

# TERMİK SANTRALLARDA ENERJİ ETÜDÜ

Doç.Dr. Hasan Hüseyin ERDEM- Yıldız Teknik Üniversitesi

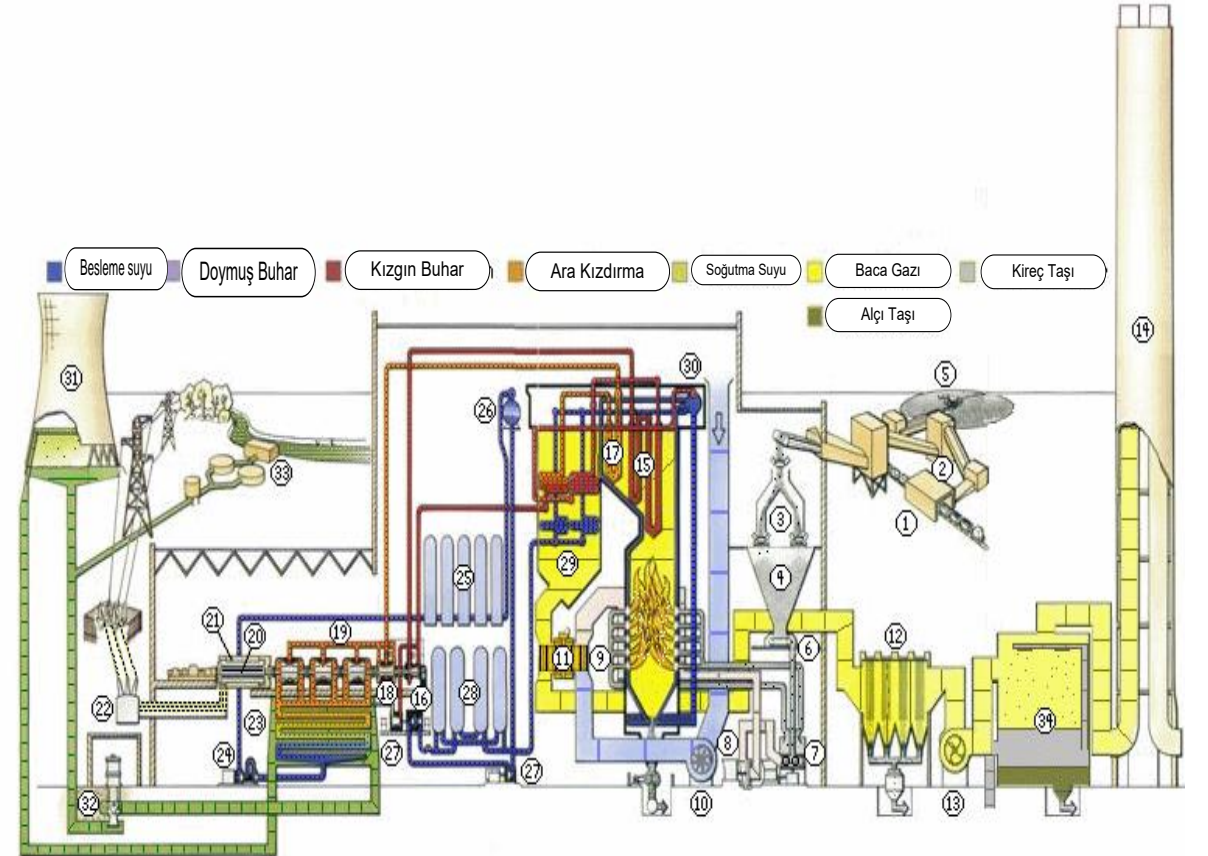
Mak. Müh. Altuğ KARATAŞ- VAT Enerji

Doç.Dr. Ali Volkan AKKAYA - Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. DR. Şaban PUSAT - Yıldız Teknik Üniversitesi

# İçerik

1. Termik Santral ve Sanayi Tesisleri Enerji Etüdü Farkları
2. Termik Santral Etüdü'nün Amacı
3. Termik Santral Etüdü'nün Kapsamı



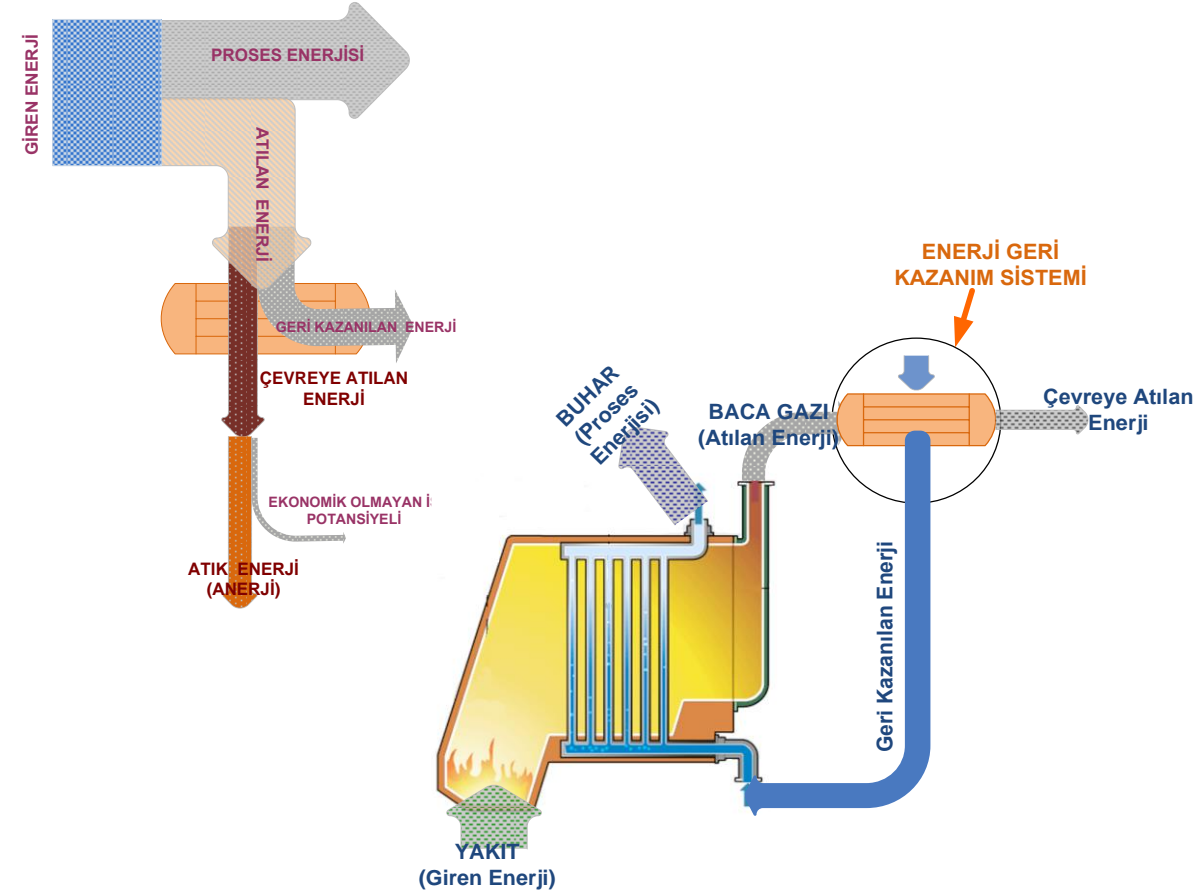
# Termik Santral ve Sanayi Tesisleri Enerji Etüdü Farkları

Enerji etüdü, büyük miktarlarda enerji tüketen ve enerji dönüştüren tesislerde enerji tüketimlerinin azaltılması, verimliliğinin artırılması ve bu değerlerin sürekli takip edilmesi için dikkatli bir şekilde yapılması gereken sürekli bir denetleme faaliyetidir.

