



T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

BİTİRME PROJESİ

BİR DEMİR-ÇELİK FABRİKASININ KOJENERASYONU
MATLAB ile MODELLENMESİ

Danışman:

Doç.Dr. Nurettin UMURKAN

Hazırlayan:

ORHAN TOPAL

03013105

İSTANBUL - 2007

ÖNSÖZ ;

Öncelikle projemde bana desteğini esirgemeyen başta danışman hocam *Doç.Dr. Sn Nurettin UMURKAN* 'a;

Matlab/Simulink ile modelleme konusunda beni bilgilendiren ve eksiklerimi tamamlayan, hocam *Yrd. Doç. Dr. Sn. Mehmet UZUNOĞLU*'na ve yine desteğini esirgemeyen *Arş. Gör. Ö.Çağlar ONAR*'a, ayrı ayrı çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Ayrıca yaptığım bu projemi, başta bana tüm üniversite eğitimim boyunca maddi, manevi desteğini esirgemeyen amcam *İsmail Hakkı TOPAL* 'a armağan ediyorum.

Orhan TOPAL

İÇİNDEKİLER ;

Kısaltma Listesi.....iii

Önsöz..... iv

Özet.....v

1. Enerji Darboğazı İçindeki Sanayide Kojenerasyonun Önemi.....1

2. Kojenerasyon.....3

2.1. Kojenerasyon Sisteminde Kullanılan Yapılar.....10

2.2. Buharın Kullanım Alanları.....11

2.3. Kojenerasyon Ve Enerji Santralleri.....14

2.4. Akışkan Yataklı Kazanlar (AYK).....16

3. Demir-Çelik Fabrikaları Ve Genel Bölümleri.....18

3.1.Sinter Ve Hammadde Maniplasyon.....18

3.1.1.Hurda Holü.....18

3.1.2.Hammadde Hazırlama Ve Maniplasyon Bölümü...18

3.1.3.Sinterleme Bölümü:.....18

3.1.3.1.Dozaajlama Ünitesi.....18

3.1.3.2.Sinterleme Ünitesi.....18

3.1.3.3.Çamur Hazırlama Ve Kurutma Ünitesi...18

3.2. Kok Tesisleri.....19

3.2.1.Kömür Hazırlama Tesisleri.....19

3.2.2.Kok Bataryaları.....19

3.3.Yan Ürünler.....20

3.4 Yüksek Fırınlar.....20

3.4.1.Ark Ocağı.....21

3.4.2.Pota Ocağı.....21

3.5. Çelikhane.....22

3.6. Sürekli Dökümler.....22

3.7. Haddehane.....23

4. Buhar Kazanları.....	24
4.1.Yapısına Göre.....	24
4.1.1.Alev Borulu Kazanlar.....	24
4.1.2.Su Borulu Kazanlar.....	24
4.2.Suyun Sirkülasyon Şekline Göre.....	24
4.2.1.Tabii Sirkülasyonlu Kazanlar.....	24
4.2.2.Cebri Sirkülasyonlu Kazanlar.....	24
4.3. Çalışma Basıncına Göre.....	24
4.3.1.Alçak Basıncılı Kazanlar	24
4.3.2.Orta Basıncılı Kazanlar.....	24
4.3.3.Yüksek Basıncılı Kazanlar.....	24
4.4.Kazanların Yapısı.....	25
4.4.1.Ekonomizer.....	25
4.4.1.1.Çıplak Borulu Eko.....	25
4.4.1.2.Genişletilmiş Yüzeyli Eko.....	25
4.4.1.3.Dökme Demir Halkalı Borulu Eko.....	25
4.4.1.4.Çift Modüler Dizayn.....	25
4.5.Dramlar Ve Yanma Odası.....	26
4.5.1.Superheater.....	26
5. Kojenerasyonun Scada Uygulamaları.....	28
5.1.Sistemin Yapısı.....	29
6. Sonuçlar	
7. Ekler.....	
Ek-1.Projede kullanılan Simülasyonların Detaylı Açıklanması.....	34
Ek-2.Projenin Getirisinin Grafiksel Gösterimi.....	40
Ek-3.Bir Termik Santralin Çalışmasının Animasyonlu Gösterimi...(Anm)	
8. Kaynaklar.....	41
9. Özgeçmiş	43

Projemde kullandığım bazı kısaltmalar;

EPDK: Enerji Piyasası Denetleme ve Düzenleme Kurulu

LPG: Likid Petrol Gazı

Q(pr) : Prosesde elde edilen ısı değeri

AYK: Akışkan yataklı kazan

BOF: Üstten üflemlı bazık oksijen konverteri

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

PLC: Programlanabilir Lojik Kontrol

Şirket Bazlı Kaynaklar;

DEMİR ÇELİK ÜRETİCİLERİ DERNEĞİ

ADRES : Cinnah caddesi Alaçam Sokak No : 1 / 24
ÇANKAYA-ANKARA
TEL : (312) 466 37 34 (pbx)
FAX : (312) 467 22 07

<http://www.dcud.org.tr/>

EKİNCİLER DEMİR ÇELİK A.Ş.

Merkez /: Büyükdere Cad. No: 71 Nuroi Plaza B Blok Kat:13 Maslak/ İSTANBUL(Head Office)
Tel:(212) 285 00 30 Fax:(212) 276 12 54
Fabrika/(Plant): Organize Sanayi Bölgesi P.K. 240 31200 İSKENDERUN
Tel: (326) 656 22 00 (20 hat/lines) Fax: (326) 656 22 23

<http://www.ekinciler.com>

İSKENDERUN DEMİR ÇELİK A.Ş

Genel Müdürlüğü
İskenderun Iron & Steel Works Co.
31319 İskenderun / Turkey
Tel. : +90 (326) 758 4040 (Santral-PBX)
Tel. : +90 (326) 758 (İlgili Servis / Dept. İn charge)
Fax. : +90 (326) 755 1184 - 758 5351 - 758 3838

<http://www.isdemir.com.tr>

NURSAN METALURJİ ENDÜSTRİSİ A.Ş.

Merkez /(Head Office) Fabrika (Plant) : Payas Organize Sanayi Bölgesi.
PK. 70 36300 İSKENDERUN No: 43
Tel:(326) 755 99 20 Fax:(326) 755 99 31

<http://www.nursancelik.com.tr>

YAZICI DEMİR ÇELİKSANAYİ ve TİCARET A.Ş.

Merkez /(Head Office): Tersane Cad. No:46-48 Diler Han. 80000 Karaköy - İSTANBUL
Tel:(212) 253 66 30 (16 hat/lines) Fax:(212) 250 83 32
Fabrika/(Plant): Organize Sanayi Bölgesi P.K. 61 31200 Sarıseki - İSKENDERUN
Tel:(326) 656 23 00 (12 hat/lines) Fax:(326) 656 23 17

<http://yazicifab@dilerhld.com>

İnternet Bazlı Kaynaklar;

- <http://www.kojenerasyon.com>
- <http://www.dcud.org.tr>
- <http://www.dilerhld.com>
- <http://www.nursancelik.com.tr>
- <http://www.isdemir.com.tr>
- <http://www.ekinciler.com>

Kişisel Bazlı Kaynaklar;

- Mustafa AYVERDİ

Ekinciler Holding, Ekinciler Demir Ve Çelik Sanayi A.Ş. Eski Genel Müdürü

- Ahmet TURAN

Ekinciler Holding, Ekinciler Demir Ve Çelik Sanayi A.Ş. Haddehane Müdürü

- Sevilay TOPÇU

Elektrik Yük.Mühendisi ,Türkiye Kojenerasyon Derneği Teknik Danışmanı

Doküman Bazlı Kaynaklar;

1. Steam Plant Operation, E. Woodruff, H. Lammers, F. Lammers, 7th ed., McGraw-Hill, 1998.
2. Steam, ed. S.C. Stultz and J.B. Kitto, Babcock & Wilcox Company, 4th Ed., 1992.
3. N. Selçuk , “Akışkan Yatakta Yakma Teknolojileri”, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Türkiye’de Kömür Politikaları ve Temiz Kömür Teknolojileri Sempozyumu, 21–22 Ekim 1999, Ankara.
4. “Akışkan Yataklı Kazan Teknolojilerine Dayalı Buhar – Elektrik Üretimi” Paneli
5. JEA Large-Scale CFB Combustion Demonstration Project, Advanced Electric Power Generation, Fluidized Bed Combustion, US Department of Energy, 1999.
6. O. Oymak, İ. Temuçin and G. Türeli, “Performance Test Data from the First 23MWth ABFB

Projemde kullandığım bazı kısaltmalar;

EPDK: Enerji Piyasası Denetleme ve Düzenleme Kurulu

LPG: Likid Petrol Gazı

Q(pr) : Prosesde elde edilen ısı değeri

AYK: Akışkan yataklı kazan

BOF: Üstten üflemlı bazık oksijen konverteri

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

PLC: Programlanabilir Lojik Kontrol

ÖZET;

Günümüzde, ülkemizde de önemi gittikçe artan Kojenerasyonu ele aldığım bu projemde Ekinciler Holding'e ait Ekinciler Demir-Çelik Fabrikası'nı baz alarak incelemeler yaptım. Bir fizibilite niteliğinde olduğuna inandığım projemin gerek işletmeler gerekse de inceleyecekler kişiler açısından yararlı olacağı kanısındayım.

Maliyet unsurlarının yeterince değinemem kanımca projemin tek kötü tarafı fakat takdir edileceği üzere bu hem çok fazla zaman, bilgi ve de bilhassa piyasa tecrübesi gerektirmektedir.

Projede öncelikle sektörün enerji anlamında yaşadığı sıkıntılara yer verildi. Enerjinin nelerden, nasıl temin edildiği; çevresel sebeplerle dahi çıkmazlara giren enerji sıkıntısını ve bu pamuk ipliğine bağlı can damarının işletmeler açısından tehlike boyutlarını anlatmaya çalışılmıştır.

Kojenerasyonun tanımı ile devam edilen projede “Neden Kojenerasyon? ; Nasıl Kojenerasyon?”sorularını yanıtlamaya ve kojenerasyonun işletmelere kazandırdıkları ile uygulanma çeşitlerine de yer verilmiştir.

Sistemde çok büyük yer teşkil eden diğer normal enerji santrallerinde de yer alan su-buhar döngüsü (water-steam cycle) da yer verilip, gerek diyagramlarla gerekse de görsel animasyonlarla destek vererek kojenerasyondaki önemini vurgulamaya çalışılmıştır.

Ayrıca Demir-Çelik Fabrikalarının yapılarına ve bölümlerini anlatılıp, çeşitli görsel öğelerden de yararlanılmıştır.

Son olarak projenin de bel kemiğini oluşturan, projenin adında da yer verilen Matlab/Simulink ile kojenerasyonu baz aldığım Demir-Çelik Fabrikası için modellemeye yapılmaya çalışılmıştır.Olabildiğince esnek olarak tasarlanan bu modellemede sistem için gerekli olan sudan tutunda, kullanılacak boruların, kazanların ebatlarına kadar birçok değişkenin değeri, kullanıcı tarafından dışardan giriş yapılabilinmekde ve sonuçlardaki değişiklikleri eş zamanlı olarak gözlenebilmektedir.

En sonundaki simulink modellemesinde görüleceği üzere de elde edilen enerjinin kaç YTL' ye tekabül ettiği de görülmektedir.

Hazırlanan bu projenin, bundan sonra bu türden yapılacak araştırmalara ışık tutup,temel teşkil edeceği kanısındayım.Tüm mühendis ve öğrenci arkadaşlara faydalı olmasını temenni ederim.

Orhan TOPAL

1.ENERJİ DARBOĞAZI İÇİNDEKİ SANAYİDE KOJENERASYONUN ÖNEMİ

Günümüzde sanayinin herhangi bir enerji sıkıntısı ile karşılaşmamasını biraz ekonomik kriz dönemine, biraz da ülkemizde enerji üretimine katkıda bulunan ve halen çalışmakta olan yaklaşık 2.400 MW gücündeki 90 adet otoprodüktör ve otoprodüktör grubuna borçluyuz. Özellikle geçtiğimiz yıl, kış dönemi boyunca ortaya çıkan ekonomik kriz, imalat düşüklüklerini ve buna paralel olarak azalan elektrik kullanımı ve kış ayları boyunca gerçek yüzünü göstermeyen soğuk havanın etkisi ile doğalgaz tüketiminde meydana gelen azalma, elektrik kesintilerinin gerçekleşmemesindeki başlıca faktörlerdir.

Beklenen bir ekonomik büyümeye ulaşmış sanayi, olağan soğuk hava koşulları ve toplumun bu düzeyde elektrik ve doğalgaz kullanımı gerçekleşmiş olsaydı o zaman elektrik ve doğalgaz darboğazları kendini bütün çıplaklığıyla göstermiş olacaktı. Barajlardaki su seviyelerinin en düşük seviyeye inmesi ve bazı hidroelektrik santrallerinin devreden çıkartılması, konunun aciliyetini daha da net bir şekilde ortaya çıkartmaktadır.

Kojenerasyonun bugünkü durumunu açıklayabilmek için otoprodüktörlüğün içinde bulunduğu duruma göz atmamız gerekmektedir. Günümüzde, 90 adet Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grubu 2.400 MW kurulu güçle çalışmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'ndan izin alıp da kurulma aşamasında olan 2.100 MW güçte 67 adet Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grubu bulunmaktadır. İzin için müracaat etmiş 10.500 MW güçte 153 adet Otoprodüktör ve Otoprodüktör Grubu vardır. Türkiye'deki toplam kurulu gücün 26.200 MW olduğunu kabul edersek, çalışmakta olan otoprodüktör gücü, toplamın % 9'unu, kurulmakta olanlar % 8'ini ve de izin için müracaat edenlerin ise % 40'ını oluşturmakta olduğunu görmekteyiz.

4286 no'lu Elektrik Piyasası Kanunu'nun 1. Maddesinde de otoprodüktörler, "Esas olarak kendi elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak üzere elektrik üretimi ile iştigal eden tüzel kişi" şeklinde tanımlanmaktadır. Otoprodüktör Grubu ise "Ortaklarının elektrik ihtiyacını karşılamak üzere kurulmuş olan tüzel kişileri" tanımlamaktadır. İkinci Bölüm, Madde.2.'de ise "Bir otoprodüktör yada otoprodüktör grubu, ürettiği elektrik enerjisinin, bir takvim yılı içinde yüzde yirmisini aşmamak kaydı ile kurul tarafından belirlenecek orandaki miktarını rekabet ortamında satabilir." şeklinde, otoprodüktörlerin fazladan ürettiği elektriği nasıl pazarlayabileceği tanımlanmaktadır. Isı satışı konusunda, ne daha önceki yönetmelikte ne de bu kanunda bir açıklama bulunmamaktadır. Yani bu konuda hiçbir sınırlama veya şart getirilmemiştir, ısı satışı serbesttir.

Otoprodüktör ve otoprodüktör lisansı, "Kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere elektrik enerjisi üretimi yapan ve iletim ve/veya dağıtım sistemi ile paralel çalışan otoprodüktörlerin ve ortaklarına elektrik enerjisi temin eden otoprodüktör gruplarının kurumdan almak zorunda oldukları lisans" olarak tanımlanmaktadır.

