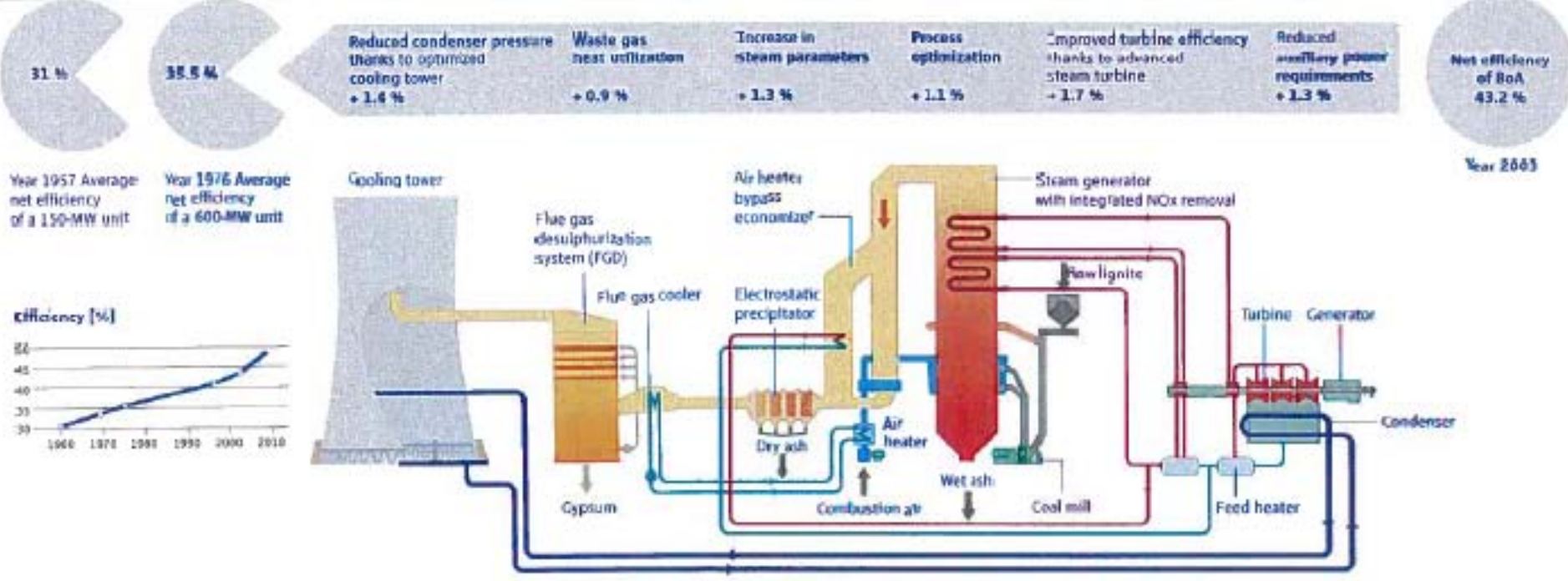
Nordjyllandsvaerket Santrali



- Elektriğinin %50'sini kömürden üreten Danimarka'da bulunan bu santral Dünya'nın en verimli kömür santralıdır.
- Sadece elektrik üretirken verim %47 ve yakındaki şehri ısıtmak için buhar verirken %90'dır.
- 411 MW gücündeki Santralı Vatenfall Şirketi işletmektedir ve Ekim 1998'de devreye girmiştir.
- Kazan tipi süpercritical, benson tipidir.