Ancak enerji tüketen büyük sanayi tesisleri ile enerji üreten termik santrallerin enerji etütleri açısından önemli farklılıklar vardır.

Sanayi tesislerinde genellikle ergitme, pişirme, ısıtma, soğutma, buhar ile düşük ve yüksek basınçlı hava üretme, pompalama ve aydınlatma gibi ihtiyaçların karşılanması için enerji tüketimi yapılmaktadır.

Bu nedenle sanayi tesisindeki enerji etüdünün temel amacı prosesler esansında ortaya çıkan atılan enerjiden ekonomik olarak enerji geri kazanma çözümlerinin belirlenmesidir.



# Termik Santral ve Sanayi Tesisleri Enerji Etüdü Farkları

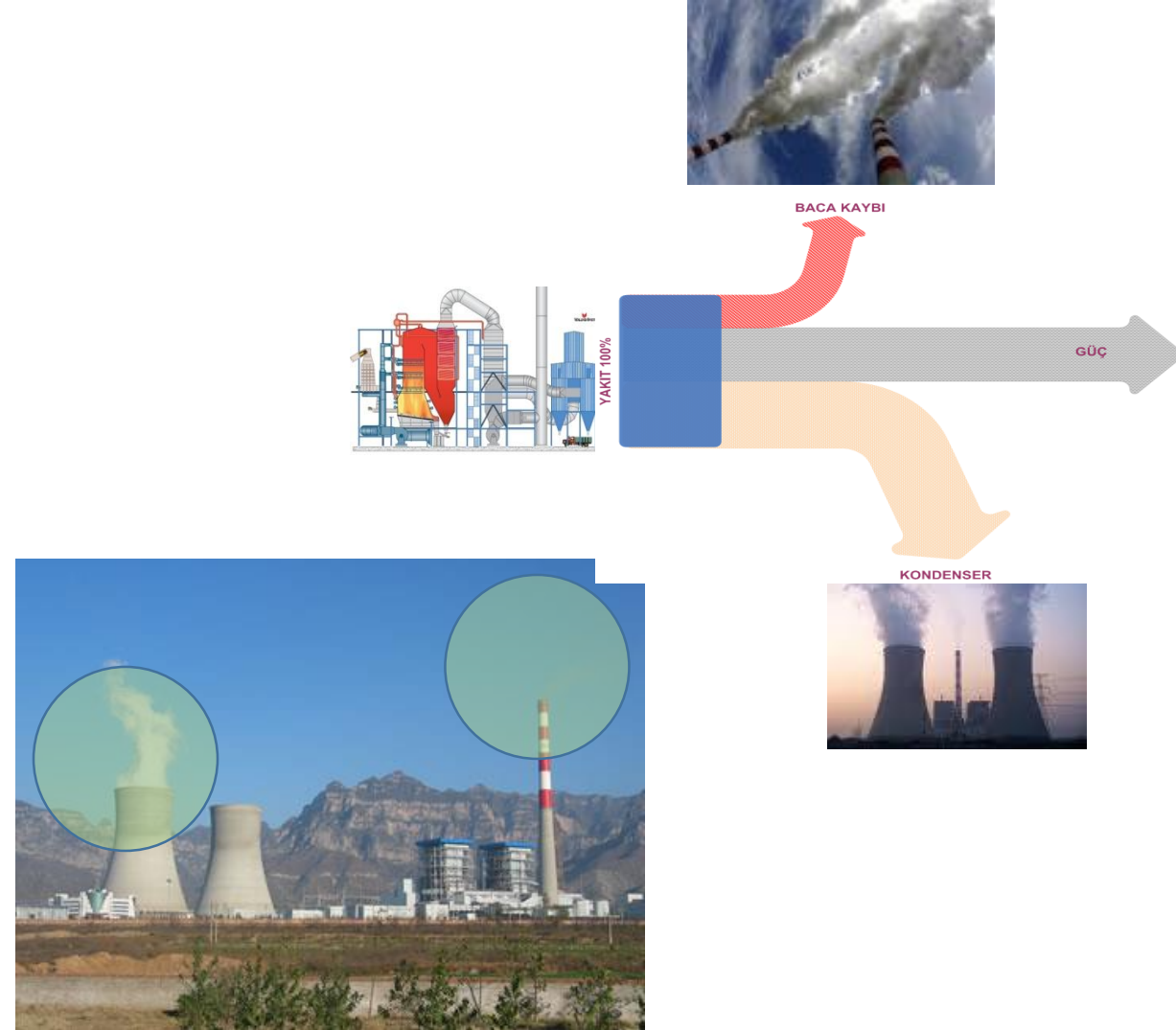
Termik santrallerde ise amaç farklı kalitedeki yakıtlardan büyük miktarlarda elektrik üretmek olduğundan sanayi tesislerine göre ekipman kapasiteleri, teknolojileri, ve tasarımları açısından büyük farklılıklar bulunmaktadır.

Termik santraller enerji üretim veriminin en büyük değeri için tasarlandığından atılan enerji miktarı minimize edilmiştir.

Termik santrallarda atılan enerjinin çok büyük miktarı yanma ürünleri ile bacadan ve soğutucu akışkan ile soğutma kulesinden düşük kalitede çevreye atılmaktadır. Bu nedenle dizayn şartlarına yakın çalıştırılan bir santralde yakıt kalitesi ve çevre şartlarına bağlı olarak geri kazanılabilecek bir enerji yoktur.

Bu nedenle termik santrallarda enerji etüdünün amacı ünite bazında genel performans göstergeleri olan termik verim (ısı oranı), güç çıktısı, emreanadelik, güvenilirlik, kapasite faktörü, yük faktörü ve iç tüketim oranı gibi büyüklüklerin öncelikle belirlenmesi olmalıdır.

Daha sonra işletme şartlarına bağlı olarak beklenen değerlerin belirlenerek ölçülen değerler ile karşılaştırılması ve aradaki farkların sebepleri ile değerlerin iyileştirilmesinin ekonomik çözümleri ortaya konulmalıdır.