Elektrik Piyasası Kanunu Madde.3.'teki "Otoprodüktör ve otoprodüktör grupları hariç olmak üzere, iletim ve dağıtım sistemi ile paralel çalışmayan ve çıkarılacak yönetmeliğe göre yalnızca kendi ihtiyacını karşılamak için elektrik üretimi yapan gerçek veya tüzel kişiler lisansa tabi değildir." cümlesi altı çizilmesi gereken bir durumu ortaya çıkarmaktadır, yani "ada" modunda çalışacak bir sistem için lisans alma gereği doğmamaktadır. Türkiye'nin enerji konusunda içinde bulunduğu durumu dikkate aldığımız zaman, hem 2-3 yıl içerisinde amortisi olan kojenerasyonun ekonomisi ile, aynı zamanda imalat sahası içinde kurulacak

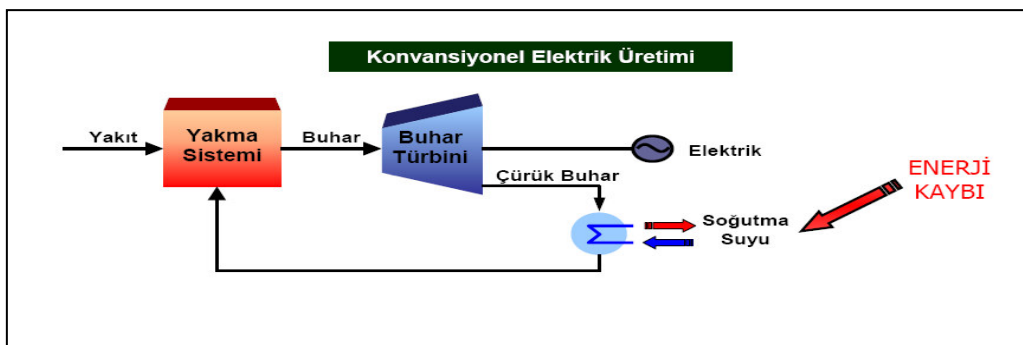
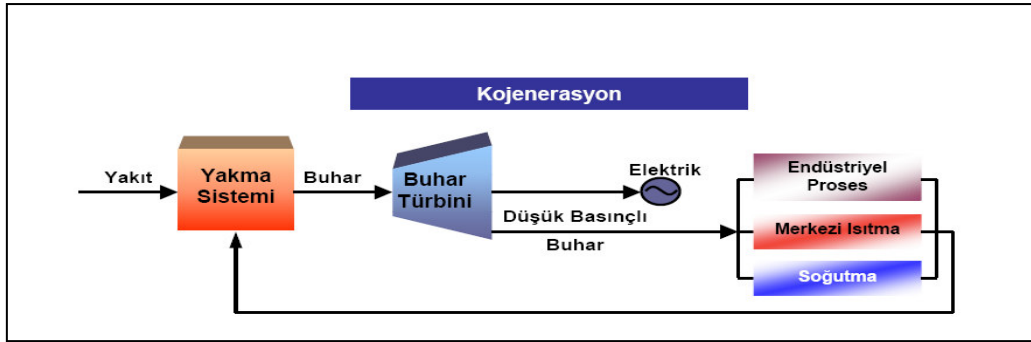
birleşik enerji üretiminin elektrik ve ısı üretimi kalitesi ve sürekliliği açısından oldukça önemli bir pozisyonudur.

Benim yaptığım bu araştırmamdan yola çıkarak çıkardığım sonuç; "Kojenerasyon" nun, enerji sistemi içerisindeki payının her geçen gün daha da fazla arttırarak gelişmeye devam edeceğidir...

2.KOJENERASYON

Primer yakıt rezervlerinin azaldığı ve global rekabetin arttığı günümüz ortamında enerji girdilerinde süreklilik, kalite ve asgari maliyetleri sağlamak, kaçınılmaz olmuştur. Bu anlamda kojenerasyon günümüz çağdaş "enerji yönetimi" teknikleri içinde ön sıralarda yer almaktadır.

Kojenerasyon, enerjinin, hem elektrik hem de ısı formlarında aynı sistemden beraberce üretilmesidir. Bu birliktelik, iki enerji formunun da tek tek kendi başlarına ayrı yerlerde üretilmesinden daha ekonomik neticeler oluşturmaktadır. Basit çevrimde çalışan, yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoru kullandığı enerjinin %30-%40 kadarını elektriğe çevirebilir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak olan ısı enerjisinin büyük bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girişinin % 70 - %90 arasında değerlendirilmesi sağlanabilir. Bu tekniğe "birleşik ısı-güç sistemleri" ya da kısaca "kojenerasyon" diyoruz. Her iki enerji formunun ayrı ayrı aynı nihai miktarlarda üretilmesi için gerekli birincil enerji miktarının bunların kojenerasyonla üretilmesi durumunda ne oranda azalacağı aşağıdaki grafikte görülmektedir



Şekillere göre kojenerasyon tekniği ile kullanılan birincil enerjiden tasarruf %42 seviyesinde gerçekleşmektedir. Dolayısı ile kojenerasyon sisteminin çevreye en önemli katkılarında biri de burada ortaya çıkmakta, büyük enerji tasarrufu yanında atık emisyonları da aynı oranda azalmaktadır. Ülkemizde henüz üzerinde çok durulmayan bu nokta, sistemin özellikle Avrupa ülkelerinde yaygın teşvik görmesinin ana sebeplerinden biridir.

Birleşik ısı-güç üretiminin yararlarını makro ve işletme bazında olmak üzere ikiye ayırabiliriz;

Makro düzeyde:

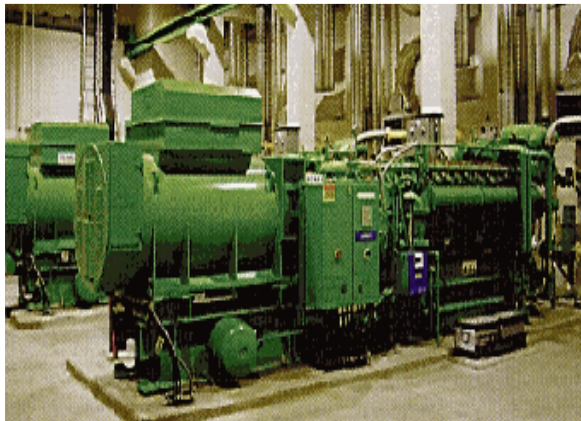
1. Yüksek birincil enerji kullanım verimliliğinin sağladığı yerel veya ithal enerji kaynaklarının tasarrufu,
2. Enerji çevriminin tüketim yerinde gerçekleştirilmesi sonucunda elektrik enerjisi iletim ve dağıtım kayıplarının yok edilmesi
3. Merkezi santrallere göre daha kısa inşaat ve devreye alma sürelerinin sağladığı hızlı elektrik enerjisi arz satışı,
4. Üretilen yararlı ısı güç birimi başına çevreye atılan katı, sıvı ve gaz madde miktarının, yalnız elektrik üreten merkezi enerji santrali veya yalnız buhar üreten bir endüstri kazanına göre daha az olması,
5. Sanayi tarafından tüketilen elektrik enerjisinin az sayıda merkezi santral yerine, dağılmış bir şekilde endüstriyel tüketim yerlerinde üretilmesinin ulusal güvenliğe sağlayacağı katkı,

İşletme bazında:

1. İşletmenin azalan toplam enerji giderleri, nihai ürün kalitesini düşürmeden maliyetini azaltacak, şirketin rekabet gücü artacaktır.
2. İşletmenin enerji temin güvencesi olacak, üretim kesintilerinin yol açtığı zararlar ortadan kalkacaktır.

Kojenerasyonda üretim teknikleri iki çeşit ana tahrik ünitesi vasıtasıyla uygulanmaktadır:

- Gaz türbini
- Gaz motoru ya da dizel motor



Gaz türbinleri kojenerasyon uygulamaları için yaygın olarak 4,5 - 20 MW güç aralığında kullanılmaktadır. Buna karşılık gaz motorları daha küçük güçlerdedir. Ülkemizde de özellikle 1 MW seviyelerinde uygulanmaktadır. Ancak gaz motor kojenerasyon uygulamalarını bu

boyutta sınırlamak doğru değildir. Tek modülde 100 kW seviyelerinden 3 MW seviyelerine kadar motorlar mevcut olup, bunların çoklu modülleri ile yapılan santrallerde 10 MW seviyelerine ulaşılması Avrupa'da yaygın uygulamalardır.

Resimlerde gördüğünüz bu üniteler kendi başlarına sadece elektrik üretebilecek durumdadırlar. Bu üniteleri kojenerasyon sistemi haline getirmek için dışarı atılan ısı'nın kullanılır ısı haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Gaz türbininde bu ısı egzoz gazı ısısı şeklinde olup, bir atık ısı kazanı vasıtasıyla bu ısı prosesin ihtiyacına göre buhar, sıcak su, kızgın su ya da kızgın yağ üretmek için kullanılabilir.

Proses ihtiyacına göre, toplam verimden vazgeçmek suretiyle yine buhar üretimi ya da direkt kurutma yolu ile ısı kullanılabilir.

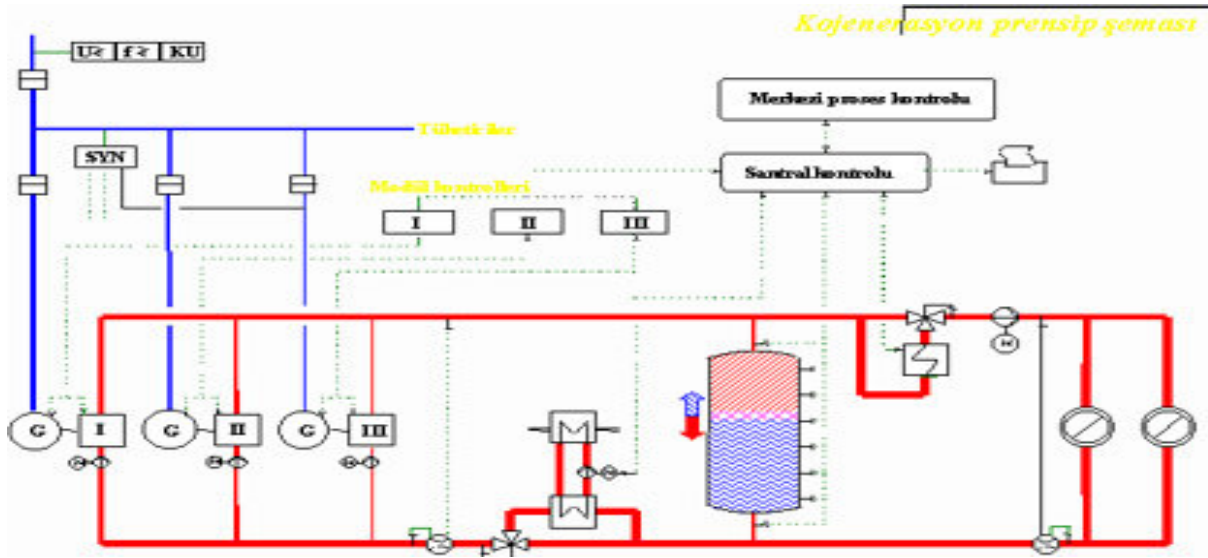
Kojenerasyonda sistem ve kapasite seçimi başlıca şu kriterlere göre yapılır:

- İşletmenin elektrik-ısı tüketim yapısı ve ısı-elektrik tüketim dengesi,
- İşletmenin yıllık çalışma süresi,
- İşletmenin enerji ihtiyacı seviyesi,
- Birincil enerji kaynaklarının (gaz, LPG, nafta, fuel-oil) temin edilebilirliği ve ekonomik uygulanabilirlikleri,

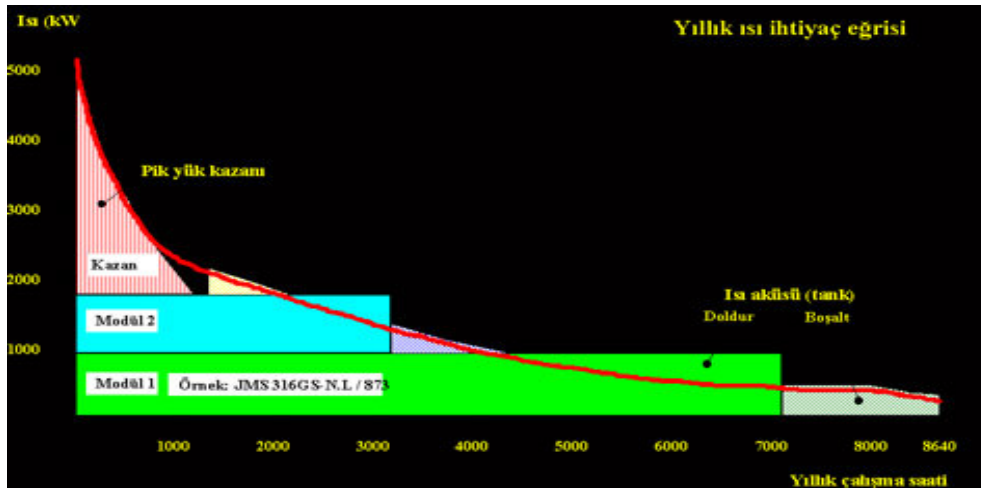
Bunların en önemlisi ilk iki kriterdir. Sağlıklı bir santral seçimi için mümkünse yıllık, yoksa aylık ya da haftalık bazda tüketim değerleri tesbiti yapılmalı, bunlar grafiklere dökülmelidir. İlk olarak yıllık ortalama elektrik tüketimine bakılır ve atıl kapasite oluşturmayacak şekilde, bu tüketimin az altında kalacak bir kapasite seçilir. İlk amaç elektrik tüketimine yönelik kapasite belirleme olmalıdır. Her ne kadar -"hazır santral kuruyorum, tüm ısı ihtiyacımı da karşılayacak bir kapasite seçeyim, fazla elektriği satarım!"- felsefesi genel olarak pazarımıza hakim olmuşsa da bu şebekenin enerji alış şartlarındaki uygunsuzluk ve ilerde kapasite ile karşılaşıldığında şebekenin enerji fazlasını almaması gibi durumlar mümkün olduğundan kesinlikle yanlış bir yaklaşımdır. Sistem pazarlamacıların bu konudaki olası yanlış yönlendirmelerine karşı dikkatli olunmalıdır. Santralin elektrik kapasitesi belirlendikten sonra ısı tüketim verilerine bakılır. Yoğun olarak yüksek sıcaklıkta enerji gerekiyorsa - buhar, kızgın yağ ya da sıcak hava ve bu yaklaşık 1/2 (elektrik/ısı) dengesine oturuyorsa, sisteme uygun yakıt ekonomik olarak mevcut ise ve santral büyüklüğü gaz türbinleri kapasite aralığına giriyorsa ihtiyaç bir gaz türbin kojenerasyon santraline işaret eder.

Dikkat edileceği üzere sonuca etken değişken sayısı çok fazladır. Tüm öncelikli kriterler bir gaz türbin santralini işaret ederken dahi, yakıtın ekonomik bulunabilirliğine bağlıdır.

Bir motor santraline ait prensip şeması aşağıdaki gibidir;



Sistem seçimi ile santral büyüklüğü ve tipini belirledikten sonra santralin kaç modülden oluşacağını tespit etmek gerekmektedir. Burada ilk kısıtlama piyasada mevcut üretilmekte olan modül büyüklüğüdür. Bu problem aşılabildiği zaman ilke olarak en az iki modülden oluşan bir santral yapmak enerji temin güvencesi açısından her zaman tercih edilmelidir. İkinci önemli kriter ise mümkün olan en yüksek verimde çalışabilmek amacıyla yıllık tüketim eğrisini değerlendirmektir. Modül sayısını bu eğriye oturttuğumuzda aşağıdaki gibi bir tablo ile karşılaşırız.



Eğriden görüleceği üzere elektrik talebi yaklaşık 1,4 MW olarak tespit edilmiş santral ısı eğrisine karşılaştırılmış ve 1 modül yılın büyük bölümünde (7000 saat) diğerinin ise 3000 saat tam yükte çalışması durumunda en yüksek verimle santralin çalışabileceği tespit edilmiştir. Buna göre yapılacak fizibilite çalışmaları uygun sonuç verirse santral yatırım yapılabilir.