- Kömür kaynakları değışkendir. Örneğın Rusya, Polonya ve Güney Afrika.
- Kömür kalorifik deęer 6.000 kCal/kg (25,2 MJ/kg), kül %12,6 ve nem %9,7.
- Kızgın buhar sıcaklığı 580 °C ve basıncı 290 bardır.
- 8 ara buhar alma kademesi vardır ve besleme suyu sıcaklığı 300 °C'dır.
- Soğutma 10 °C'da deniz suyudur. Kondenser basıncı 0,023 bardır.
- Islak kireçtaşı metoduyla çalışan FGD sistemi vardır.
- SO₂ emisyonu 13 mg/m³, NO_x emisyonu 146 mg/m³ ve toz emisyonu 18 mg/m³'dir.
- Kazan Teslimatçısı: FLS miljo/BWE, Aalborg Industries, Volong Energy Systems
- Türbin Teslimatçısı: GEC Alstom
- Yatırım maliyeti 1.400 \$/kW'dır. (2006 US \$)

Niederaussem Santrali



- Almanya'da RWE firmasının 2003 yılında işletmeye aldığı 1.012 MW'lık santraldır.
- Kömür Ruhr havzasının 2500 kCal/kg, %6 kül ve %53,3'lük linyitidir.
- Kazan tek geçişli süperkritik kule tipi kazandır.
- Kızgın buhar sıcaklığı 580 °C ve basıncı 275 bardır.
- Kazan EVT, Babcock, Steinmüller; Türbin Siemens İmalatıdır.
- SO₂ emisyonu max. 200 mg/m³, NO_x emisyonu max. 200 mg/m³ ve toz emisyonu max. 50 mg/m³ 'tür.
- Yatırım maliyeti 1.175 \$/kW'dır. (2002 US \$).

AD 700 PROJESİ

Avrupa'da 1994'de AD 700 adında bir proje başlatılmıştır. Bu projenin amacı, super kritik kazanlarda şu anda 600 °C civarında olan kazan çıkış buhar sıcaklığını 700 °C'a çıkararak, verimin %47'lerden %55'lere çıkarılmasıdır. Böylece CO₂ emisyonu %15 düşecektir.