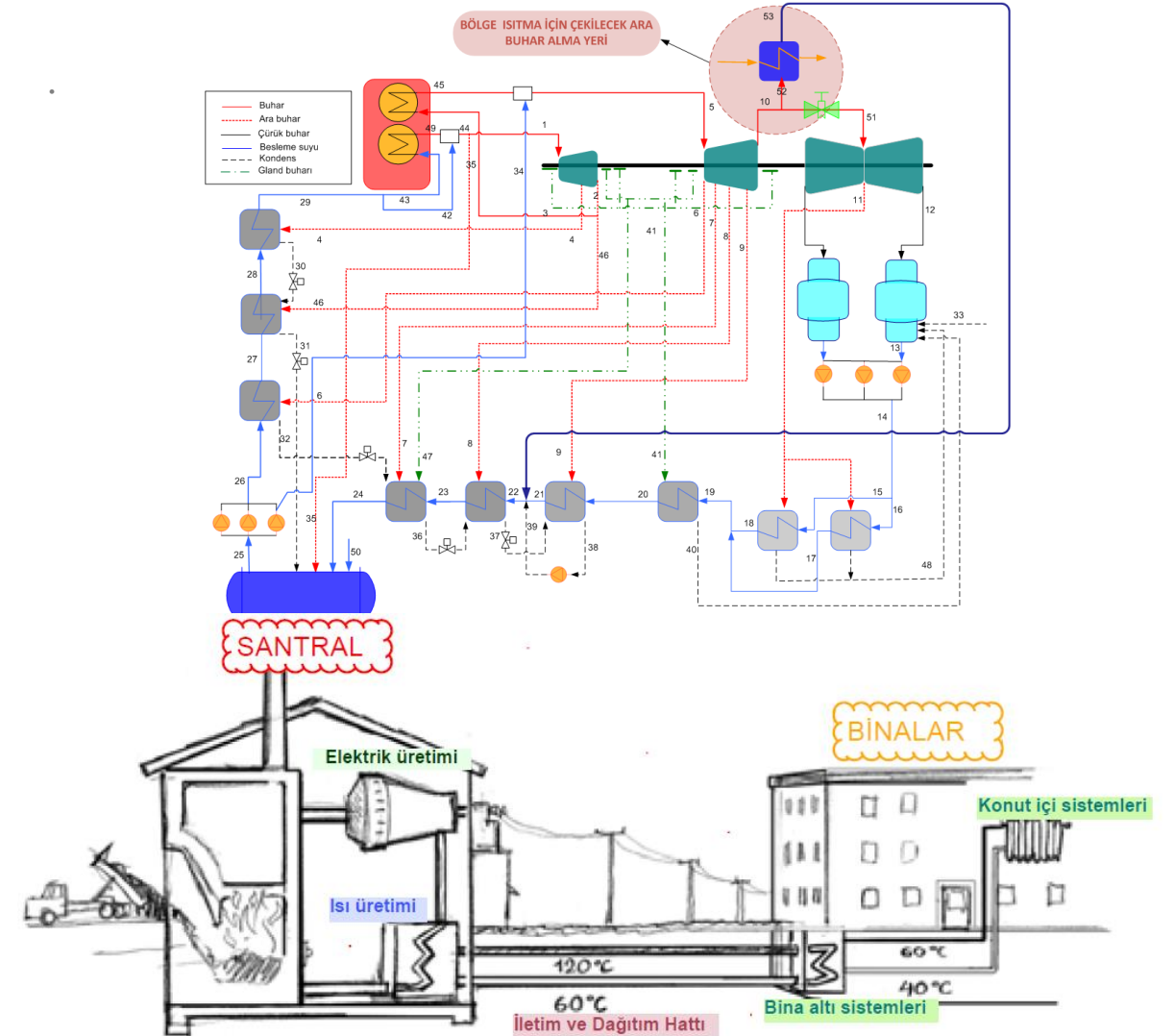


# Termik Santral ve Sanayi Tesisleri Enerji Etüdü Farkları

25/01/2020 tarihli ve 31019 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan «Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik» ile 6/7/2018 tarihli ve 30470 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Enerji Verimliliği Denetim Yönetmeliğinde Termik Santraller ile ilgili aşağıdaki değişiklik yapılmıştır.

**MADDE 28 – Aynı Yönetmeliğin 27 nci maddesinin birinci fıkrası yürürlükten kaldırılmış ve ikinci fıkrası aşağıdaki şekilde değiştirilmiştir.**

“(2) Kurulu gücü 20 MW ve üzeri olan termik santrallerde atık ısılarının öncelikle binalarda ısıtma ve soğutma amaçlı kullanımının yanı sıra sanayi, tarımsal üretim, su ürünleri yetiştiriciliği, soğuk hava depoları ve tatlı su üretimi gibi sektörlerde de değerlendirilmesine yönelik enerji etütleri yapılır veya şirketlere yaptırılır ve istenilen veriler ENVER portalına girilir. Hazırlanan nihai etüt raporları etüdün yapıldığı yılı takip eden yılın Mart ayı sonuna kadar Bakanlığa iletilir.”



# Termik Santral Enerji Etüdünün Amacı

Termik santrallarda:

1. Yaşlanma ve teknolojilerin eskimesine
2. Bakım ve onarımların yetersizliğine
3. Performansa dayalı işletme yerine üretime dayalı işletme politikası uygulanmasına
4. Düşük ve değişken kaliteli yakıt kullanılmasına

bağlı olarak termik verimde düşüşler, iç tüketimde artışlar ve üretimde kayıplar görülür.

Termik santrallerde yapılacak enerji etütleri ünite ve ekipman bazında termik verimin ve üretimin düşmesinin ve iç tüketimin artmasının nedenlerini ortaya çıkaracaktır. Bunlara ilave olarak çözüm yöntemlerinin ve uygulamanın ekonomikliğini değerlendirmesini sağlayacaktır.

Düzenli olarak enerji etüdü yapılması verimsizliklerin nedenlerini ortaya çıkaracak ve yöneticilerin karar almasını kolaylaştıracaktır.

Yöneticilerin ve santral çalışanlarının termik verim konusundaki duyarlılığını artıracak ve işletmede iyileştirilme çalışmalarını sürekli hale getirecektir.

İşletme politikalarında sadece fazla üretim yapılmasının hedeflenmesi yerine verimli üretim yapılmasının önü açılacaktır.

Bakım zamanı ve planlaması hakkında önemli bilgiler sunacaktır. Buda emreamadeliği artırmada önemli bir araç olacaktır.

# Termik Enerji Etüdü için Yapılması Gerekenler

1. Termik Santral enerji etütleri standartlaştırılmalı
2. Etütler için Termik Santral Etüt Yönergesi (TSEY) hazırlanmalı
3. Termik Santral Etüt yönergesi farklı termik santral teknolojilerini kapsamalı
4. Yönerge teknolojiye bağlı olarak tüm santral ekipmanları içermeli
5. Her bir ekipman için termik verimi artırmak ve atılan enerjileri azaltmak için yapılabilecek çalışmalar olmalı
6. Belirtilen çalışmalar için ölçüm detayları, ölçme yöntemleri ve hesaplama yöntemleri bulunmalı
7. Hesaplamalar da çevre etkileri ve ekonomik değerlendirmeler de bulunmalıdır.