1. Fair karışım yanmalı otto motorları

- o motorlarında sadece gaz yakıtlar kullanılabilir.Motor l

- Doğalgaz

- nlardan sadece doğalgaz ve p

Gaz yakıtların motorlarda yakılabilmesinin en önemli kriteri metan sayısıdır, ardından kalorifik değer ve laminar alev hızı gelir. Gazların özellikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Yakıt	Adı	Spesifik Gravite (Kg/Nm ³)	Alt Isıl Değer (Kwh/Nm ³)	Metan Sayısı	Laminar Alev Hızı (Cm/Sn)
H ₂	Hidrojen	0,0899	2,996	0	302
CH ₄	Metan	0,717	9,971	100	41
C ₃ H ₈	Propan	2,003	26	33	45
CO	Karbon Monoksit	1,25	3,51	75	24
Doğalgaz	CH ₄ %88,5 C ₂ H ₆ =%4,7 C ₃ H ₈ =%1,6 C ₄ H ₁₀ =%0,2 N ₂ =%5	0,798	10,14	80	41
Arıtma Gazı	CH ₄ = %65 CO ₂ = %35	1,158	6,5	135	27
Çöplük Gazı	CH ₄ =%50 CO ₂ =%40 N ₂ =%10	1,274	4,98	150	20
Odun Gazı	H ₂ =%7 CO=%17 C ₃ H ₈ =%5 N ₂ =%56 CO ₂ =%15	1,25	1,38	13	-

1. Doğalgaz: Kojenerasyonun ticari olarak bulunabilen tartışmasız temel yakıttır. Hem yanma özellikleri hem çevre dostu oluşu hem depolama gerektirmemesi hem de ekonomik açıdan en geçerli yakıttır.
2. Propan : % 95 üzerinde saflık gerekliliği ithal edilmesini gerektirmektedir. Enerji üretimi amaçlı olarak ithalatı bazı firmalarca yapılmaktadır. Ancak çok düşük metan sayısı yüksek kalorifik değerine karşın motorlardaki üretimi aynı kapasitedeki gaz motoruna oranla % 65 düzeyinde kalmaktadır. Bu üretimin verimsiz olması anlamında değil, spesifik yatırım maliyetinin artması şeklinde yorumlanmalıdır. Enerji Bakanlığının yaz aylarında aldığı kararlar sonucu enerji üretiminde kullanımı halinde atv ve afif oranlarının pratikte sıfırlanmış olması sonucu ekonomik olarak kabul edilebilir bir alternatif haline gelmiştir.
3. Dizel: Yanması en az problemli ve zararlı emisyonu en düşük likit yakıttır. Ancak fiyatı sebebiyle kojenerasyonda ana yakıt olarak kullanılması ekonomik olarak mümkün değildir. Ancak gaz kesintilerine karşı, eşzamanlı şebeke elektriği kesilmesinde kullanılmak üzere yedek yakıt olarak değerlendirilebilecek en uygun yakıttır.
4. Fuel-Oil :Bir diğer uygun likit yakıttır. Ancak emisyonlarında arıtma gerekmekte, fiyat açısından da yine ekonomik saymak mümkün olmamaktadır.

FiyatTablosu	Doğalgaz	Propan	Motorin	Fuel-Oil
Kal.Değeri	8250	11200	10200	9600
Birim Fiyat	150 \$/m3	300 \$/ton	317 \$/ton	105 \$/ton
Spesifik Fiyat	0.016 \$/kwh	0.023 \$/kwh	0.027 \$/kwh	0.009 \$/kwh

Toparlamak gerekirse; kojenerasyon özellikle son 10 yılda muazzam bir kullanım sahası bulmuş ; 20 yılı aşkın bir süredir dünyada başarıyla uygulanan ve sürekli teknik gelişmelerle desteklenen bilinen en verimli enerji üretimidir.

Dünyadaki itici gücü bu emsalsiz veriminin ve dolayısı ile üretilen birim enerji başına atmosfere atılan emisyonları ciddi bir oranda azaltması ile çevre açısından gittikçe daha duyarlı hale gelen dünyanın enerji üretim sistemleri içinde gözbebeği olmuş, halen de bu statüsünü korumaktadır.

Yurdumuz bu açıdan Avrupa ülkelerinin henüz çok gerisinde olmasına karşın, doğalgaz temin politikalarında kaydedilecek gelişmelerle karşısında durulamayacak bir talep patlamasını muhakkak yapacak, bu çerçevede sistemin yararlarını zamanında görmüş yatırımını zamanında yapmış müesseseler bundan büyük karlar edecek, rakiplerinin önüne geçeceklerdir.

Kojenerasyon sistemlerine yaygın ilgi ülkemizde beklenen elektrik enerjisi krizi ve şebekedeki elektriğin kalite problemleri nedeniyle yaygınlaşmışsa da sonunda bu sistemler verimlilikleri, sağladıkları ekonomi ve rekabet gücüne katkıları nedeniyle sanayimizde hak ettikleri konuma erişeceklerdir.

2.1.KOJENERASYON SİSTEMİNDE KULLANILAN YAPILAR

Günümüz modern dünyasında, bütün toplumlar, yaşamı daha üretken ve konforlu kılmayı hedefleyen teknolojik atılımlar gerçekleştirerek, belirli düzeylere ulaşmayı hedeflemektedir. Bu teknolojilerin en büyük girdisini enerji oluşturmaktadır.

Elektrik enerjisi, sanayileşmiş dünyaya yüksek düzeyde konfor sağlıyor olmasına rağmen, kaynağı ve elde edilme yolları genelde unutulmaktadır. Bu kritik enerji kaynağını güç santralleri üretmektedir. Dünya genelinde elektriğin %90'u, enerji kaynağı olarak buhar kullanan santrallerde üretilmekte, geri kalanın büyük bir kısmı da hidrolik enerjiye dayalı santrallerden elde edilmektedir. Türkiye'de ise buhara dayalı santrallerin elektrik üretimindeki payı %70'ler civarındadır.

Enerji santralleri, değişik formlardaki enerjiyi, çeşitli yararlı amaçlarla kullanılmak üzere elektrik ya da ısıya dönüştüren tesislerdir. Enerji santrallerinin enerji girdisi bariz çeşitlilikler gösterebilirken, her enerji kaynağı için de tesis tasarımı belirgin olarak farklıdır. Enerji girdisinin yapısı aşağıdaki şekillerde olabilir:

- 1.Yüksek seviyede bulunan su kitlesinin potansiyel enerjisi değerlendirildiğinde hidroelektrik santrali,
- 2.Kömür, petrol ya da doğalgaz gibi fosil yakıtların yapısında bulunan hidrokarbonlardan çıkan kimyasal enerji değerlendirildiğinde termik santrali,
- 3.Güneşten gelen ışınların enerjisi değerlendirildiğinde güneş enerjisi santrali,
- 4.Atom parçacıklarını ayıran veya birleştiren fizyon veya füzyon enerjisi değerlendirildiğinde ise nükleer santrali meydana gelmektedir.

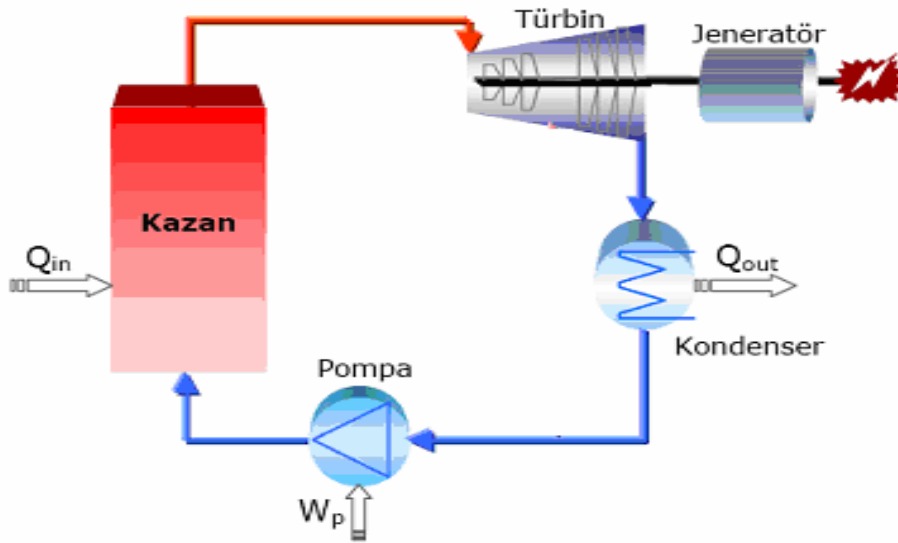
Bu enerji kaynaklarından herhangi biri kullanılarak, değişik formlarda enerji elde edilebilir:

- Bir proses için ya da ısıtma için Isı Enerjisi
- Daha sonra başka tip enerjilere dönüştürülmek üzere Elektrik Enerjisi
- Gemilerde olduğu gibi Taşımacılık için Enerji

Bütün bu enerji santrallerinde baskın olan teknoloji, suyun buhara dönüşümüdür. Dolayısıyla enerji üretiminde; gerek direkt olarak kullanılarak, gerekse başka bir enerjiye dönüştürülerek, buhar büyük öneme sahiptir.

2.2.Buharın Kullanım Alanları

Sanayide buhar, kritik bir kaynaktır. Kâğıt ve diğer ağaç ürünlerinin üretimi, madenlerin işlenmesi, birçok endüstri dalında ısı enerjisi gereksiniminin karşılanması, yiyeceklerin hazırlanması ve servisi, büyük binaların soğutma ve ısıtması, pompa ve kompresör gibi çeşitli ekipmanların çalıştırılması için buhar kullanımı şarttır. Ancak, yine de buharın en önemli önceliği elektrik üretiminde birincil kaynak olmasıdır. Buhar, herhangi bir yakıttan sağlanan enerjiyle dünyanın her yerinde rahatlıkla üretilbildiği için, her türlü enerji uygulamasında yer alan en önemli enerji kaynağıdır. Ayrıca buharın enerji üretiminde büyük öneme sahip, kendine has özellikleri vardır: Buhardan suya ve tekrar sudan buhara geçişin basit bir döngüsü vardır ve bu işlemlerin doğa üzerinde toksik bir etkisi yoktur. Buhar çevrimi pratikte değeri olan en basit buhar çevrimi, “rankine” çevrimi olarak adlandırılmaktadır. Buhar çevriminin önemi, ‘ısı’nın süreklilik içinde ‘iş’e dönüştürülmesini sağlayan prosesleri birleştirmesinden gelir. Bu basit çevrim, elektrik jeneratörünü çeviren buhar türbinine, kazandan sağlanan buharın beslenmesi üzerine kuruludur. Türbinden çıkan buhar kondensere girer ve burada yoğunlaşan buhar, su olarak tekrar kazana beslenir. Aşağıda, anlattığım sistemin şematize edilmiştir.



Şekil 1

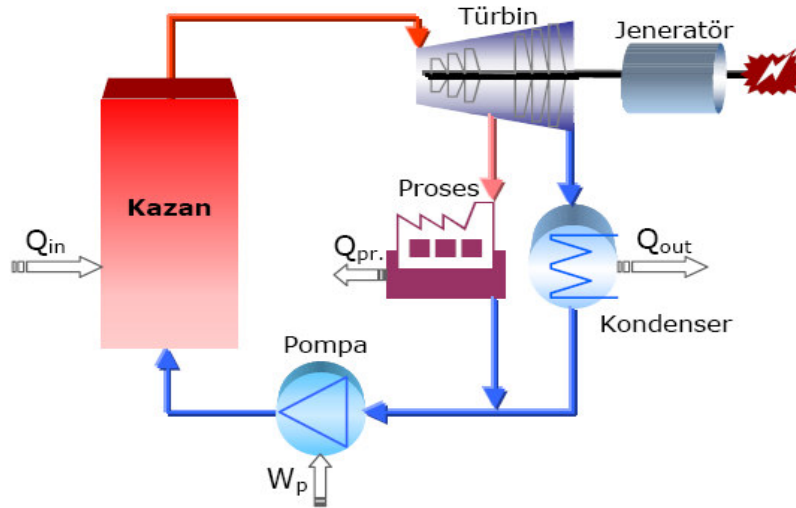
Şekilde görüldüğü gibi, pompa tarafından besli suya basınç artışı olarak aktarılan enerji (W_p) sayesinde suyun kazana akışı sağlanmaktadır. Kazanda suya aktarılan ısı enerjisi (Q_{in}) sayesinde buhar oluşmakta, türbini döndüren buhar sayesinde jeneratörde elektrik üretilmekte, türbini terk eden düşük basınçlı buhar kondenserde ısı vererek (Q_{out}) suya dönüşmekte ve bu suyun tekrar pompaya girişiyle çevrim tamamlanmaktadır.

Bu çevrimin verimi, buharın kızgın olması durumunda artmaktadır. Bu durumda, aynı miktarda enerji için daha az buhar ve daha az yakıt gerekmektedir. Eğer, buhar tekrar

kızdırılır ve ikinci bir türbinden geçirilirse, çevrim verimi daha da artar ve türbinden geçerken buharın içindeki nem azalmış olur. Buharın içindeki nemin azalması türbin kanatlarındaki erozyonu en aza indirir. Bunlara ek olarak, besi suyunun ısıtılması da uygulanırsa, başlangıçta belirtilen Rankine çevriminin verimi önemli oranda artmış olur. Bu işlem, türbinin çeşitli kademelerinden buhar alınarak, bu buharın kondenserden pompaya gidiş hattında besi suyunun ısıtılmasında kullanılmasıyla gerçekleştirilir. İşte bu geliştirilmiş çevrim prensibi, modern enerji santrallerindeki uygulamanın özetidir.

Ancak, şekilde verilen çevrim, sadece elektrik enerjisi üretimi yapılmasına yöneliktir. Oysa buharın, daha önce de belirtildiği gibi, elektrik üretiminden öteye ‘Isıl Enerji’ kaynağı olarak kullanıldığı birçok uygulama vardır. Bu uygulamaların, ısıl enerjinin yanında az ya da çok elektrik enerjisine de olan gereksinimleri, tek bir sistemde bu iki enerji çeşidinin üretilmesi fikrini doğurmuştur. Sonuçta, hem ısı hem de elektrik enerjisi için buhar kullanılıyor olması, aynı anda üretim anlamına gelen kojenerasyon kavramını doğurmuş, tek bir kazanda üretilen buharın her iki ihtiyacı da karşılaması için buhar çevrimi yenilenerek, çevrim veriminin artırılması hedeflenmiştir. Buhar/Su çevriminde türbine giren buharın bir kısmı düşük basınçlı ara kademedan çekilerek prosese gönderilmekte, burada ısıl enerjisini verdikten sonra, türbinin çıkışındaki kondenserde yoğunlaşan su ile birleşmektedir. Genel olarak bu değişikliğin dışında Rankine çevrimiyle benzer olan kojenerasyon uygulaması, çevrim veriminde önemli bir artış oluşturmaktadır.

Yakıtlı giren enerjinin kullanılabilir enerjiye çevrilme yüzdesini gösteren çevrim verimini, kondenserde buharın bıraktığı değerlendirilemez ısı (Q_{out}) belirlemektedir. Şekilde, türbinden geçen buharın tamamı kondenserde yoğunlaştığı için göz ardı edilemez oranda ısıl enerji sistem dışına atılmaktadır.



Şekil 2

Oysa Şekil 2’de verilen örnek bir kojenerasyon uygulamasında, türbine gönderilen buharın bir kısmı ara basınç kademesinden alınarak prosese gönderildiğinden, buhar suya dönüşürken ortaya çıkan ısı (Qpr.) prosese aktarılmaktadır. Dolayısıyla, türbinin arkasından çıkan buhar miktarının azalması, kondenserde sistem dışına alınan ısıl enerji oranını azaltırken, değ rlendirilebilen enerji oranını arttırmaktadır.

 evrim veriminin ne oranda artacağını belirlemek ise tamamen uygulamaya özel olup, proses buharının Şartları ve miktarı, ve elektrik enerjisi gereksiniminin birlikte ele alınmasıyla mümkün olmaktadır. Şekil 1’de verilen basit çevrime yapılacak iyile tirmelerle dahi, örnek olarak akışkan yataklı kazana dayalı tipik bir santralde, yakıt ile giren enerjinin en fazla %40’ı değ rlendirilebilir enerjiye, yani elektrik enerjisine çevrilebilmektedir. Oysa yine aynı tip kazana dayalı bir enerji santralinde elektriğın yanında ısıl enerji de değ rlendirilirse, ısıl enerji gereksinimine bağlı olarak %90’lara kadar varan çevrim verimi elde edilebilir. Ancak, kojenerasyon uygulamalarının verimi salt elektrik üretimi durumundan yüksek olsa da, %90 düzeyinde çevrim veriminin elde edilmesi, ısıl enerji ve elektrik enerjisi gereksinimleri arasında m kemmek bir uyum olması durumunda mümkündür.