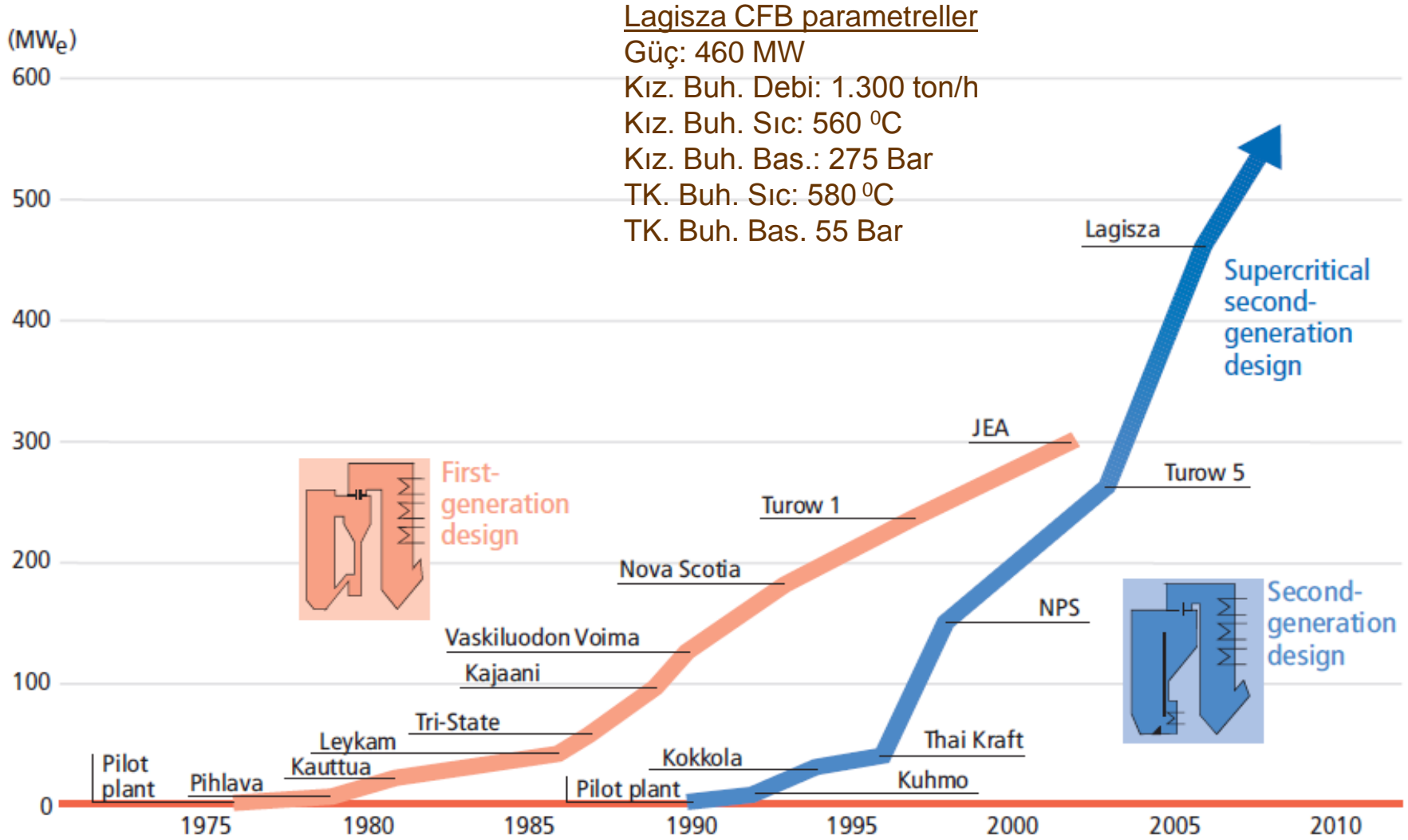


Projeye 10 Avrupa ülkesinden 40 kuruluş katılmıştır. Katılanlar arasında elektrik üreticileri olduğu gibi, büyük santral ekipmanı imalatçıları da vardır. Projeyi AB DG TREN ve DG RTD, ARGE fonlarıyla desteklemektedir.

Çalışmanın konsantre olduğu konular Ni bazlı yeni alaşımların geliştirilmesi, optimum çevrimlerin belirlenmesi, kazan ve türbin dizayn konseptinin tespiti, kullanılacak malzemelerin tespitidir.

Ticari teknolojinin 2015'lerde ortaya çıkması beklenmektedir.

Akışkan Yatak Teknolojisi Gelişimi



Rehabilitasyon Gereekesi

- ❖ Santrallar belli bir süre alıştıktan sonra dizayn edildikleri performansın gerisine düşmeye başlarlar. Emre amadelikleri, güvenilirlikleri ve verimleri düşer.
- ❖ Üretim miktarında ve emre amadelikte düşüş yaşanınca üretici şirketler önemli bir karar vermek zorundadırlar. Ya yeni santral yaparak kurulu güçlerini artırmak ya da mevcut santrallarda rehabilitasyon yaparak düşen performansı tekrar yükseltirken diğer taraftan santralin ömrünü uzatmak. Zaten konuyla ilgili literatürde “rehabilitasyon”dan çok “ömür uzatma” (life extension) kavramıyla karşılaşılacaktır.

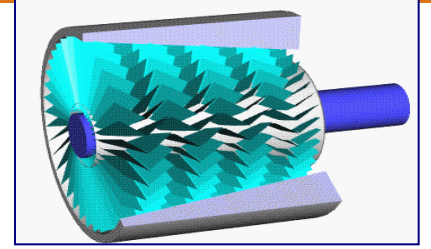
Santralların Yaşlanması

Santralların yaşlanmasında dört temel mekanizma vardır.