## Termik Santral Etüt Yönergesinin (TSEY) Faydaları:

- Etütlerin yapılmasını kolaylaştıracak
- Hesaplamaların ve yapılan analizlerin doğruluğunu artıracak
- Sonuçların hem santralin kendi sonuçlarının farklı tarihteki değerleri ile hem de diğer santraller ile karşılaştırılabilmesini sağlayacak
- Etüt sonunda uygulanan yöntemlerin beklenen sonuçlara ulaşıp ulaşılamadığının değerlendirilmesini kolaylaştıracaktır.
- Oterite tarafından sonuçların denetlenmesi kolaylaştıracaktır.

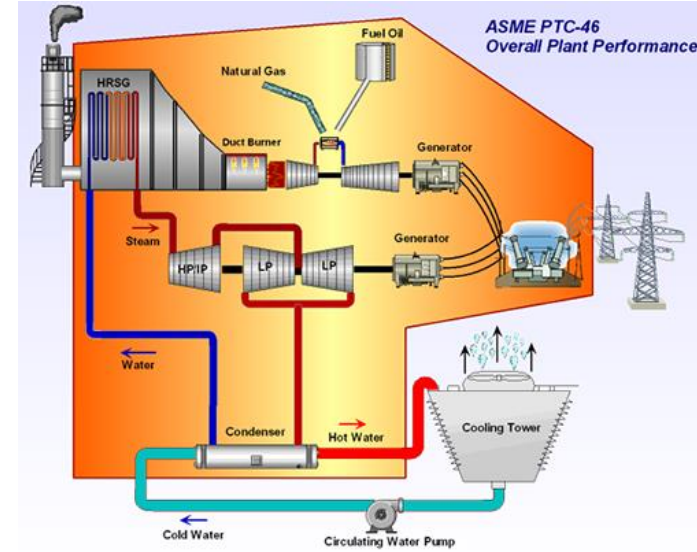
# Ünite Performans Göstergeleri

Ünitenin genel performansının belirlenmesi için aşağıdaki göstergeler belirlenir:

- Brüt ve Net Ünite Üretimi (MW<sub>e</sub>h)
- Yakıt Tüketimi (Mt)
- Yardımcı Yakıt Tüketimi
- Brüt ve Net Termik Verim/Brüt ısı oranı
- Emreamadelik (%)
- Yük Faktörü (%)
- İç Güç Tüketimi (%)
- Ortalama Üretim Saatleri
- Planlı Duruş Saati
- Plansız Duruş Saati
- DM Su Tüketimi

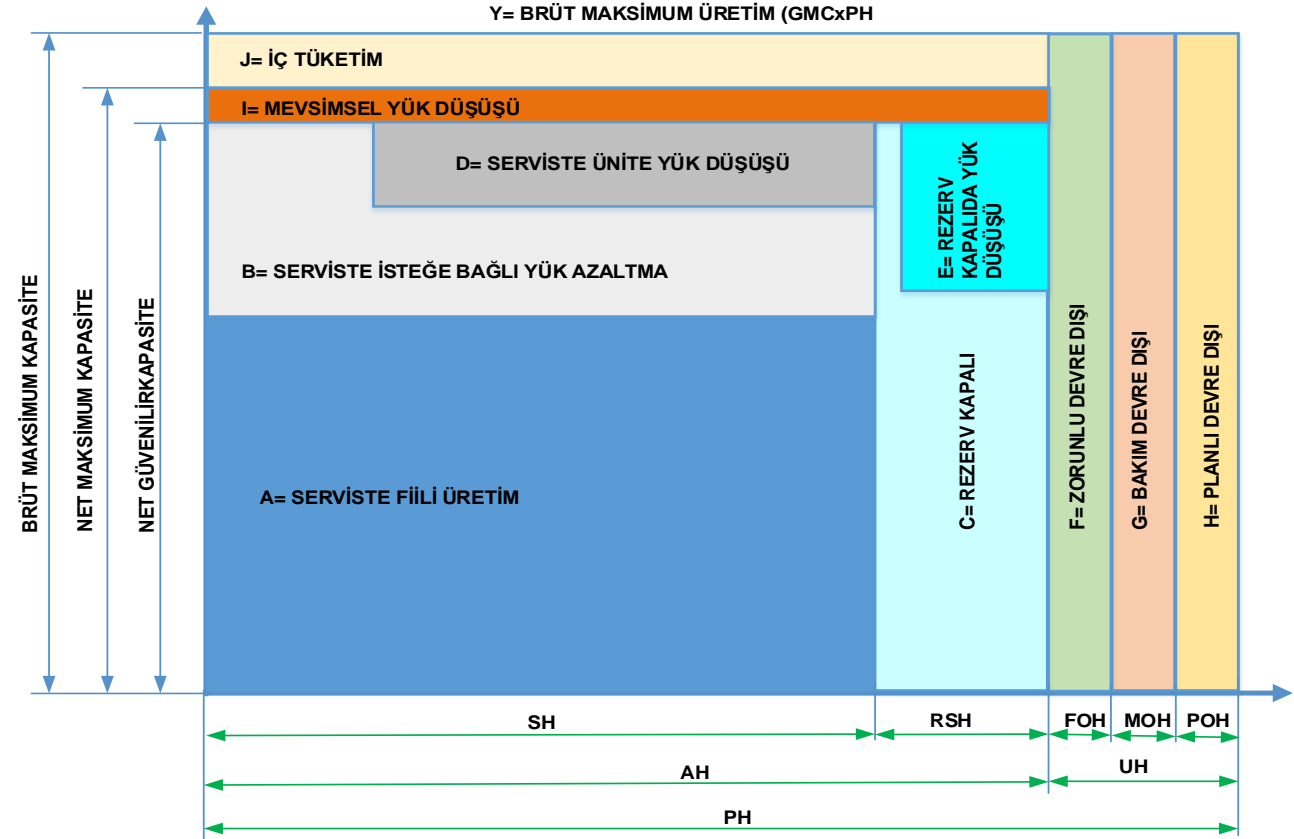
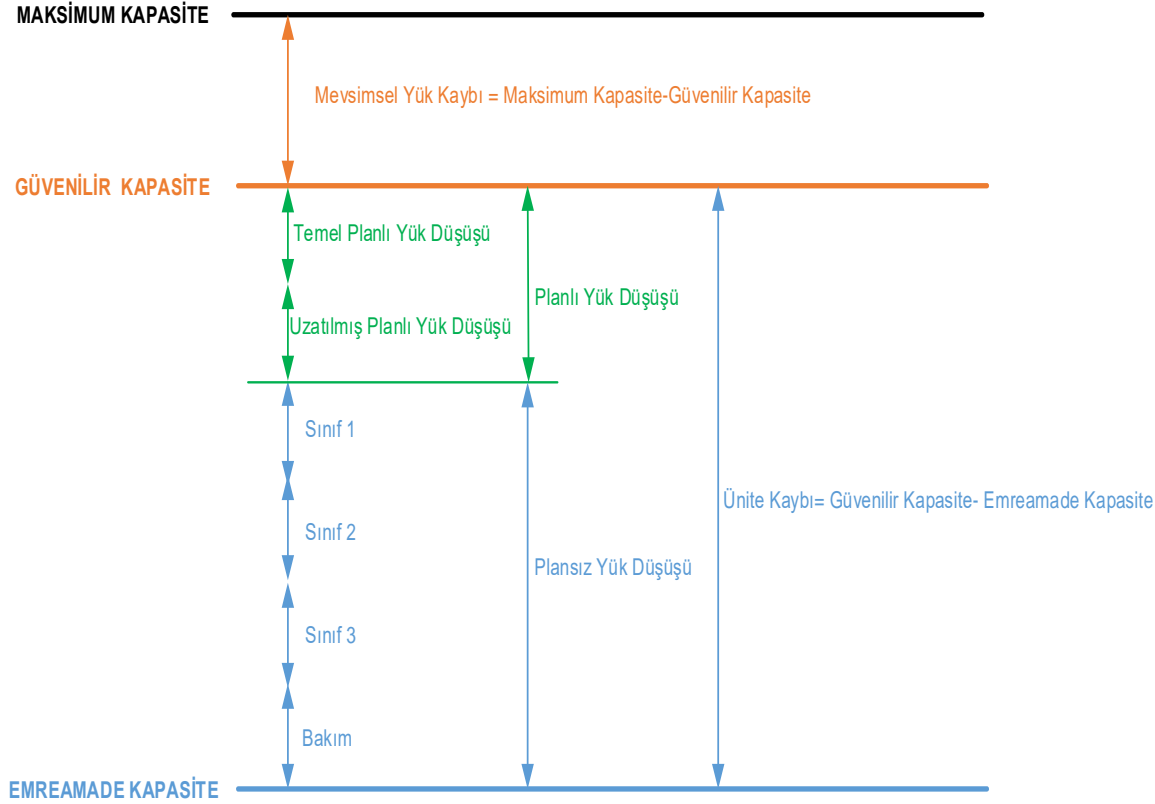
## GEREKLİ VERİLER