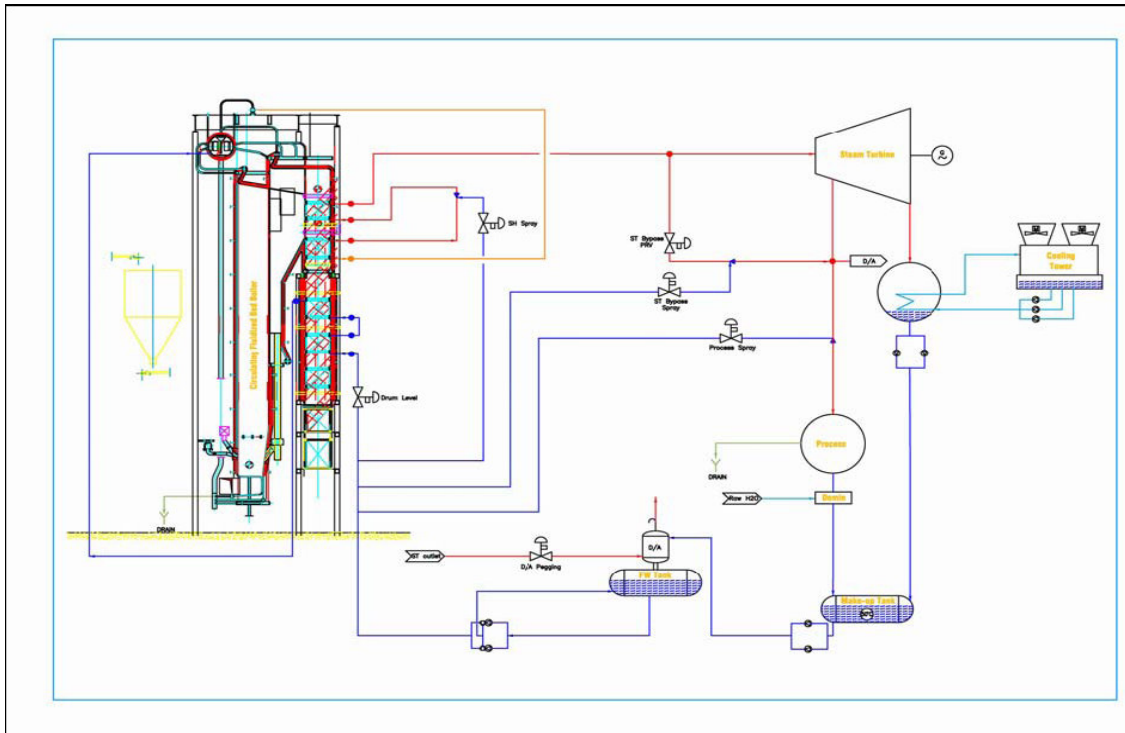
2.3.Kojenerasyon ve Enerji Santralleri

Buhar üretimine dayalı enerji santralleri, daha önce bahsedilen kazan, türbin, jeneratör, kondenser ve pompa gibi kısımlardan öteye, fiziki olarak çok daha fazla yer kaplayabilen ve sayıları azımsanmayacak kadar çok yardımcı sistem ve ekipman içerirler.

Genel olarak katı yakıtlı bir santralde ana sistemler aşağıdaki gibi gruplandırılabilir:

- Yakıt stok ve hazırlama
- Yanma odası ve buhar üretimi
- Çevresel koruma
- Türbin jeneratör ve elektrik üretimi
- Kondenser ve besleme suyu sistemi
- Soğutma kuleleri ve soğutma suyu sistemi

Şekilde verilen akışkan yataklı kazana dayalı tipik bir kojenerasyon uygulaması akış şemasında, yakıt stok ve hazırlama dışında kalan diğer sistemlerin buhar ve elektrik üretimindeki yerleridir;



Şekilde görülmekte olan uygulamada, dolaşımli akışkan yataklı kazanda üretilen, fabrikadaki prosesin gereksiniminden daha yüksek sıcaklık ve basınçta kızgın buhar, 'Ara Çekişli Buhar Türbini'ne gönderilmektedir. Türbine giren bu yüksek enerjili buhar, türbin kanatlarını döndürürken enerjisini kaybeder ve önceden tasarlandığı şekilde, türbinin belli bir kademesinde şartları prosese uygun hale gelir. Bu kademede, buharın proses için yeterli olan miktarı türbinden çekilirken, kalan kısmı türbinin sonuna devam edip negatif basınca kadar düşer. Çürük buhar olarak adlandırılan düşük enerjili bu buhar, tekrar kazana beslenmek üzere çeşitli işlemlerden geçmeden önce kondensere girerek suya dönüşür. Bu arada, buharın türbin kanatlarına uyguladığı kuvvetin, türbin rotorunu, dolayısıyla bu rotorun bağlı olduğu jeneratör rotorunu çevirmesi sonucu elektrik üretimi gerçekleşir. Yukarıda belirtilen çürük buharın yoğunlaştırılması işlemi için, kazan suyundan tamamen ayrı bir soğutma suyu sistemi kullanılmaktadır. Kondensere giren soğutma suyu, türbinden gelen buharın suya dönüşmesini sağlarken, sıcaklığı artar. Sıcaklığı artan soğutma suyunun tekrar kondensere gönderilebilmesi için soğutulması gerekmektedir. Bu amaçla enerji santrallerinde soğutma kulesi olarak adlandırılan sistemler bulunmaktadır. Soğutma kulelerinde temel prensip, suyun hava ile direk temas ettirilerek, ısı transferi ve buharlaşma ile sıcaklığının düşürülmesidir. Havayla temas sonucunda soğuyan, ancak bir miktarı buharlaşma ile kaybedilen su, yakındaki bir su kaynağından gerekli miktarda ilave yapılarak kondensere gönderilir. Böylece soğutma suyunun döngüsü de tamamlanmış olur. Sonuçta, türbinden gelen çürük buharın yoğunlaştırılması ile oluşan su, çevrim sırasındaki su kaybının karşılandığı 'Make-up Tankı'na gönderilir. Buhar türbininin ara kademesinden çekilerek prosese gönderilen buhar ise ısıtma, soğutma, kurutma ve motor tahrikleme gibi değişik amaçlarla kullanıldığında yoğunlaşır ve prosesi kondens olarak terk eder. Prosesten gelen bu su da türbin kondenserinden gelen su gibi make-up tankına gönderilir. Su/buhar çevrimi sırasında hatlarda gerçekleşen hat kayıpları ve proseste kullanılış şekline bağlı olarak değişkenlik gösteren proses kayıplarından dolayı, sisteme dışarıdan bir miktar su ilavesi zorunlu olmaktadır. Türbin kanatlarında ve boru hatlarında mekanik ve/veya kimyasal zararlara yol açmaması için, eklenen suyun da hatlarda dolaşan su gibi çeşitli kimyasal/mekanik arıtma/demineralizasyon işlemlerinden geçmesi gerekir. Bu yüzden, make-up tankına eklenen su, çeşitli işlemlerden geçerek belirli bir kaliteye getirilmektedir.

Suyun kazana beslenmeden önce geçeceği önemli işlemlerden biri de besi suyu tankına gireceği noktada bulunan degazörde gerçekleşmektedir. Degazörün amacı, suyun içinde çözünmüş olarak bulunan oksijeni en aza indirerek, özellikle kazan boruları ve diğer buhar hatları olmak üzere, sistemin genelinde oksitlenme eğilimini azaltmaktır. Degazörde, buhar türbini ara basınç kademesinden alınan buharın besi suyu üzerine uygulanması sonucunda oksijenin besi suyundaki çözünürlüğü azaltılırken, aynı zamanda besi suyunun da bir miktar ısınması sağlanmış olur. Degazörden geçerek besi suyu tankına giren su, besi suyu pompasında yüksek basınca çıkartılarak, ekonomizerde ön ısıtmaya tabi tutulduktan sonra kazana gönderilir. Kazanda yakıtın yanmasıyla, borulardaki su öncelikle doymuş buhara dönüşerek kazan olması gereken seviyeye ulaşır. Kazan çıkan doymuş buhar, yanma odasının devamındaki gaz yolunun üstünde bulunan kızdırıcı borulara girerek, aynı basınçta sıcaklığının artmasıyla kızgın buhar halini alır ve buradan da buhar türbinine yönelir. Şekilde akım şeması verilen kojenerasyon uygulamasında gerçekleşen su/buhar çevrimi basitçe bu şekilde özetlenebilirken, yardımcı sistemlerin de ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ancak, enerji santralının en önemli bölümünü, yanma odası ve buhar üretimi ile ilgili bir grup boru sistemi ve ekipmanları kapsayan kazan oluşturmaktadır. Kazanların, buhar/su çevriminin gerçekleştiği tarafında yukarıda anlatılana benzer mekanizmalar hakimken, yakıtın ısı enerjisinin açığa çıktığı yanma odaları, hem yakıt cinsine göre hem de yakma teknolojisine göre büyük farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklarda belirleyici olan bir numaralı unsur

yakıt cinsi olmaktadır. Dünya genelinde endüstriyel enerji üretiminin dayandığı bir numaralı yakıt kömürdür. Geleceğe yönelik eğilimlerde de, ekonomik ve stratejik açıdan kararlı bir yapıya sahip olan kömür, enerji güvenliği göz önüne alınarak hazırlanan enerji üretimi planlamalarında vazgeçilmez bir üstünlüğe sahiptir. Her ne kadar Türk kamuoyunda kömür kullanımı konusunda büyük bir tedirginlik ve bilgi eksikliği bulunsada, dünya genelinde katı yakıtların değerlendirilmesi konusunda atılımlar devam etmektedir. Kömür gibi katı yakıtların değerlendirilmesi için, çağın gereklerini yakalamış yakma teknolojileri uygulanmakta ve geliştirilmektedir. Günümüzde, endüstriyel kojenerasyon tesislerinden termik santrallere kadar, kömüre dayalı enerji üretimi uygulamasında görebildiğimiz ‘akışkan yataklı kazan teknolojisi’, kömür yakılması ile ilgili her türlü çekinceyi gidermektedir.

2.6.Akışkan Yataklı Kazanlar (AYK)

Akışkan yataklı kazan teknolojisinin, katı yakıtların yakılmasıyla buhar üretilmesinde belirgin avantajları bulunmaktadır. Bu sistemlerin anahtar noktası, yakıt esnekliği ve düşük emisyonlardır. Bu özelliklerin getirdiği avantajlar, yıllar içinde bu teknolojinin geliştirilmesi ve uygulamaya geçişine büyük bir hız kazandırmıştır.

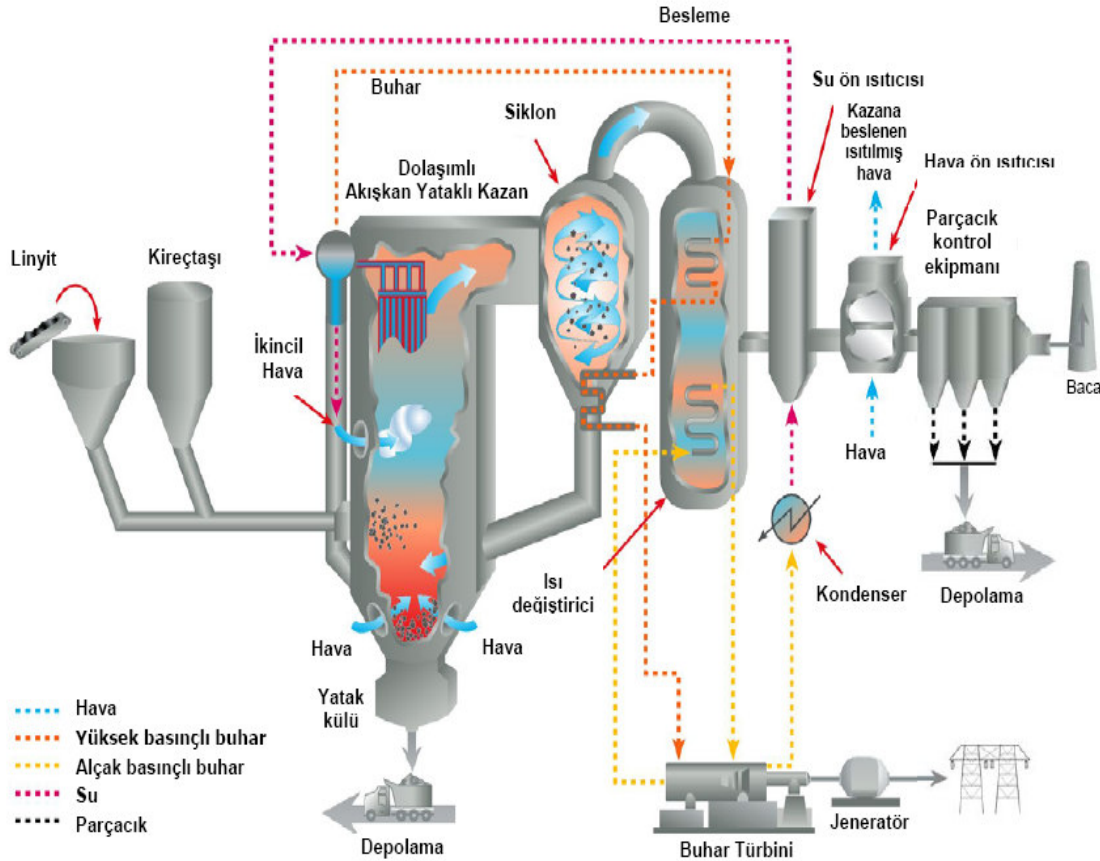
Akışkan yatak teknolojisinin gelişimi; 1930’lu yıllar ve 1940’ların başında geniş çaplı araştırma ve geliştirme çalışmaları sonucunda akışkan yatakların katı-gaz teması gerektiren uygulamalardaki avantajlarının saptanması, ilk olarak benzin ve diğer petrol bazlı ürünlerin üretimi için kullanılmasını sağlamıştır. Bugün akışkan yataklar dünya çapında birçok endüstride çeşitli prosesler için kullanılmaktadır. 1960’ların başlarında, termik santrallerden kaynaklanan kükürt dioksit (SO₂) ve azot oksit (NO_x) emisyonlarının azaltılmasının gerektiği ve akışkan yatakta yakma prosesinin bu emisyonları azaltacağı düşüncesi, akışkan yatak teknolojisini baz alarak kömür yakacak kazanların geliştirilmesi çalışmalarını başlatmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, 1970’li yıllarda kabarcıklı akışkan yataklı kazan teknolojisi geliştirildikten sonra 1980’lerde uygulamalar dolaşımli akışkan yataklı kazanlara yönelmiş ve o tarihlerden bugüne sayıları hızla artan başarılı santral uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Akışkan yataklı yakma teknolojileri, sanayide sıcak su, buhar, kurutma amaçlı sıcak gaz (örnek olarak; çimento sektöründe hammadde kurutma) eldesinde kullanıldığı gibi termik santrallerde de elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

Bütün yakma teknolojileri, bir şekilde yakıt ve havanın karışmasını sağlayarak, yakıtın yapısındaki kimyasal enerjinin kullanılabilir enerjiye çevrilmesini sağlamaktadır. Akışkan yataklı kazanların, katı yakıt, özellikle de kömür yakma işleminde kullanılması sebebiyle, öncelikle, yaygın olan diğer kömür yakma teknolojilerinin genel özelliklerinin verilmesi, daha sonra da AYK teknolojisinin farklılıklarının ortaya konması uygun olacaktır. Pulverize kömür teknolojisi, mikron boyutunda kömürün yüksek sıcaklıkta yakılmasını gerektirir. Kömür parçacıklarının yanma odasına geniş ölçüde yayıldığı bu sistemlerde, brülörlerin bulunduğu bölgede sıcaklık 1600°C’ye kadar ulaşır. Parçacıkların boyutu çok küçük olduğundan, kazan içinde kalma süreleri yanma gazlarınıninkine çok yakındır.

Yüksek yanma verimi ve yüksek ısı transfer katsayısı için; akışkan yataklı kazanlarda mükemmel katı-gaz karışımının sağlanması ve parçacıkların yatakta kalış süresinin uzunluğu nedeniyle yüksek yanma verimi elde edilmektedir. Yanma verimi kazanı terk eden parçacıkların tutularak sisteme geri gönderilmesi ile daha da artırılır. Bunlara ilaveten yatak içerisinde ısı transfer katsayısı çok yüksek olduğu için, ısı transfer yüzey alanları ve dolayısıyla kazan boyutları konvansiyonel kazanlara göre daha küçüktür ve daha az yatırım maliyeti gerektirir.