- ❖ Sünme (Creep): Katı maddelerin aşırı stresin etkisiyle daimi olarak şeklinin değişmesidir. Sünme uzun süre sıcaklık ve basınca maruz kalan malzemelerde daha ciddi bir sorundur.
- ❖ Yorulma (Fatigue): Periyodik olarak inip çıkan (cyclic) yüklere veya strese tabi olan malzemelerde zamanla ilerleyen, lokal olarak yapısal hasarlara yorulma denir. Yorulma hasarı kümülatiftir. Yük ve stres ortadan kalksa da malzeme eski haline dönemez.
- ❖ Korozyon (Corrosion): Bir malzemenin çevresiyle kimyasal tepkimeye girerek temel özelliklerini kaybetmesine korozyon denir. En çok bilinen şekliyle metallerin elektronlarını kaybederek su veya oksijenle reaksiyona girmesidir.
- ❖ Aşınma (Wear & Tear): Katı yüzeyler, diğer katı, sıvı veya gaz maddeleri sürtünmesiyle aşınırlar.

REHABİLİTASYONUN NEDENLERİ

TEKNİK NEDENLER



EKONOMİK NEDENLER



ÇEVRE VE ŞEBEKE
İHTİYAÇLARI



REHABİLİTASYON İÇİN TEKNİK NEDENLER



- Santral ömrünün uzatılması,



- İşletme problemlerinin giderilmesi (aşınma, yırtık, çatlak, vibrasyon, kavitasyon),



- Bakım işlerinin azaltılması,



- Teknolojik iyileştirmeler (özellikle elektrik ve elektronik teçhizatta).

REHABİLİTASYONUN EKONOMİK NEDENLERİ

- **Kapasite ve verimin artırılması**
- **Üretilen elektrik enerji miktarının artırılması,**
- **Generator ve diğer ekipmanlardaki kayıpların düşürülmesi,**
- **İşletme süresinin artırılması,**
- **Emreamadelik ve Güvenirliliğin Artırılması.**

ŞEBEKE İHTİYAÇLARI İÇİN REHABİLİTASYON

Türkiye'nin önemli hedeflerinden birisi de Avrupa İletim Şebekesine bağlamaktır.

Bunun içinde, Türkiye Şebekesi, UCTE (*Union of Coordinators for the Transmission of Electricity*) kriterleriyle uyumlu olmalıdır.

- Primer ve sekonder frekans kontrolü,
- Santrallarda yük limitlerine göre hızlı yük alır, yük atar hale getirilmesi,
- Düşük yüklerde çalışabilme kapasitesi,

REHABİLİTASYON İÇİN ÇEVRESEL NEDENLER



- Önemli bir rehabilitasyon projesine başlamak için tek başına bir gerekçe olabilir,



- Rehabilitasyonun kapsamı ülke mevzuatına bağlı olacaktır,



- Eski dizayn veya aşınma nedeniyle, SO_2 , NO_x ve partikül emisyonları sınırların üzerinde olabilir.



- Atık su arıtma tesislerinde teknolojik iyileştirmeler gerekli olabilir.