- Tam Yükte Saatlik Brüt Elektrik Üretimi
- Tam Yükte Saatlik Net Elektrik Üretimi
- Tam Yükte Saatlik Yakıt Tüketimi
- Saatlik Yakıt Isıl Değer Ortalaması (Alt ve Üst)
- Yıllık Elektrik Üretimi (Saatlik)
- Planlı ve Plansız Duruş Saatleri
- İç Tüketim Değerleri
  - Fanlar (PA, FD, ID)
  - Elektrofiltre (ESP)
  - Değirmenler
  - Pompalar (Soğutma Suyu, Besleme Suyu, Kondens vd.)
  - Kül Berteraf Sistemi
  - Ham Su ve Demineralize Su Pompaları
  - Kompresörler
  - Klima Sistemleri
  - Diğer
- Yıllık Yardımcı Yakıt Tüketimi



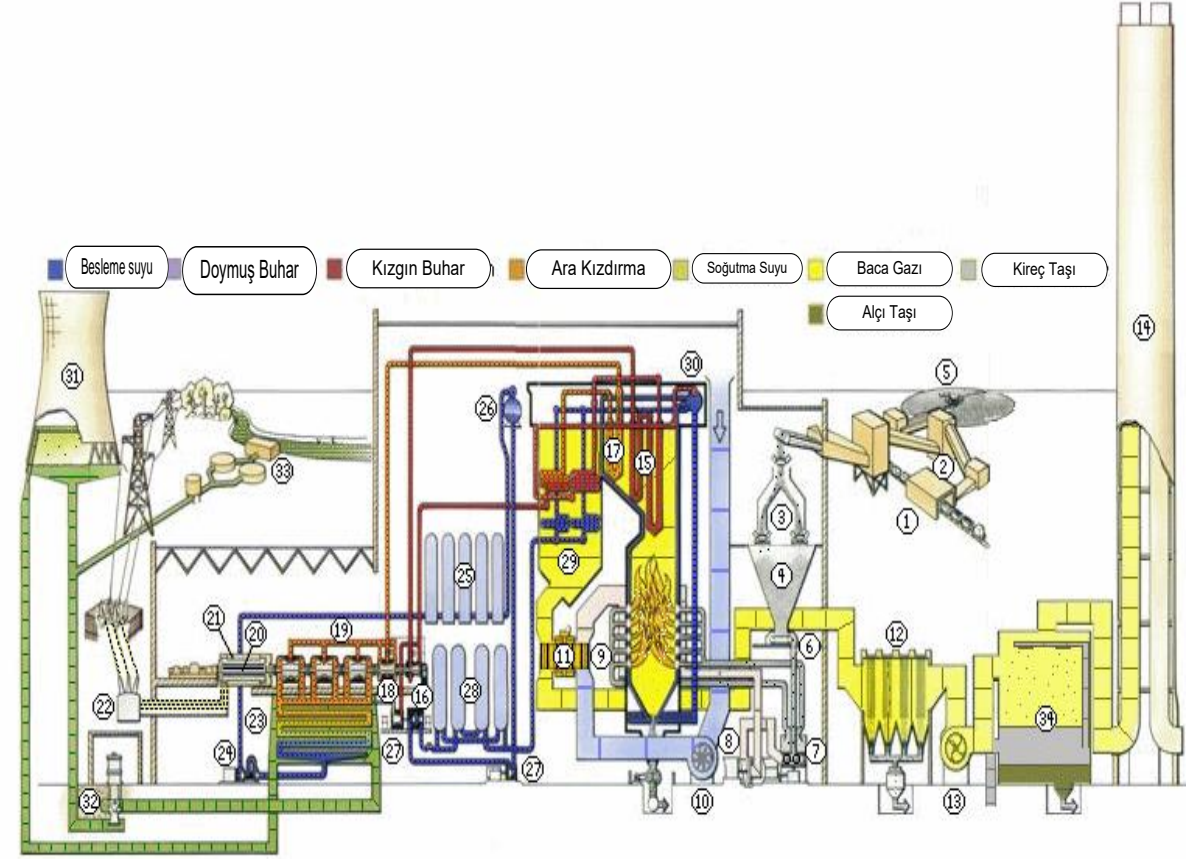


# Ünite Performans Göstergeleri



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

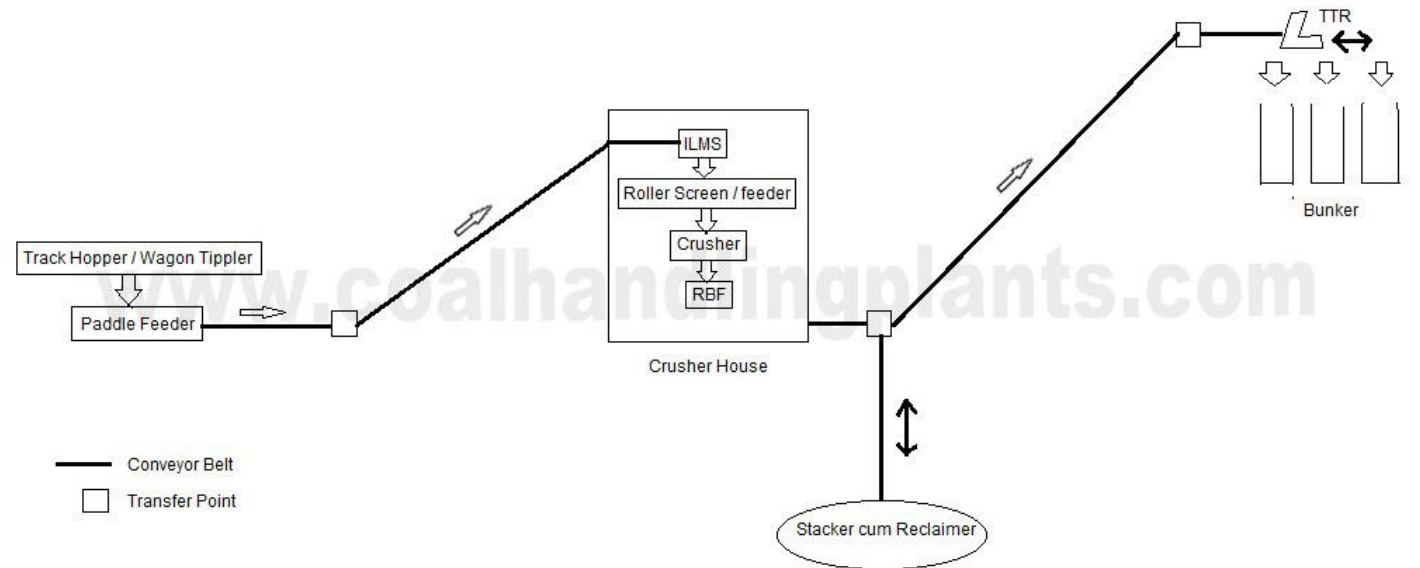
1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basınçlı Hava
11. Aydınlatma
12. Elektrik sistemleri



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basıncılı Hava
11. Aydınlatma

1. Boşaltma (unloading)
2. Besleme (Feeding)
3. Ayırıcı (screening)