Ayrıca sistemin en büyük artılarından biride kullanılabilir kül elde edilebilmesidir. Akışkan yataklı kazanlarda yakma işlemi sonucunda elde edilen kuru ve depolanabilir külün değişik kullanım alanları bulunmakta, yeni kullanım sahaları için de araştırma çalışmaları yapılmaktadır. Genel anlamda tarıma elverişli toprak eldesi, atık/çamur stabilizasyonu, yol yapımında taban malzemesi, atık alanlarının kapatılması ve çimento imalatı gibi işlemlerde akışkan yataklı kazanların külleri kullanılabilmektedir. Kazanlara yakıt sağlayan açık maden ocaklarının geri kazanımında dolgu malzemesi olarak kullanılan bu külün, çimento tesislerinde üretime hammadde olarak aktarılmasıyla da maliyetlerde tasarruf sağlanır.

Akışkan yataklı yakma gibi temiz kömür teknolojileri, bir yandan gelişimine devam etmekte olup bir yandan da başarı ile uygulanmaktadır. Dünyanın birçok yerinde, her türlü sanayi dalına buhar ve/veya sıcak gaz ve elektrik üretimi için hizmet veren akışkan yataklı kazana dayalı kojenerasyon tesisleri enerji maliyetinde yüksek tasarruf sağlamaktadır. Dolayısıyla, Türkiye'nin de ucuz, temiz, verimli ve güvenilir yolu seçerek 'Akışkan Yataklı Kazan Teknolojisine dayalı Kojenerasyon Tesisleri' ile linyitlerini değerlendirmesi, büyük bir hızla artan enerji gereksinimini karşılamakta en uygun seçim olacaktır.



3.DEMİR-ÇELİK FABRİKALARI ve GENEL BÖLÜMLERİ

3.1.SİNER VE HAMMADDE MANİPLASYON

3.1.1.Hurda Holü: Burada amaç uluslararası kriterlere uygun hurda alımı gerçekleştirmek. Yurtiçi ve yurtdışından temin edilen hurdalar birçok denetimden geçerek elenir, hurda holü girişinde radyasyon testine tabi tutularak tam donanımlı bilgisayar destekli kantar ünitesine sevk edilir, burada tartım işlemleri gerçekleştirilen hurdalar hurda holüne sevk edilir. Hurda hazırlama holünde kalite ve ebatlarına göre sınıflandırılan hurdalar, tavan vinçleri vasıtası ile ergitme işlemine tabi tutulmak üzere şarj sepetlerine aktarılır.

3.1.2.Hammadde Hazırlama ve Maniplasyon Bölümü: Vagonlarla Türkiye'nin çeşitli yerlerinden gelen cevherler vagon boşaltma ünitesine boşaltılır. Gelen vagonlar genellikle fal-fals tipi olmaktadır ve 50–55 tonluktur. Burada 4 adet bunker vardır. Fal-fals tipi vagonlar yan kapakların açılmasıyla kepçeli vinç ve küreklerle bunkerlerin içine boşaltılır. Bunkerlerden de bantlarla ana stok sahasına gider.

Ayrıca konveyör bantlarıyla limandan stok sahasına ve kırma ünitesine cevher gelir. Vagon boşaltma ünitesinden ve limandan gelen cevherler cinslerine göre stoklanır. Cevher stok sahasında bulunan 4 adet universal makinalardan bir kısmı stok yaparken diğerleri de stoktan cevher alıp gönderir. Universal makineler; 8 hol bulunan stok sahasına cevherin cins cins stok yapılmasını ve stoktan mal almasını sağlar. Bunu döner kepçeli bantıyla yapar.

3.1.3.Sinterleme Bölümü: Sinterleme işleminin gayesi toz halindeki demir cevherleri ile demirli diğer malzeme ve katık malzemelerinden (Kireçtaşı, dolomit taşı) meydana gelen sinter harmanını kok kömürü ile yakarak yüksek fırınlarda kullanılır hale getirmektedir. Sinterleme ünitesi başlıca üç bölümden meydana gelir.

3.1.3.1.Doajlama Ünitesi: Bunkerlerden malzemeler bilgisayar kontrollü kantarlı bantlar vasıtası ile alınarak toplama konveyörlerine boşaltılır. Doajlama bunkerlerine demir cevheri önceden harmanlanmış olarak doğrudan cevher bunkerlerine alınır. Yakıt olarak kullanılan kok tozu, kok bataryalarından ve stoktaki kok tozundan temin edilir. Bunlar 4 adet merdaneli kok kırıcı bunkerlerine taşınır. Burada 16 ton/saat kapasiteli 4 adet kırıcıdan geçilerek 0-3 mm ebatlarına düşürülür ve kok tozları doajlama ünitesindeki bunkerlere stoklanır. Harmana katılan sinter tozu sinter eleme ünitesinden gelir. Ayrıca Yüksek Fırınlarda elenen sinter tozları da yine doajlama ünitesindeki bunkerlere stoklanır.

3.1.3.2.Sinterleme Ünitesi: Sinter bölümü sinter ünitesi, sinter soğutma ve eleme ünitesi, sinter yükleme ve laboratuvar ünitesi, siklon beton yarıları, egzozter fan ünitesi ve elektro filtre ünitesinden meydana gelmektedir. Doajlama ünitesinden tartılarak toplama konveyörüne alınan harman malzemeleri mikserden geçirilerek karıştırılır. Burada mevsime ve harmanın rutubet durumuna göre su verilir. Mikserden çıkan malzemeler konveyör bantlar vasıtası ile sinter ünitesine taşınır. Sinter ünitesine gelen bu karışım triper arabalar vasıtasıyla sinter makinelerine dağıtılır. Yüksek fırınlara nakil sırasında sinter tekrar parçalandığı için bunker altında elemeye tabi tutulur. Buradan çıkan elek altı tozlar da doajlama ünitesine alınır. Sinter makinesi kırıcı

rampasından, soğuk elek, yatak eleği ve diğer konveyör bantlara mamul sinter malzemesinin boşaltılması sırasında oluşan tozların çevreye dağılmasını önleyen 5 adet elektrofiltre ünitesi mevcuttur. Çeşitli çaplardaki borular vasıtasıyla gelen (emilen) tozlar elektrotlarda tutularak bunkerlere alınır. Bunkerlerde toplanan tozlar tekrar sinter harmanına katılmak üzere konveyör bantlar dozajlama ünitesine gönderilir.

3.1.3.3.Çamur Hazırlama ve Kurutma Ünitesi: Çamur hazırlama ve kurutma bölümünde çelikhane gaz temizleme, yüksek fırın gaz temizleme, yüksek fırın bulunmaktadır. Sinter bölümünden ve hammadde hazırlama bölümünden gelen çamurlu suların (şlam) fiziksel ve kimyasal yöntemlerle çökeltip arıtılmış suyu tekrar yüksek fırınlara ve hammadde sinter hazırlama bölümüne devr-i daim suyu olarak gönderme ve çökelmiş çamuru %10 oranında kurutarak stok sahasına gönderme işlemleri gerçekleştirilmektedir.



3.2. KOK TESİSLERİ

3.2.1.Kömür Hazırlama Tesisleri: Kömür Hazırlama Tesisleri denizyolu ile yurtdışı kaynaklardan getirilen çeşitli özelliklerdeki taşkömürlerini stoklama, stoktan alma, hazırlama, harmanlama, tartma ve kok fırınlarını beslemek amacıyla inşa edilmiştir.

3.2.2.Kok Bataryaları: Demir üretimi sırasında kokun yüksek fırınlarda, bir başka madde tarafından doldurulamayan bazı temel işlevleri vardır. Bunlar, kokun indirgen özelliği, ısı kaynağı ve yüksek fırın içinde iskelet oluşturma gibi özellikleridir. O nedenle demir ve çelik

Üretilen tesislerde kok bataryaları zorunlu bir halkayı oluşturur. Ayrıca entegre tesislerde demir ve elik üretim prosesi büyük miktarda enerji gerektiren ve büyük miktarda enerji depolayan bir prosestir. Bu enerjinin bir kısmı kok üretimi sırasında bataryalardan üretilir. Kok kömürü koklaşabilir kömür ya da kömür harmanlarının refrakterle örülmüş kok kamaralarında havasız ortamda damıtılması, yani yüksek sıcaklıkta içindeki uucunun alınması ile üretilir. İşletme pratiği ve ekonomisi açısından belli sayıda kok kamarasının bir araya gelmesi ile kok bataryaları oluşur.

3.3.Yan rnler: Kok bataryalarında kömürün koklaşması sırasında çıkan kok gazının soğutulması ile su buharı ve katran yoğunlaştırılarak ayrıştırılması, amonyağın, aromatik hidrokarbonların (benzol ve türevleri) eşitli metotlarla temizlenmesi işlemleri yapılarak temiz kok gazını Demir-elik tesislerinde kullanıcı ünitelere sevk etmek ve kok gazını temizleme sırasında kazanılan kimyasal ürünleri işleyerek satışa hazır duruma getirmek amacıyla kurulmuştur.



3.4. YÜKSEK FIRINLAR

Yüksek fırınların kurulma amacı elikhanenin ihtiyaı olan sıvı ham demiri üretilmektedir. Bu nitelerde ana görevi sıvı ham demir üretmek olan  adet yüksek fırın yer alır.  fırın toplam günlük üretim kapasitesi 7000 ton, yıllık kapasite ise 2.450.000 ton'dur. Sıvı demir elde etmek için yüksek fırına sinter, pelet, demir cevheri ve kok şarj edilir. Yüksek fırın, demir cevheri, pelet,sinter gibi demirli malzemeler ile kireçtaşı, kuvarsit, dolomit gibi cüruf yapıcı malzemelerin metalurjik kokun yanması ile eritilerek sıvı ham demirin elde edildiği bir fırındır.

Tepe, gövde, marator (durak), bosh (karın) ve hazne olarak adlandırılan kısımları vardır. Zırhın iç kısmına yatay ve dikey soğutucular monte edilmiştir. Soğutucuların üzerinde şamot tuğla tipi refrakter malzeme ile kaplıdır. Üst kısımdaki tuğlalar düşük alüminalı, alta doğru daha yüksek alüminalı tuğlalar ve tüyerlerin altından itibaren fırın haznesi karbon ve grafit tuğlalarla kaplıdır.

Yüksek Fırınlarda uzun yıllardan beri üretiminde yüksek verimliliği nedeniyle her zaman tercih edilmiştir. Günümüzdeki modern fırınlarda kömür enjeksiyonu ve fırına verilen havanın oksijenle zenginleştirilmesi ile verimlilik artmış, yakıt oranlarını daha da aşağılara çekilmiştir. Entegre tesislerde çelik üretiminin maliyetini düşüren ve kalitesini yüksekte en önemli faktör sıvı ham demir üreten Yüksek Fırın ünitesinin varlığıdır. Şarj malzemeleri Yüksek Fırınlarda'nın tepesinden Y.F.'lara şarj edilir. Şarj malzemeleri aşağı doğru hareket ederler. Bu esnada tüyerlerden üflenen 900–1000 °C deki sıcak havanın koku yakmasıyla oluşan redükleyici (CO, H) gazların yukarı doğru çıkması neticesinde demirli malzemeler gazlarla temas ederek reaksiyona girerler. Bu reaksiyon sonucu redüklenen metal oksitler indirgenerek SHD ye dönüşürler. İndirgenemeyen diğer oksitlerde curuf oluştururlar. Yüksek fırınlarda SHD üretmek için sinter, pelet, parça cevher gibi demirli malzemeler kullanılır. Sinter %55-58, pelet %65-67 ve parça cevher %59-60 arası demir içermektedir. Yakıt olarak metalurjik kok kullanılmaktadır. Yüksek Fırın prosesinde kokun ve demirli malzemelerin kalitesi çok önemlidir. Kok yüksek fırında; redükleyici gazların oluşmasını ve demirli malzemeler arasında katman oluşturarak gazların geçişini sağlamaktadır. Aynı zamanda egzotermik reaksiyon sağlayarak fırında ergitme ve curuf oluşumu için gerekli ısı enerjisini sağlamaktadır. Sonuç olarak haznenin tabanında SHD, üstünde de sıvı curuf birikir.

Günde normal olarak 6-8 defa döküm deliği açılarak SHD ve curuf ayrılarak potalara doldurulur. SHD üretimi sırasında yan ürün olarak curuf ve yüksek fırın gazı oluşur. Yüksek Fırın gazının 1/3'ü işletmenin ısıtılmasında geri kalanı ise Enerji Tesisleri ve Kok Fabrikasında yakıt olarak kullanılır. Curufun ise yaklaşık %66'sı granüle edilerek çimento fabrikalarına ham madde olarak satılmaktadır.

3.4.1.Ark Ocağı: Hurda holünden raylı sistemlerle ark ocağına sevk edilen şarj sepetleri, burada bulunan tavan vinçleri vasıtası ile ergitme işleminin gerçekleştiği ark ocağına alınırlar. Uzman operatörler denetiminde gerçekleşen ergitme işlemi esnasında hurdanın ergitme hızını artırmak amacı ile oksijen enjeksiyonu da yapılmaktadır.

3.4.2.Pota Ocağı: Ergitme işleminin gerçekleştiği ark ocağından tavan vinçleri vasıtası ile pota ocağına alınan ergimiş sıvı çelik pota ocağında alaşımlandırma işlemine tabi tutulur, istenilen kimyasal değerlere ulaşan yüksek kalitedeki çelik tavan vinçleri vasıtası ile pota döküm platformuna yerleştirilir.



3.5. ÇELİKHANE

Çelikhanenin, kapasitesi yaklaşık olarak 2 200 000 ton hamçelik/yıl' dır. Yüksek Fırınlarda üretilen sıvı hamdemirin homojenliğini sağlamak için depolandığı 2 adet 1300 tonluk mikser ile çelik üretiminin yapıldığı 3 adet 130 tonluk LD tipi, üstten üflemlili bazik oksijen konverteri (BOF) mevcuttur. Proses gereği açığa çıkan sıcak konverter gazının yakılarak buhar elde edildiği, her konvertere ait artık ısı kazanı vardır. Çelik üretiminde kullanılan metalürjik kirecin üretildiği herbiri 100 ton/gün kapasiteli 6 adet dikey (sabit) fırın bulunmaktadır. Fabrika içinden ve piyasadan temin edilen hurdaların kullanıma hazır hale getirildiği ve depolandığı 3 adet tesis mevcuttur. Çelikhane tesislerinin bakım ve onarım hizmetleri mekanik ve elektrik bakım ekiplerince yürütülmektedir.

3.6. SÜREKLİ DÖKÜMLER

Sürekli döküm tesislerinde, Çelikhaneden gelen sıvı çeliğe pota istasyonlarında nihai kaliteye göre işlem yapıldıktan sonra döküm makinelerinde farklı kesit ve boylarda kütük üretimi yapılmaktadır.

Pota Metalurji Bölümü: Konverterden gelen çeliğin istenen kalite ve sıcaklığa göre işlem yapmak üzere her biri 1,1 milyon ton kapasiteye sahip elektrikli pota istasyonu ve kimyasal istasyon mevcuttur.

Sürekli Dökümler Bölümü: Sürekli Dökümler kısmında 2 adet kontinü kütük döküm makinesi bulunmaktadır. Kütük Makinelerinden 100–160 mm'ye kadar kare kesit kütük üretilmektedir. Her iki makinenin kapasitesi 1'er milyon ton/yıl'dır. Ticari ve özel kalite çelik üretimleri yapılmaktadır.



3.7. HADDEHANE

Demir-Çelik fabrikalarında bünyesinde satışa sunulan nihai mamulün üretildiği ünedir.Sürekli Kütük Döküm Tesislerinden gelen kütükler Haddehanede; sıcak şekillenebilme sıcaklığına kadar ısıtılarak hadde tezgâhlarından geçirilmek suretiyle istenilen kalite ve kesitte yarı mamul ve mamul ürünler elde edilir.