REHABİLİTASYON KAPSAMININ BELİRLENMESİ – 1

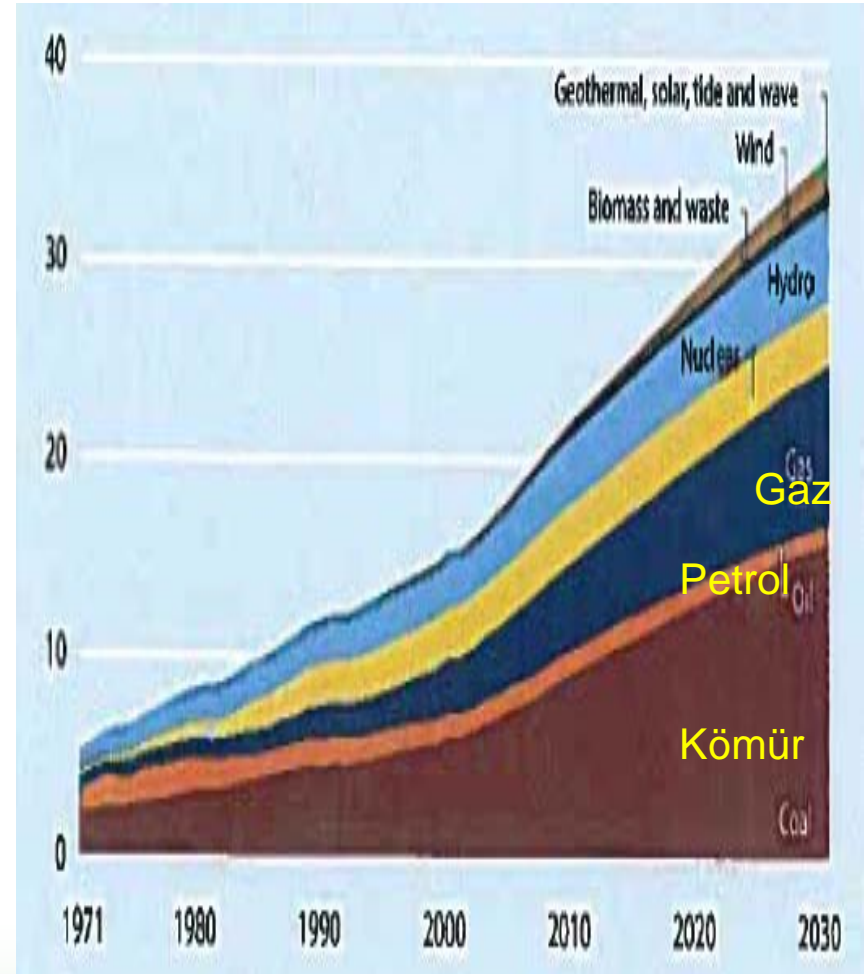
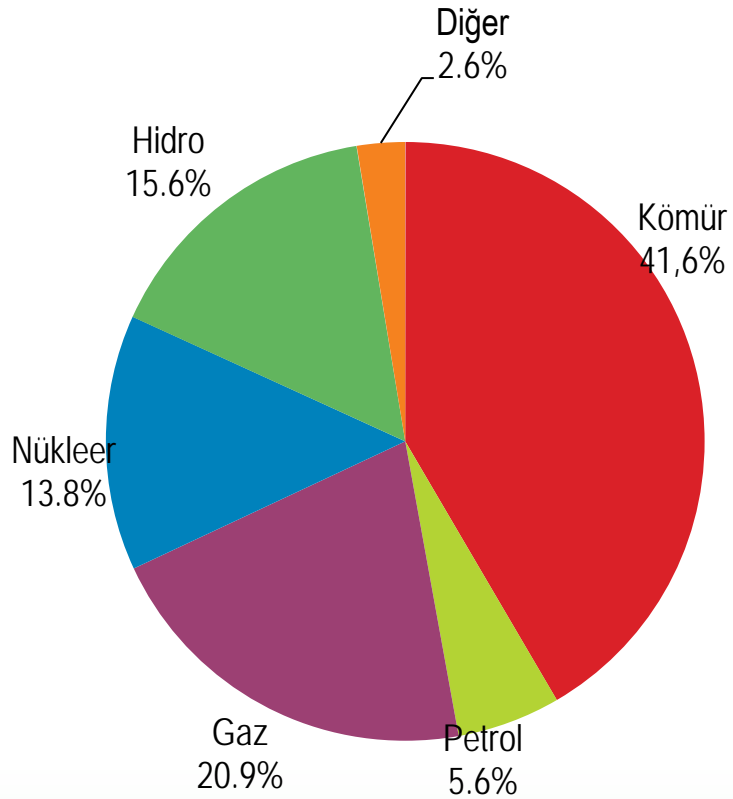
- ❖ İşletme tarihçesiyle ilgili verilerin toplanması,
- ❖ Kapsamlı saha incelemesi ve test programının belirlenmesi,
- ❖ Kazan, Türbo-generatör, Değirmenler ve Kül Tutucu Elektro-filtrelerde Performans Testleri.
- ❖ Test sonuçlarının analiz edilmesi ve emreamadeliği düşüren, santralin devre dışı olmasına yol açan, verimi düşüren ve çevreye zarar veren kilit ekipmanların tespiti.