4. Kırıcı (Crushing)
5. İstifleme ve Geri Alma İşlemi (Stacking & Reclaiming)
6. Bunkerler (Bunkering)



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. **Kazan ve Baca Gazı**
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basıncılı Hava
11. Aydınlatma

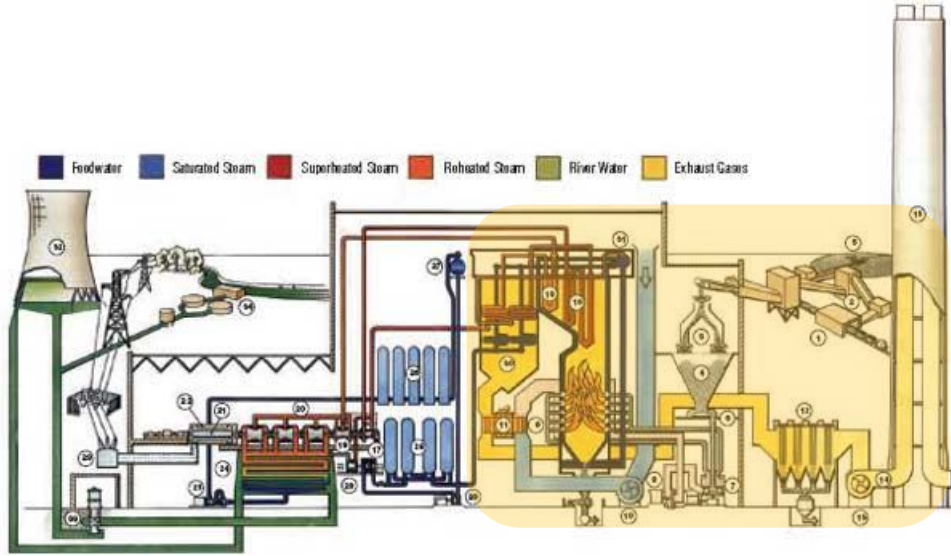
## Kazan Etüdü

- Kazan Verimi (Doğrudan ve Dolaylı Yöntem)
- Hava Ön Isıtıcısı
- Ekonomizer
- Baca Gazı
- Kazan Isı Dengesi (Sağ-Sol)
- Besleme Suyu
- Değirmen Özellikleri
- Kurum Üfleyiciler

# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

## KAZAN DEĞERLENİRME

- Kazan Verimi (Direk Metot)
- Kazan Verimi (İndirekt Metot)



## GEREKLİ VERİLER

### -Direkt Metot

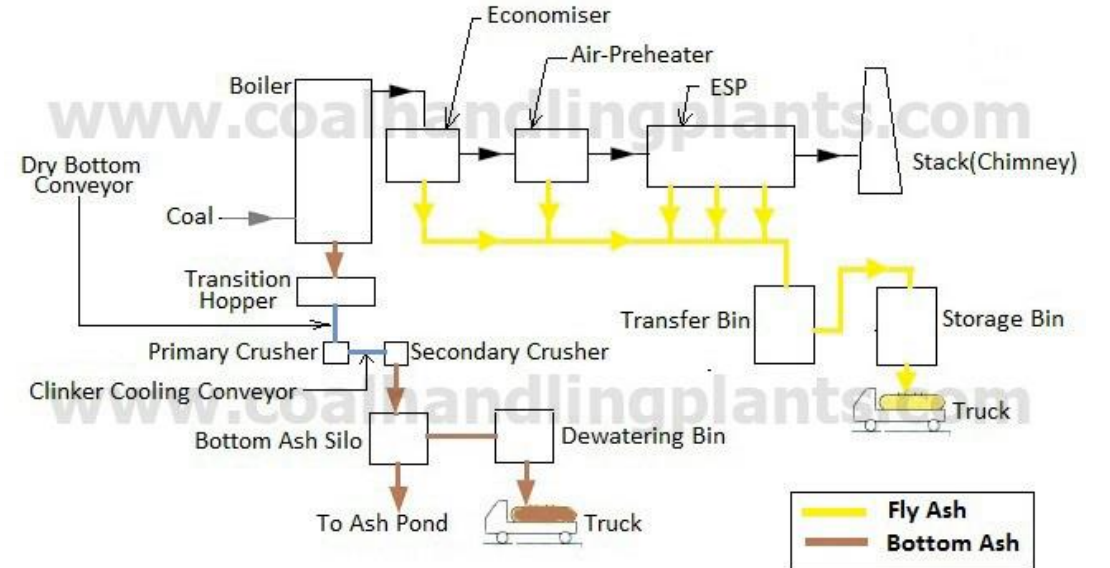
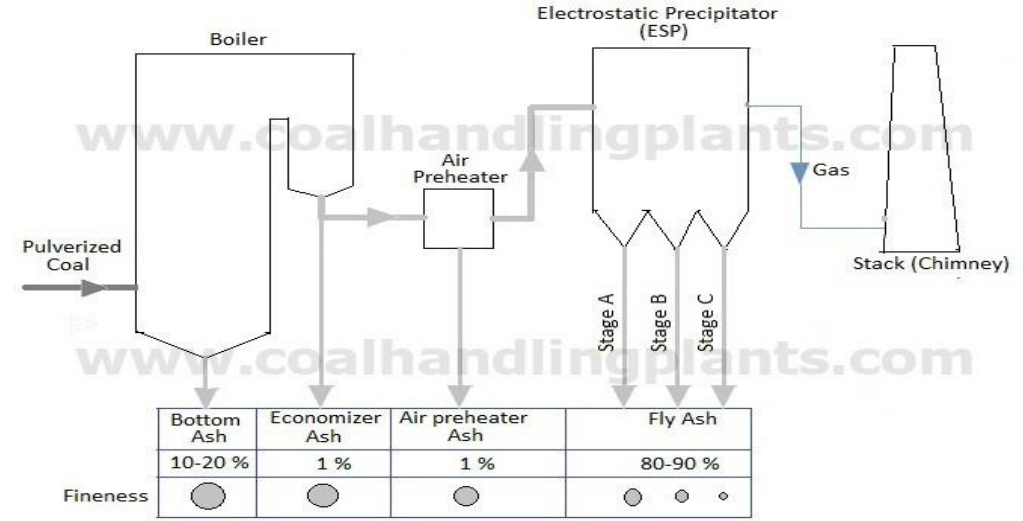
- Saatlik Yakıt Tüketimi
- Saatlik Yalıt Isıl Değer Ortalaması
- Ana Buhar Debisi,
- Ana Buhar Basınç ve Sıcaklığı
- Ara Kızdırılmış Buhar Debisi,
- Ara Kızdırılmış Buhar Basınç ve Sıcaklığı