Tel Çubuk (Kangal) Haddehanesi: Bir adet itmeli tip fırına sahip olan kangal haddehanesinde Ø5.5 - Ø 16 mm 'e kadar ebatlarda üretim yapılabilmektedir. Yapılan 2. hadde modernizasyonu ile kütük kesiti 130x130'a ve ağırlığı da 1500 kg'a çıkarılmıştır. Bu arada kalite iyileştirme çalışmaları çerçevesinde fırın otomasyon sistemi yenilenmiş, sisteme yeni descaler (tufal temizleyici), otomatik kesit ölçme cihazı ve yeni yolluk sistemleri eklenmiş, malzemenin mekanik özelliklerini iyileştiren soğutma sistemleri otomatik hale getirilmiş ve bunun sonucunda katma değeri yüksek çeliklerin üretimine (elektrodluk çelikler, yaylık çelikler, gibi.) olanak sağlanmıştır.

Kalibrasyon ve Yatak Hazırlama Atölye: Haddehanelerde çalışarak aşınan merdaneler veya ringlerin yeniden üretim programına göre tornalanarak kalibre açılması, yatak bakımlarının yapılması ve yeniden yataklanması işlemleri bu bölümde yapılmaktadır. Ayrıca Kalibrasyon Atölyesinde mevcut tezgâhların kullanımı ile haddehane ile birlikte diğer ünitelerin de imalat ve tamirat ihtiyaçları karşılanmaktadır.

4.BUHAR KAZANLARI

Kazanlar yapısına, suyun dolaşım sekline ve çalışma basıncına göre 3 şekilde sınıflandırılırlar;

4.1. Yapısına Göre:

4.1.1. Alev Borulu Kazanlar: Bu tip kazanlarda, alev boruların içerisinde su ise dış tarafındadır. Günümüzde kullanım zorluğu ve düşük çalışma basıncı (max. 300 psi) sebebiyle sanayide kullanılmamaktadır. En büyük avantajı saf olmayan besi suyunun kullanılabilmesidir.

4.1.2. Su Borulu Kazanlar: Bu tip kazanlar genel olarak suyun ve buharın birçok boru ve dramların içerisinde dolaştığı, alev ve sıcak gazların su ve buharı ihtiva eden elemanların dışından geçtiği kazanlar olarak tarif edilebilir. Avantajları; buhar elde etmek için fazla zamana ihtiyaç olmaması, yüksek basınç, sıcaklık ve yüke uygun olması ve sürekli maksimum yükte çalışabilmesidir. Dezavantajları ise; bakımı, temizliği ve işletmesinin zor olması ve tasfiye edilmiş, kaliteli besi suyunun kullanılmasının zorunlu olmasıdır.

4.2. Suyun Sirkülasyon Şekline Göre:

4.2.1.Tabii Sirkülasyonlu Kazanlar: Sanayi tesislerinde en çok kullanılan kazan tipidir. Kazan içinde ısınan suyun yoğunluğu ile soğuk suyun yoğunluğu farkı nedeniyle, ısınan suyun yükselerek drama giderken yerini nispeten daha soğuk suyun yerleşmesi prensibine dayanır.

İki grupta incelenebilir. Bunlardan ilki serbest tabii sirkülasyonlu kazanlardır. Bu tip kazanlarda buhar üretici borular yatay ve yataya yakındır, besi suyu kazana alt taraftan verilir ve buhar üstten alınır. Diğer tip ise Tabii hızlandırılmış sirkülasyonlu kazanlardır. Bu tip kazanlarda ise buhar üretici borular dikeydir, besi suyu kazana üst domdan verilir, nispeten soğuk besi suyu buhar üretici borular veya downconer adı verilen borularla sirkülasyonunu tamamlar. Genelde günümüzde kullanılan kazan tipidir.

4.2.2.Cebri Sirkülasyonlu Kazanlar: Bu tip kazanlarda suya ve buhara pozitif bir sirkülasyon sağlanmaktadır. Bu sirkülasyon cebri bir pompa ile sağlanır.

4.3.Çalışma Basıncına Göre:

4.3.1.Alçak basınçlı kazanlar (300 psi' a kadar)

4.3.2.Orta basınçlı kazanlar (300-750 psi)

4.3.3.Yüksek basınçlı kazanlar (750 psi'dan büyük) olarak çeşitlenmektedir.

4.4.KAZANLARIN YAPISI

Kazanlar, verimli bir şekilde buhar üretmek amacıyla tasarlanmış, çeşitli kısımlardan oluşur. Aşağıda kuvvet santrallerinde kullanılan orta basınçlı, su borulu ve tabii sirkülasyonlu kazanların yapısından kısaca bahsedilmektedir. Kazanları oluşturan birimleri ayrı ayrı incelersek;

4.4.1.Ekonomizer:

Kazan besleme suyunun kazanda ilk girdiği bölümdür. Ekonomizerin görevi, üst doma beslenecek olan kazan besleme suyunun sıcaklığını, yanmış baca gazlarının sıcaklığından yararlanarak arttırmaktır. Böylelikle atmosfere atılan ısı miktarı önemli ölçüde azaltılarak ısı tasarrufu sağlanmış olur. Ekonomizer yatay olarak sıralanmış paralel tüp demetlerinden oluşmaktadır. Tüpler giriş ve çıkış hederlerine bağlanmıştır. Su akımı ile gaz akımı ters yönlüdür. Böylelikle ekoya giriş su sıcaklığı ortalama 150 derece iken 200 dereceye çıkarılarak üst doma (buhar dramı) gönderilir.

Ekonomizer gaz giriş ve çıkış sıcaklıklarının yükselmesi, kazanın veriminin yüksek olduğunu gösterir. Ancak asla eko gaz çıkış sıcaklığı sülfürik asidin çığırma noktası olan ortalama 160 derecenin altına düşürülmez. Bu sebeple kazanlara, modern birçok kazanda olduğu gibi, eko gaz çıkış sıcaklığı düştüğünde ekonomizeri by-pass ederek baca gazı sıcaklığını yükselten kazan besleme suyu by-pass yapılır.

Ekonomizerlar çeşitli tiplerde dizayn edilebilirler;

4.4.1.1.Çıplak Borulu Ekonomizer: Bu tip ekonomizerler boruları genelde karbon çeliği olup, ters akım için dizayn edilirler. Tüplerin üzerinde finler olmamasından dolayı kül vb. tutma ihtimali yoktur.

4.4.1.2.Genişletilmiş Yüzeyli Ekonomizerler: Bu tip ekonomizerlerde, boruların ısı transfer yüzeylerinin artırılmasıyla, ters yönde akan baca gazlarının ısısı daha iyi alınmış olur.

4.4.1.3.Dökme Demir Halkalı Borulu Ekonomizer:Bu tipte ekonomizer borularını korumak için dökme demir halka bloğu karbon çeliği boruların üzerine tamamen geçecek şekilde dökülür. Korozyon genelde bu halkalarda gerçekleşir.

4.4.1.4.Çift Modüler Dizayn: Bu tip ekonomizerlerde ise hem genişletilmiş yüzeyli hem de çıplak veya dökme demir halkalı tüpler birbirine kombine olarak kullanılır. Soğuk baca gazı bölgelerinde dökme demir halkalı, sıcak baca gazı ise çıplak ya da finli yüzeyli borular kullanılır.

4.5.Dramlar ve Yanma Odası:

Kazanlarda üstte buhar ve altta su dramı denilen iki dram bulunmaktadır. Bu iki dram tüplerle birbirlerine bağlanmıştır. Tüp demetlerinin ortasında ise yanma odası uzanır. Yanma odasını çevreleyen tüplerle konveksiyon bölgesindeki sınır tüpleri perdeli, gaz sızdırmaz yapıdadır. Konveksiyon bölgesi tüpleri alev görmeyen ve sadece yanma gazları sıcaklığından yararlanan tüplerdir. Kuvvet santrali kazanları, dramlar ve yanma odası şekline göre “O” ve “D” tiplerindedir.

O tipi kazanlarda, yanma odası alt ve üst domun ortasında yer alırken, D tipi kazanlarda yanma odası asimetrik olarak yerleşmiş ve domların arasında kalan bölge “konveksiyon bölgesi”ni oluşturmuştur. O tipi kazanlarda baca gazları, yanma odasını kazanın arkasından terk ederler ve 180 derece dönüp kazanın her iki yanında uzanan konveksiyon bölgesine girerler. Baca gazları yanma odasını terk ederken önce burnerlerin tam karşısında uzanan superheater bölgesinden geçer. D tipi kazanlarda ise baca gazları önce superheaterden geçerek kazanın yan tarafında, domların altında uzanan konveksiyon tüplerinden geçerek ekonomizere ulaşır.

Ekonomizlerden gelen su kazanın üst domuna verilir. Kazan içinde ısınan su ile soğuk suyun yoğunluk farkı nedeniyle, ısınan su iç tüplerden yükselerek buhar drama, soğuk su ise dış tüplerden su drama hareket eder.

Tüplerden yükselen su-buhar karışımını üst domaya verilen kazan besleme suyundan ayıran bir perde plaka mevcuttur. Su-buhar karışımından ayrılan doymuş buhar, önce buhar ayırıcısından ve ardından kafesli kurutuculardan geçerek, nemsiz olarak superheater giriş hederine gönderilir.

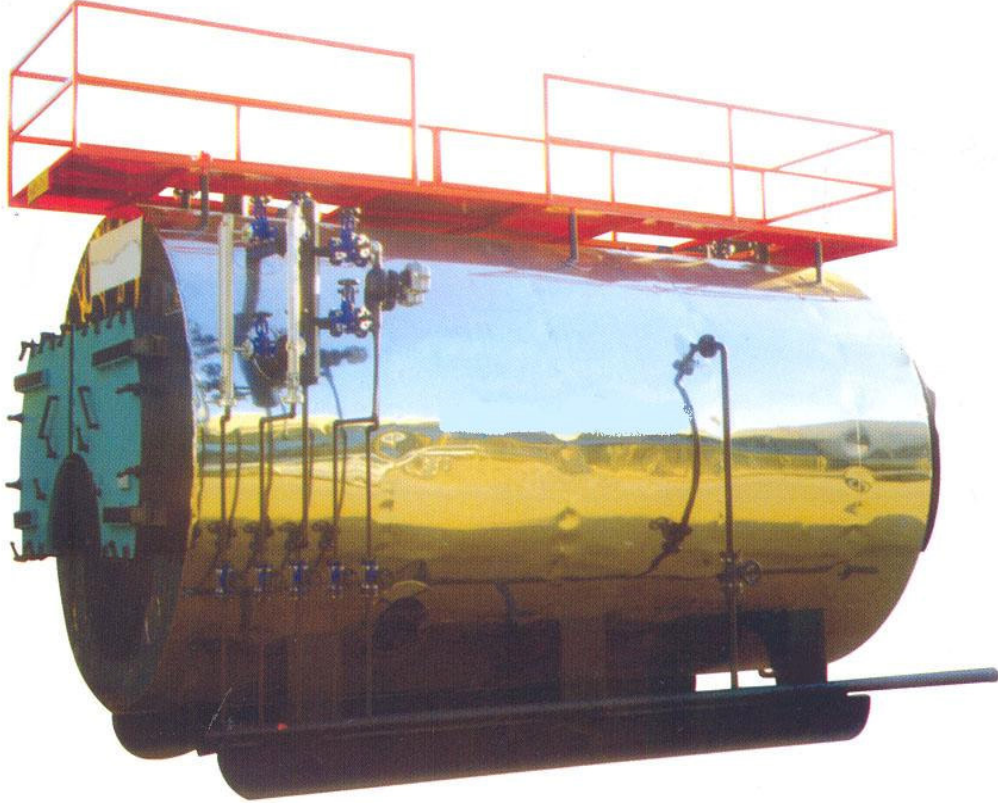
4.5.1.Superheater:

Superheater, üst domda üretilen doymuş buharın sıcaklığını arttırarak kızgın buhar üretmek amacıyla kullanılır. Superheater giriş hecerine gelen doymuş buhar aşırı ısıtılarak çıkış hederinden sisteme gönderilir. 550 atm buharın üst domda 250 derece doymuş buhar sıcaklığı olduğu halde, superheater çıkış sıcaklığı 300-350 dereceye kadar ulaşır.

Superheaterden çıkan kızgın buharın sıcaklığı, buharın kullanıldığı türbinlerde dizayn olarak ortalama 325 derecedir. Kazan çıkışındaki kızgın buharın sıcaklığı, buhar çıkış hattında tesis edilmiş bir kazan besleme suyu enjektörü ile ayarlanır. Bu vanaya De superheater veya atemperatör adı verilir.

Superheaterler çeşitli tiplerdedir;

- Konveksiyon tipi superheater; ısıyı baca gazlarından, yüzeyler üzerinden geçer sıcak gazlar sayesinde alır
- Radyant tipte superheater: yanma mahalline yerleştirilecek şekilde dizayn edilmişlerdir. Böylece ısı direkt olarak alevden radyasyonla alınır.
- Radyasyon ve konveksiyon tipi superheater; iki tipin seri olarak birleştirilmesinde oluşur.



Kojeneasyon çalışmalarında kullanılabilecek örnek bir kazan

Bizim kazan konusunda öncelikli baz almamız gereken kriter, en kısa sürede istenilen miktarda suyu istediğimiz sıcaklık seviyesine çıkarabilecek kapasitede olması gerektiğidir. Ayrıca kazan için kullanılan yakıt cinsi de maliyeti büyük ölçüde etkilediğinden üzerinde durulması gereken hususlardandır. Zira sistemdeki “dur-kaklarda”, buharın dolayısı ile enerjinin sürekliliğini sağlayacak olan buhar kazanları sistemlerdir. Projemde “takviye sistem” olarak adlandırdığım buhar kazanları bu konudaki teknoloji gelişimlerinden oldukça nasibini almış ve her ihtiyaca cevap verecek şekillere ulaşmıştır.

Sonuç olarak ihtiyacımıza en uygun ve azami ölçütlerdeki buhar kazanı seçerek sistemimizin sürekliliğini ve ekonomik açıdan uygunluğunu sağlayabiliriz.

5.KOJENERASYONUN SCADA UYGULAMALARI

Bileşik ısı-güç üretim santrallerinde kontrol ancak gözetleyici denetim ve veri edinme (SCADA) sistemi uygulaması ile sağlanabilmektedir. Bu çalışmada, SCADA uygulamasının en üst seviyede uygulandığı bir doğalgaz kombine çevrim santralinde, gaz türbini ve ana soğutma sistemindeki otomasyon geniş ölçüde incelenmiştir. Bu sistemdeki kontrolün hangi parametrelerle ve nasıl uygulandığı gösterilmiştir.

SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition kelimelerinin ilk harflerinden oluşturulmuş bir kısaltma olup, süreçler için gözetleyici denetim ve veri toplama işlemlerini yapan sistemler için kullanılmaktadır. SCADA sistemleri, fabrikadaki süreçlerin (hammadde, üretim ve mamul madde takibi vb.) denetiminde kullanılan çeşitli araçlarla (RTU, PLC vb.) birlikte fabrikanın üretim kontrolü ve takibine yönelik bir alt yapı oluştururlar. Bu alt yapının imkân verdiği ölçüde üretim kaynakları planlaması ve işletme kaynakları planlaması sistemleriyle gerekli bağlaşımlar kurularak ideal bir yapıya erişilebilir. Amaç en düşük maliyetle, daha kaliteli ve daha çok üretmek için gerekli yapıyı kurmaktır. İşletmedeki tesislerden en yüksek verimlilikle yararlanmak, yöneticilerin işletmeye ve üretim bilgilerine tam olarak hakim olmasıyla sağlanabilir. SCADA yazılım paketleri endüstriyel tesislerde alt yapı yazılım görevini üstlenmeli ve fabrika içi ile dışındaki ağlara bağlanarak şirketin bütün katmanlarının uyum içerisinde çalışmasına imkân vermelidir. SCADA işletme genelinde herkese, her zaman erişebilecekleri, gerçek zamanlı ve ayrıntılı bilgiyi sağlamalıdır.

SCADA sistemi, hidroelektrik, nükleer güç üretimi, doğalgaz üretim ve işleme tesislerinde, gaz, yağ, kimyasal madde ve su boru hatlarında pompaların, valflerin ve akış ölçüm ekipmanlarının işletilmesinde, kilometrelerce uzunluktaki elektrik aktarım hatlarındaki açma kapama düğmelerinin kontrolü ve hatlardaki ani yük değişimlerinin dengelenmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılabilmektedir.