REHABİLİTASYON KAPSAMININ BELİRLENMESİ – 2

- ❖ Her ekipman arızası değerlendirilirken aşağıdaki sorular sorulmalıdır:
 - Bu arıza direk olarak santralin güvenli çalışmasını etkileyip, acil müdahale mi gereklidir?
 - Arızanın nedenleri nelerdir?
 - Her arızada ne gibi arızayı giderici faaliyetlerde bulunulmuştur?
- ❖ Her düzeltici faaliyet için fayda maliyet analizi yapılmalıdır.
- ❖ Sonuçta incelenen ekipmanın rehabilitasyon programına alınıp alınmayacağı belirlenmelidir.

Dünya'da Elektrik Üretiminde Kömür

2007



ABD'de Kömürlü Santral Verimleri

Tip	Tesis yılı	Ünite sayısı	Kapasite (MW)	Üretim 10 ⁹ kWh	Ortalama verim %	Verim bandı	Üst %10 verim ort
Subkrit.	1969 öncesi	410	77.789	447	31,3	19,1-40,9	36,3
Subkrit.	1970-1989	273	127.675	824	31,4	20,5-38,7	36,3
Subkrit.	1990-2008	27	7.477	51	29,9	21,1-37,6	35,9
ALT TOP.		710	212.942	1.322	31,3	19,1-40,9	36,4
Superkri.	1969 öncesi	34	19.467	114	34,6	22,5-40,1	38,8
Superkri.	1970-1989	74	60.169	398	35,1	29,8-41,0	39,1
Superkri.	1990-2008	1	1.426	10	40,2	40,2	40,2
ALT TOP.		109	81.062	522	35,1	22,5-41,0	39,3
GENEL TOPLAM		819	294.004	1.844	31,8	19,1-41,0	37,4

Kaynak: National Energy Technology Laboratory, DOE/NETL-2008/1329

Verim Artırıcı Çalışmalar

İyileştirme Çalışması	Verim Artışı (%)
Hava ön ısıtıcısı optimizasyonu	0,16-1,5
Kül atma sistemi yenilenmesi	0,1
Kazan hava ön ısıtıcı yüzeyi artırılması	2,1
Yanma sistemi optimizasyonu	0,15-0,84
Kondenser Optimizasyonu	0,7-2,4
Soğutucu sistem performansının iyileştirilmesi	0,2-1,0
Besleme suyu ısıtıcıları optimizasyonu	0,2-2,0
Baca gazı nemi alınması	0,3-0,65
Baca gazı ısısının değerlendirilmesi	0,3-1,5
Kömür kurutma sistemi kurulması	0,1-1,7
Ölçü kontrol sistemi iyileştirilmesi / yenilenmesi	0,2-2,0
Cürufanma ve yanma odası kirlenmesinin azaltımı	0,4
Kurum üfleyicilerin optimizasyonu	0,1-0,65
Buhar kaçaklarının azaltılması	1,1
Buhar türbini iyileştirilmesi	0,84-2,6

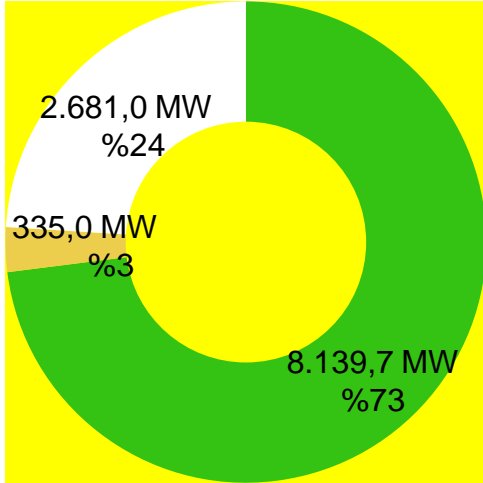
Kaynak: National Energy Technology Laboratory, DOE/NETL-2008/1329