### -İndirekt Metot

- Baca Gazı Oksijen Değeri
- Kazan altı kül yanmamış karbon analizi
- Uçucu kül yanmamış karbon analizi
- Saatlik Kül Debileri
- Çevre Hava Şartları (Kuru termometre Sıcaklığı, Nem)
- Kazan Boyutları
- Kazan Termal kamara Görüntüleri

# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basınçlı Hava
11. Aydınlatma

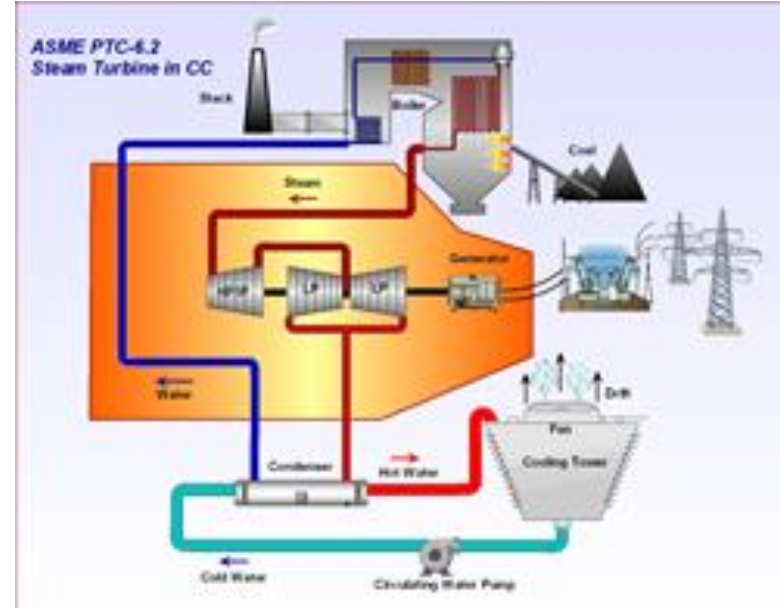


# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
- 4. Buhar Türbini**
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basıncılı Hava
11. Aydınlatma

## **BUHAR DEVRESİ DEĞERLENİRME**

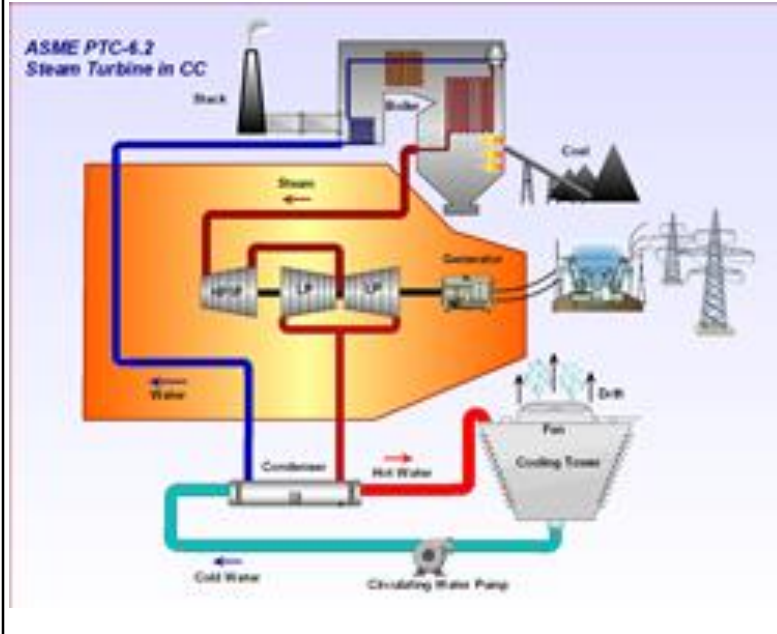
- *Özgül Isı Tüketimi*
- *Türbin İzentropik Verimi*