Birincil yakıt rezervlerinin azaldığı ve rekabetin hızla arttığı günümüz şartlarında enerji girdilerinde süreklilik, kalite ve asgari maliyetin sağlanması, muhtemel bir enerji krizini ortadan kaldıracak yatırımların yapılması kaçınılmaz bir zorunluluktur. Bu nedenle kojenerasyon (bileşik ısı güç üretimi) günümüz çağdaş enerji yönetim teknikleri içinde ön sıralarda yerini almaktadır. Bu amaçla kurulan ve karmaşık bir yapıya sahip olan söz konusu tesislerin kontrolü de ancak SCADA gibi yüksek bir kontrol felsefesine sahip sistemler ile sağlanabilecektir.

SCADA sistemi ile bir kombine çevrim santralının, gaz türbini, buhar türbini, atık ısı kazanı, santralin su kaynakları, ana dağıtım sistemi ve depolar gibi tesis elemanlarının durumlarını sürekli izleme, bilgi toplama ve uzaktan kumanda işlevlerini yerine getirme mümkün olmaktadır.

5.1.SİSTEMİN YAPISI

Modern bir kontrol sistemi, hem fonksiyonel hem de yapısal entegrasyona imkân verecek şekilde modüler, esnek ve dağıtılmış bir kontrol şeklini sağlamalıdır. Fonksiyonel entegrasyon; sistemin kontrol edeceği işletmeye ait lojik ve denetleme işlevlerini kapsamaktadır. Bu entegrasyon komple bir tesisin ardışık veya sürekli işleyişini uyumlu bir şekilde sağlama yeteneğine sahip olacaktır. Yapısal entegrasyon ise, işletmenin en küçük kontrol birimlerinden merkezi kontrol odalarının ileri operatör istasyonlarına ve çevre gözetleme birimlerine kadar genişletilebilen ve entegre edilebilen bir sistem olma özelliğini taşır. Modern kontrol sistemlerinin yapısı artık çok güçlü bir SCADA yazılım paketi çerçevesinde kullanılmaktadır. Birçok bilgisayar veya iş istasyonuna yüklenen bu paket vasıtasıyla kontrol edilecek tesisin komple işletimi, tesiste dağıtılmış bulunan saha cihazları, enstrüman ve programlanabilir elektronik kontrol ünitelerinde sürekli olarak biriken veriler elde edilerek denetim yapmak mümkün olmaktadır.

Programlanabilir elektronik kontrol üniteleri ise kontrol alt birimlerine, işletme ünitelerine, çalışma sahasına ait saha cihaz ve ekipmanlarına bağlanarak gerekli veri alış-verişini sağlarlar. Bu üniteler (PLC veya RTU) aynı zamanda elektronik ve elektrik kilitleme, koruma ve benzeri ekipmanlarla bağlanarak motor kontrol merkezine entegre edilmektedir. Programlanabilir kontrol üniteleri, biriken bilgi ve verileri, bir yandan SCADA sistemine iletirken bir yandan da, işletme fonksiyonlarını yerine getirmek için yazılım programı gereğince, lojik ve denetim kontrolünü sağlamaktadır.

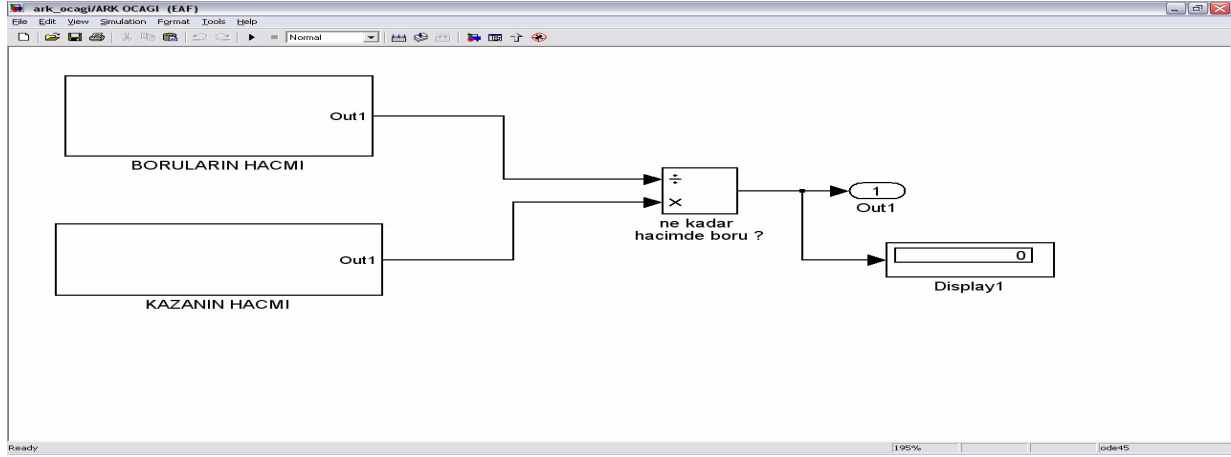
İşletmeye ait verilerin tamamı kontrol panolarına yerleştirilmiş programlanabilir kontrolörlerde işlenmektedir. Bu kontrol üniteleri, lojik ve denetimsel kontrol için bir bilgi işlem modülü olarak görev yapabildiğinden dolayı birer endüstriyel bilgisayar olarak ta kullanılmaktadırlar. Böylece kontrol panolarının her biri işletmenin bir bölümünün kontrolü ile ilgili tüm fonksiyonları yerine getirebilmektedir. Öte yandan, işletmenin otomatik kontrolü operatörler bilgisayarlarda veya iş istasyonlarında, bazı parametreleri değiştirebilecek veya sürekli taranan kontrol sisteminin olgu verileri listelerini işleyebileceklerdir.

SCADA paketi, insan-makine iletişimini sağlarken, kontrol sisteminin ve işletmenin değişik durum ve hallerini, farklı ekran tipleri ile görebilme imkanı sağlar. Bu ekranlar, Genel Görünüm Ekranları, İşletme Ekranları, Obje veya Nesne Ekranları, Rapor Ekranları, Eğri ve Trend Ekranları, Reçete Ekranları, Arıza ve İhbar Ekranlarıdır.

Saha cihaz ve noktalarından elde edilen gerçek zamanlı arızaların tespiti, arızanın işletmenin hangi bölgesinde olduğunun ve önem derecesi belirlenerek filtrelenebilmesi ve öncelik seviyesinin tespiti, arızanın giderilmesi ile ilgili yapılan çalışmaların operatör veya bakımcı tarafından not olarak belirtilebilmesi, arıza ve arıza ihbarlarının tarihsel özetinin ekrandan ve yazıcıdan alınabilmesi ve sabit disk veya sunucuya kaydedilebilmesi arıza ihbar işlemlerini yerine getiren bir kontrol ünitesinden yapabilen özelliklerdendir.

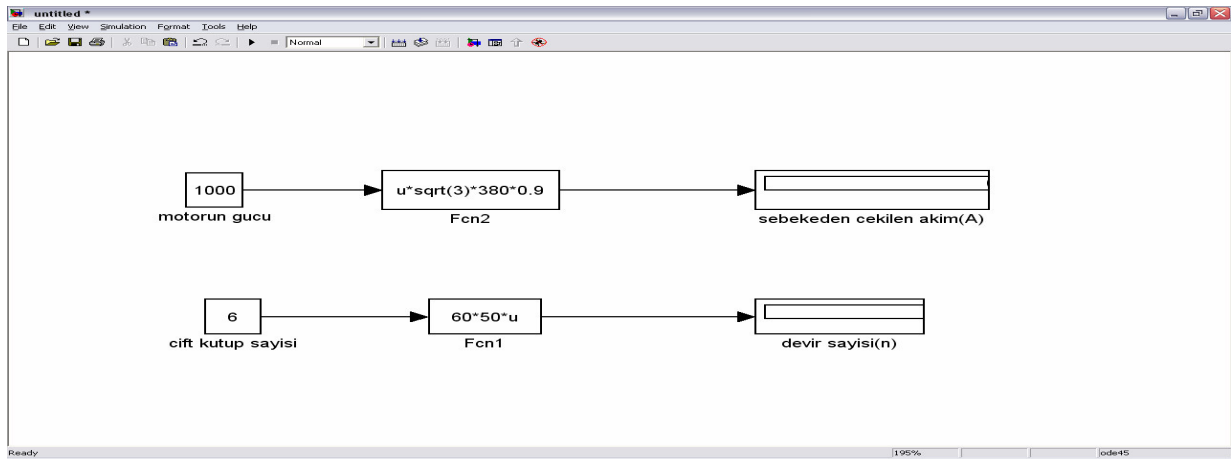
Ek-1

Mevcut Kazan İle Kullanılan Birim Boruların Hacimleri Oranı(kullanılan su miktarı);



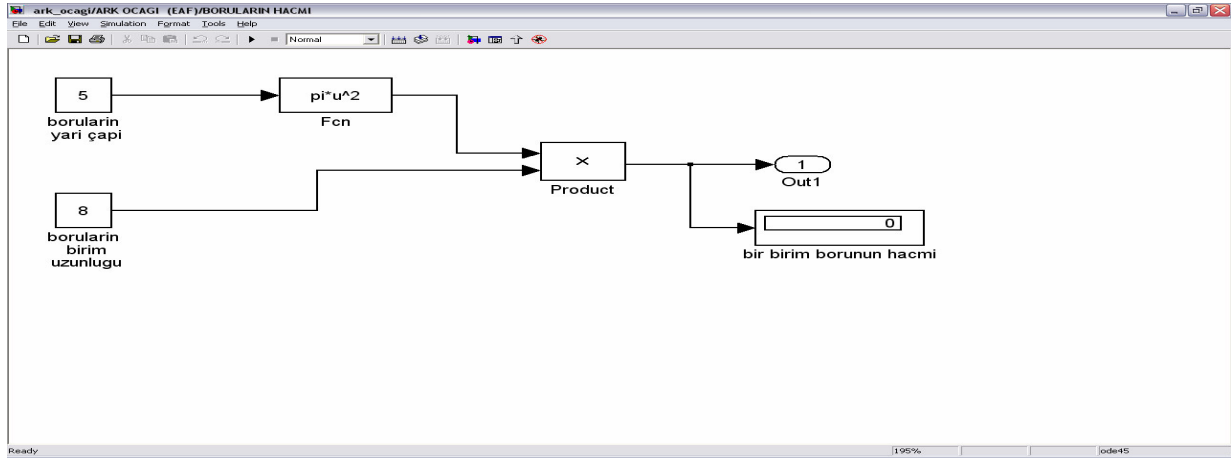
Bu blokda programın biraz önce bahsettiğim üzere toplam hacim ve miktar hesabı görülmektedir. Her bir büyük ikonun içerisine çift tıklanıldığında, girilecek değişkenler görülmektedir. Zaten tüm subsystemler ve normal blokların hepsi adlandırılmıştır. Böylelikle kullanıcı rahatlıkla istediği değişimleri yapıp, sonuçlarını eş zamanlı olarak görebilmektedir.

Diğer Bazı Değişkenler;



Bu iki blok oldukça basit olmakla birlik de bir hayli önemlidir.”Komple Sisteme” entegre olmadan bağımsız ve eş zamanlı olarak çalışan sistemlerden ilkinde elde edilen gücün akım cinsinden değeri; diğerinde ise jeneratörün girilen kutup sayısına göre kaç devirde dönmesi gerektiğini belirtmektedir.

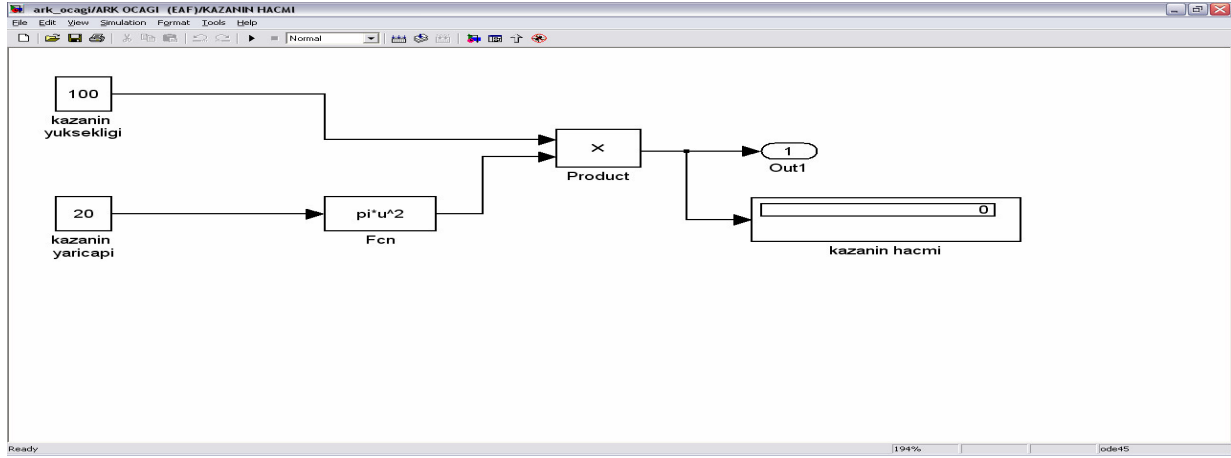
Bir Birimlik Borunun Hacmi;



Burada kojenerasyon sisteminin temelinde olan, suyu buharlaştırma da kullanacağım boruların hacim hesaplanması görülmektedir. Birim boru olarak nitelendirdiğim bu bölümde kullanılması gereken bir başka deyişle mevcut bulunan ya da yapılması öngörülen kazanda (benim projemde öncelikle ark ocağında) uygun ebatlarda boruyu, hem sayı hem de sistem için uygun entegrasyonu sağlayabilmek için istenilen ayarlamaları kolaylıkla yapılabildiği, oldukça esnek bir sistem kurmaya çalıştım.

Yukarıdan da görüleceği üzere kurduğum sistemim birim boruların yarıçapı ile yine birim uzunluk değerleri girildiğinde size bir birimlik borunu hacmini anında verecektir. Siz istediğiniz takdirde bu değerlerle oynayabilir daha ince, uzun ve esnek borular kullanarak benim projemdeki siteme göre ısı alış verişini hızlandırarak sistemi verimli hale getirebilirsiniz.

Kazanın Hacmi;

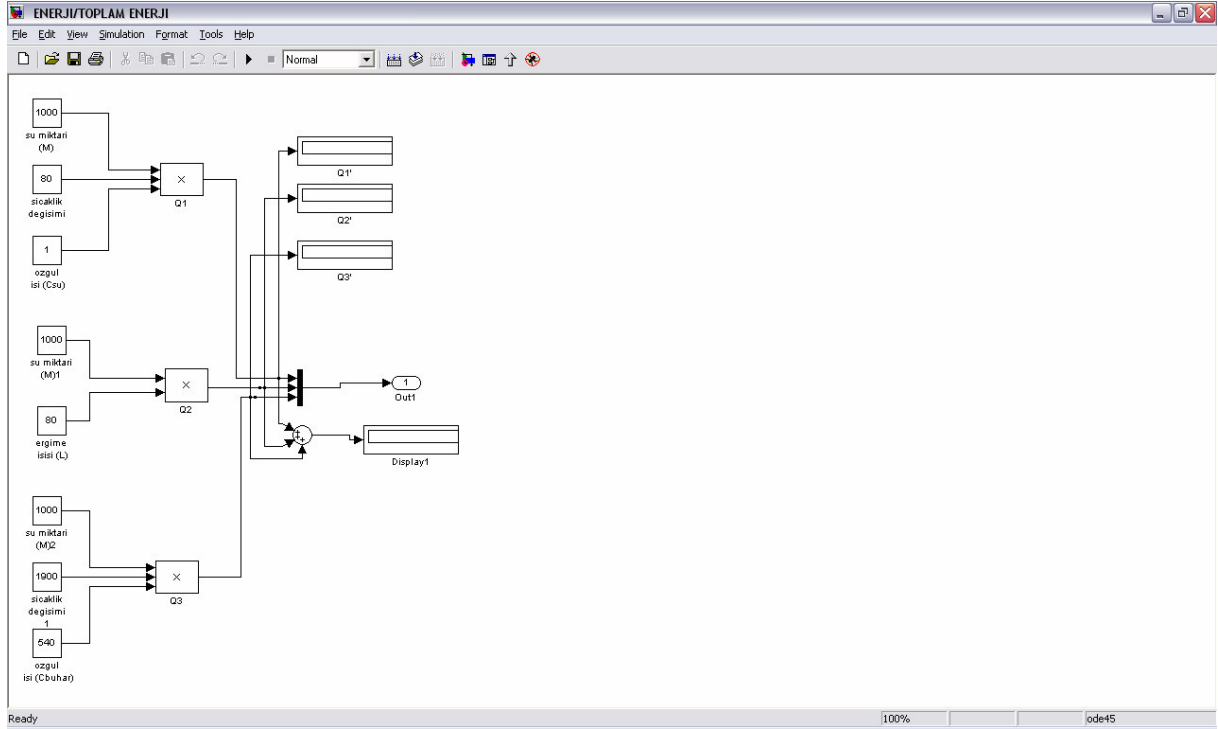


Keza borular için söylediklerim bu bölümde de geçerlidir. Bu bölümde siz (eğer daha sistem kurulum aşamasında ise) kazanın hacmini de rahatlıkla ayarlayabilir, sistem için mevcut kazanda ne kadar boru kullanılması gerektiğini öngörebilirsiniz.