Dünya'dan Örnekler

- ❖ ABD : DOE'nin NETL'ye yaptırdığı çalışmaya göre %32 olan ortalama verim, en iyi %10'un ortalaması olan %37'ye çıkarılsa ABD'de 88 milyon ton daha az kömür tüketilerek 250 milyon ton daha az CO₂ atılacaktır.
- ❖ Hindistan'da beş etaplık toplam 73.110 MW'lık 575 ünitelik kömürlü santrallarda rehabilitasyon programı hedeflenmiştir. 13.570 MW'lık 1, etapta %49 olan kapasite faktörünün %75'e çıkarılması amaçlanmıştır.
- ❖ Çin: Örnek olarak Kyushu santralında verim %33'den %37'ye çıkarılmıştır.
- ❖ G. Afrika: Islak tip soğutma kulelerinin kuru tipe çevrilmesiyle kWh başına su tüketimi 2,85 litre'den 1,26'ya düşürülmüştür.
- ❖ Polonya: Yaşlanan çok sayıda pulverize kömürlü tip kazan, akışkan yataklı kazana değiştirilerek hem verim yükseltilmiş, hemde NO_x emisyonu düşürülmüştür.

Kömür tipi

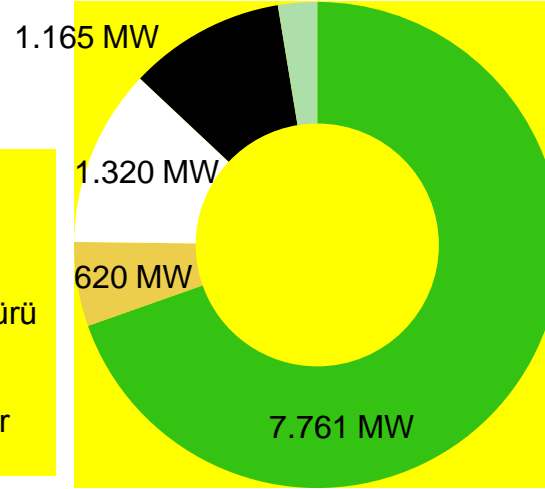
11.155,7 MW



- Linyit
- Y. Taşkömürü
- İthal Kömür

Kuruluş

289,7 MW



- EÜAŞ %69,6
- İHD %5,6
- Yi %11,8
- S. Üret. %10,4
- Otop. %2,6

2010 üretimleri 52,19 milyar kWh , toplamın(210,12) %24,8'i

SANTRALLARIN YAŞLANMASI

Termik Santrallar

Hidrolik Santrallar

Santral adı	Güç (MW)	Yaş		Santralin adı	Güç (MW)	Yaş
Bursa DGKÇ	1.431	13		Atatürk HS	2.400	19
Afşin Elbistan B TS	1.420	6		Karakaya	1.800	24
Afşin Elbistan A TS	1.360	27		Keban	1.330	37
Ambarlı DGKÇ	1.350	23		Altinkaya	703	24
Hamitabat DGKÇ	1.120	26		Berke	510	9
Soma – B TS	900	30		Hasan Uğurlu	500	32
Yatağan TS	630	28		Borçka	300	4
Kemerköy TS	630	18		Sır	283	20
Seyitömer TS	600	38		Gökçekaya	278	38
Kangal TS	457	22		Batman	198	8
Yeniköy TS	420	25		Karkamış	189	12
Çatalağzı TS	300	22		Özlüce	179	12
Tunçbilek B TS	300	34		Çatalan	169	14
Çan TS	320	8		Sarıyar	160	55
Tunçbilek – A TS	69	45		Gezende	159	17
Soma – A TS	44	54		Hirfanlı	128	51