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

## **BUHAR DEVRESİ DEĞERLENİRME**

- Özgül Isı Tüketimi
- Türbin İzotropik Verimi



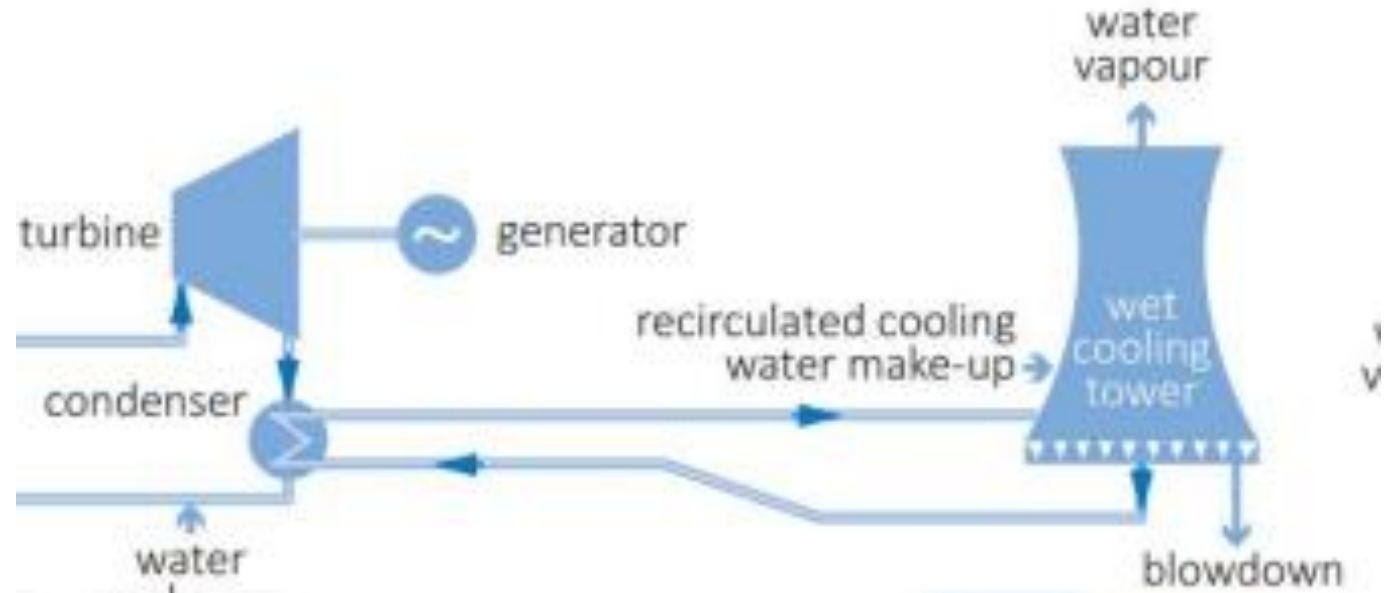
## **GEREKLİ VERİLER**

- Ana Buhar Debisi
- Ana Buhar Sıcaklık Ve Basıncı
- Ara Buhar Debisi
- Ara Buhar Giriş Ve Çıkış Basınç ve Sıcaklıkları
- Ana Buhar Püskürtme Su Debisi
- Ara Buhar Püskürtme Su Debisi
- Ara ve Ana Buhar Püskürtme Suyu Sıcaklığı
- Net Elektrik Gücü



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basıncılı Hava
11. Aydınlatma



# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. **Pompalar**
7. **Fanlar**
8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)
9. Motorlar
10. Basınçlı Hava
11. Aydınlatma

## Pompa Etüdü

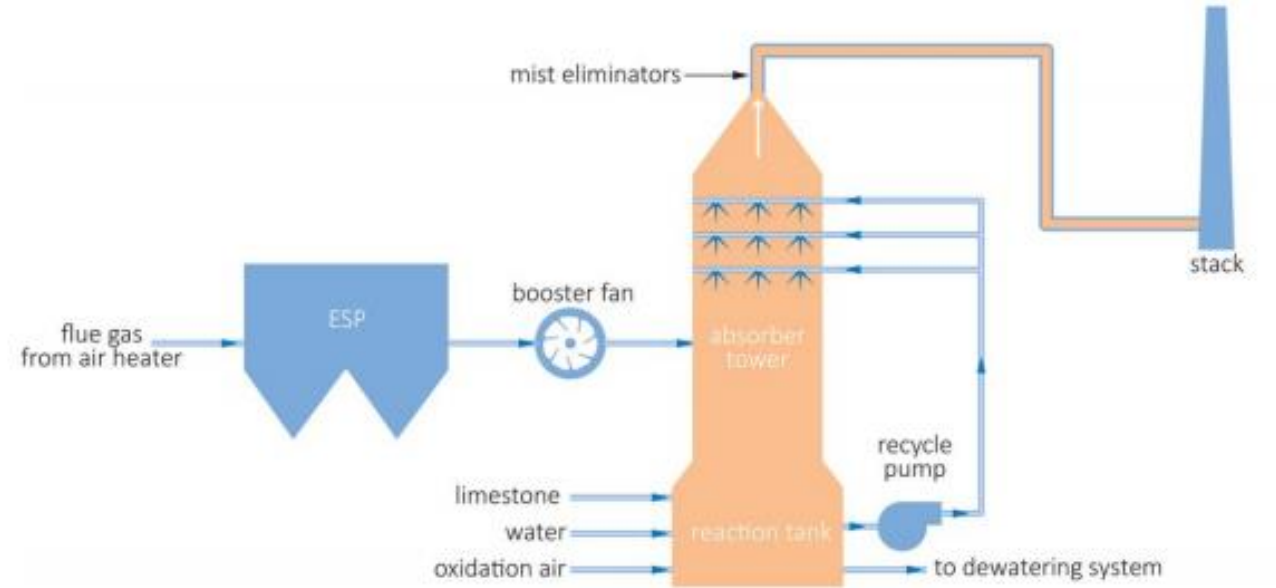
- Yoğuşum suyu (kondens) pompaları
- Kazan besleme suyu pompaları
- Yüksek Basınç (Booster) su pompası
- Soğutma suyu pompaları
- Deminarilize su pompaları
- Ham su pompası
- Tamamlama (Make-up) suyu pompaları
- Yardımcı yakıt pompaları

## Fan Etüdü

- Primer Hava (PA) fanı
- Sekonder Hava (FD) fanı
- Baca Çekiş Fanı (ID) Fan

# Etüt Yapılacak Ana Bölümler

1. Yakıt Taşıma, Hazırlama ve Depolama
2. Kazan ve Baca Gazı
3. Kül Taşıma Sistemi
4. Buhar Türbini
5. Soğutma Sistemi ve Kondenser
6. Pompalar
7. Fanlar
- 8. Baca Gazı Arıtma Sistemleri ( ESP, FGD, SCR)**
9. Motorlar
10. Basıncılı Hava
11. Aydınlatma



## Ön Keşif

- Proje Başlangıç Toplantısı
- Ünite Teknik İncelemeleri ve Değerlendirmesi

## Santral Verilerinin Toplanması

- Ünite Akış Şemaları
- Ölçüm Noktalarının Yerleri ve Değerleri (Tam Yük)
- Ekipman Listeleri
- Yakıt Analizleri ve Yakıt Tüketim Verileri (Yıllık)
- Performans Test Değerleri
- Elektrik Üretim Verileri (Yıllık)

## Verilerin Değerlendirilmesi

- Analiz Yapılacak Ekipmanların Belirlenmesi
- Kullanılacak Verilerin Belirlenmesi
- İlave Ölçümlerin Belirlenmesi

## Etüt Planının Yapılması

## Santral Enerji Etüdü

- Ölçümlerin ve Yerinde Gözlemlerin Yapılması
- İlave verilerin ve ölçümlerin alınması

## Raporlama

## Değerlendirme Toplantısı

## Revizyon

## Sonuç Rapor

# TEŐEKKÜRLER

*Doç.Dr. Hasan Hüseyin ERDEM*

*Yıldız Teknik Üniversitesi/ Makine Fakültesi*

*Makine Mühendisliđi Bölümü*

*E-MAIL: erdemhh@gmail.com*