Türkiye Linyitli Santrallerin parametreleri

Parametre	Birim	AE- B	AE-A	Yatağan	Soma B	Çan	Seyitömer
Kurulu güç	MW	1.440	1.360	630	990	320	600
Ünite güç	MW	360	340	210	165	160	150
Üretim kap.	10 ⁹ kWh/y	9,10	8,80	5,519	6,435	2,08	3,9
Buhar debi	ton/saat	1.037	1.020	630	525	462	500
Kız. buh. sic	°C	540	535	535	540	543	540
Kız. buh bas.	bar	167	194	139	142	174	140
T. kız. bu. sı.	°C	540	535	535	540	542	540
T. kız. bu. ba.	Bar	38	39	24	32	37	36
Bes. su. sic.	°C	250	255	243	234	251	250
Konden. vak.	Bar	0,07	0,07	0,0726	0,07	0,085	0,06
Santral verim	%	38,95	31,27	33,56	30,01	42,00	34,07
Özgül ısı tük.	kCal/kg	2.208	2.750	2.568	2.886	2.048	2.710

EÜAŞ'IN REHABİLİTASYON BEKLENTİSİ

SANTRAL	Kazanç (kWh)
AFŞİN ELBİSTAN -A	4.856
ÇATALAĞZI	201
KANGAL	810
ORHANELİ	321
SEYİTÖMER	815
TUNÇBİLEK	1.083
SOMA-B	2.756
YENİKÖY	529
TOPLAM	11.371

KOJENERASYON

- ❖ Verim, kritik altı santrallarda %30-37, süper kritik santrallarda %39-43, kömür entegre gazlaştırma kombine çevrim santrallarında %50-51 iken kojenerasyonla daha da artırılabilir.
- ❖ Santralları kojenerasyon tesisi olarak kurarak buhar ve baca gazının da değerlendirilmesi hem daha ekonomik, hem de emisyonları düşürücü bir uygulamadır. Santral buharıyla şehir ısıtması Kuzey, Doğu ve Orta Avrupa'da çok yaygın bir uygulamadır.
- ❖ EÜAŞ, TÜBİTAK, Yıldız Teknik Üniversitesi, EİEİ proje ortaklığı kurarak EÜAŞ Santrallarının ısıtma potansiyelini tespit etmiş ve prototip uygulama için Soma seçilmiştir.
- ❖ Ancak Verimlilik Strateji Belgesi Taslağı'nda hedeflendiği gibi kömürlü santrallarda ortalama verim %45 olamaz.

DEĞERLENDİRME

- ❖ Rehabilitasyon, yeni kapasite ve daha fazla üretim için en ekonomik yoldur.
- ❖ Verimsiz santralleri verimli hale getirmekte temiz enerjidir, çünkü verimdeki her %1 artış, CO₂ emisyonunda %2 düşüş anlamına gelir.
- ❖ Pulverize taş kömürü yakan %36 verimle çalışan bir sub kritik santral MWh başına 0,9 ton CO₂ çıkarırken, %46 verimle çalışan süper kritik santral MWh başına 0,7 ton CO₂ çıkarmaktadır. Bu CO₂ emisyonunda %20'nin üzerinde bir düşüş anlamına gelmektedir.
- ❖ Ancak mevcut kamu ihale kanunuyla kamu santrallerinin rehabilitasyonunu yapmak çok zordur. Mevcut denetim sistemi de karar verme sürecini felce uğratmıştır.
- ❖ Termik Santrallarda genel verim artışı için kojenerasyon uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.

BENİ DİNLEDİĞİNİZ

İÇİN TEŞEKKÜR EDERİM.

Muzaffer BAŞARAN