Fakat genel bağlamda sistemlerde kojenerasyon sonradan yapıldığı için kazan kısmında değişiklik yapılamamaktadır. Kazanın sahip olduğu yükseklik ve yarıçap değerleri kullanıcı tarafında girildiğinde kullandığınız birim borularda kaç adet olacağı ve dolayısı ile kullanılacak su miktarı da otomatik olarak ortaya çıkmaktadır.

Kullanacağımız suyu saf su olacağı için en büyük avantajlarından biride yoğunluğunun “1” olmasıdır. Yani suyun kütlesinin mevcut hacime eşit olmasıdır. Yukarıda bahsettiğim su miktarının öngörüsünü temelden yola çıkarak verebiliyorum. Ayrıca saf suyun başka bir özelliği de normal proses suyundan daha hızlı ve verimli biri şekilde hal değişimi sağlayabiliyor olmasıdır.

Kazanda Meydana Gelen Sıcaklık ve Hal Değişimleri İle Elde edilen Enerji Miktarları;



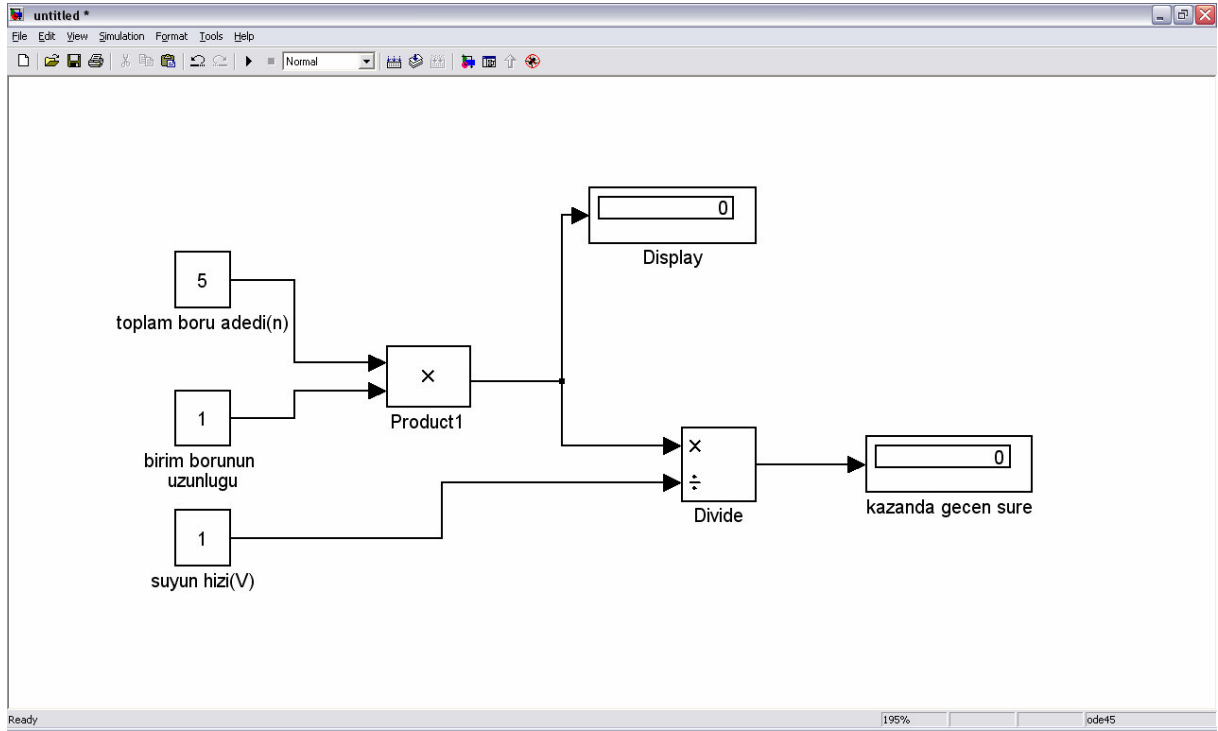
Burada sistemin enerji dönüşümü görülmektedir. İlk girişte proses suyu mevcut sıcaklığından sistemin döngüsü içerisinde öncelikle 100 °C kadar ısıtılıp ilk enerji değişimi yaptırılır ki sistemimde Q1 olarak tanımlanmıştır bu aşamada hala su sıvı haldedir.

$$(Q1=m \times c \times \Delta t)$$

Ardında ikinci değişim olacaktır bu da hal değişimi evresidir, yani su sıvı halden gaz hale geçiş yapacaktır, bu ise Q2 olarak sitemde yer almaktadır. Sıcaklık seviyesi hala 100 °C'dir, ama buhar hale burada geçiş tamamlanmıştır. ($Q2=m \times L$)

Son aşama ise buhar halde olan su buharının sitem ihtiyacı olan kızgın buhar haline dönüştürülmesinin sürecidir. Bugün bütün termik santral sistemleri de dahil olmak üzere ortalama 500 °C ile 550 °C arasında bir kızgın buhar, süreç için uygun basınç şartlarında türbin sistemlerinin devamlılığı için yetmektedir. Benim tasarladığım sistemde de bu döngüde $\frac{3}{4}$ bir verim elde etsek bana yetecektir. Yani $\frac{1}{4}$ kısmı takviye sisteminden almayı öngörmekteyim. Zaten kojenerasyonun bir süreç olduğu kanısındayım gelecek 10 ila 15 yıl içerisinde kendini amorti edebilecek zaten işletmeler atıl durumda olan ısıyı kullanacak bir sistem olduğu da herkes için aşikârdır. Son olarak burada da ($Q3=m \times c \times \Delta t$) formülasyonu simulink bloklarına işletilmiştir.

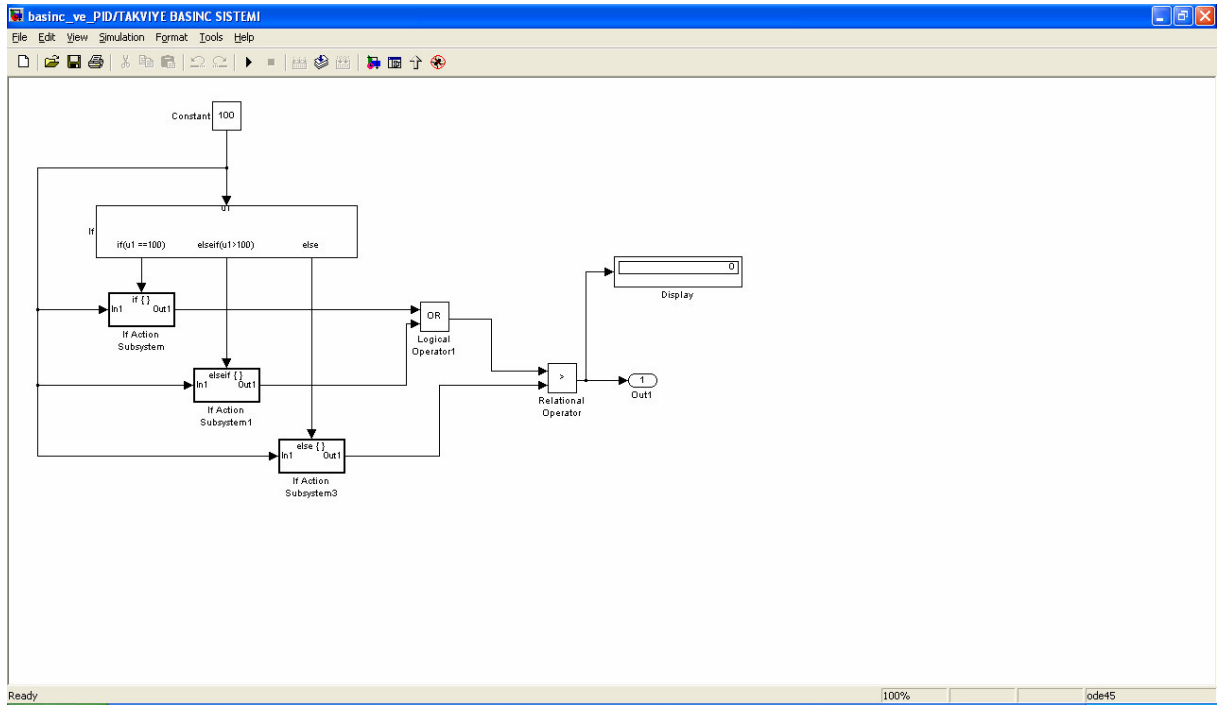
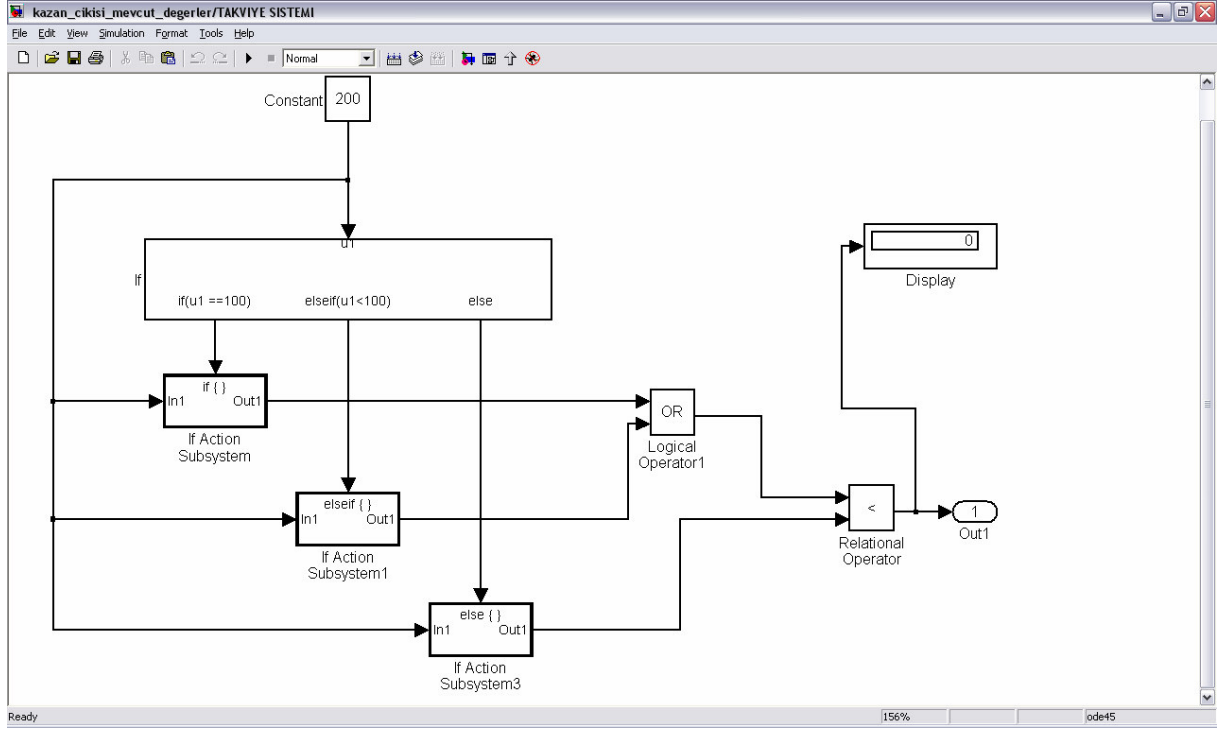
Suyun Kazanı Dolaşırken Sahip Olduğu Hız;



Yukarıdaki bloklarda da suyun kazanın içerisindeki borularda kat edeceği toplam mesafe ile mevcut pompalarının motor gücü ile elde edilecek suyun hızı sayesinde kazanı ne kadar sürede terk edeceği hesaplatılmıştır. Zira buna göre yapılacak olan hesaplamalarda suyun gerekli hal ve sıcaklık değişimleri için oluşan sürenin yeterli olup olmayacağı hesapları gösterilmeye çalışılmıştır. Ayrıca yeterli olmayan süre doğrultusunda pompaların yavaşlatılması veya hızlandırılması (PID kontrol ile) öngörülmüş olası yetersizliklerde de takviye sistem kontrolörlerinin çalışacağı süre referans olarak sisteme aktarılmaktadır.

Sonuçlar da yine eş zamanlı olarak ekranda görülebilmektedir.

Takviye Basınç ve Sıcaklık Sistemlerinin Döngü Blokları;

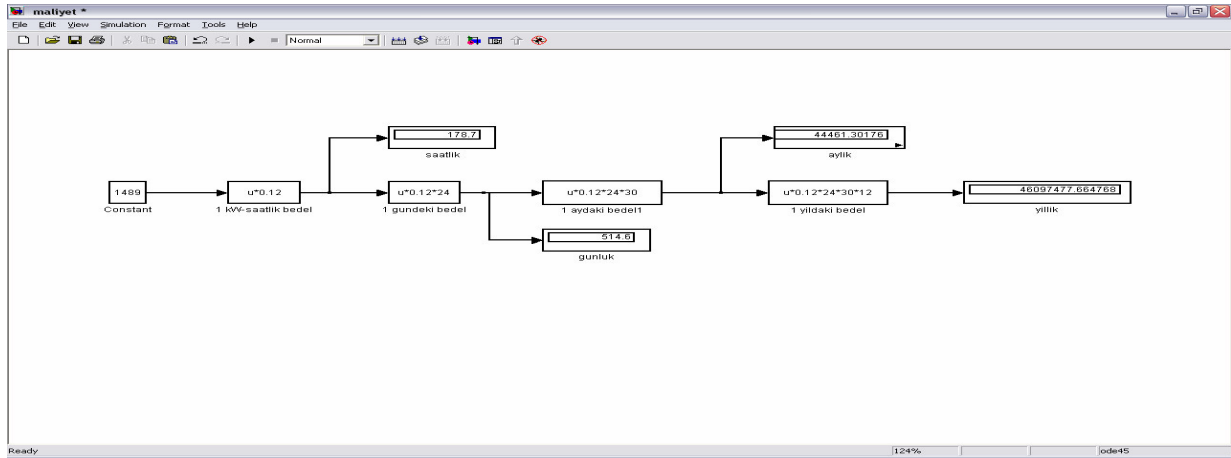


Bu bloklarda da takviye sistemindeki genel döngüler söz konusudur. Bu şekilde de görüldüğü üzere (rakamlar tamamen farazi olarak verilmiştir.)Bir referans sıcaklık verilmiş ve bildiğimiz klasik bir if bloğu kullanılmıştır. Girilen sıcaklık değeri verilen parametrelere göre rahatlıkla döngüye ayak uydurması sağlanmıştır. Zira burada girilen 200 °C'lik referans sıcaklığı ilk “if ” bloğunda 100°C eşit olma durumu, ikincide 100°C'den küçük değerde olma durumları verilmiş son olarak da farklı, yani bu iki durum haricindeki bütün haller için “if ” bloğu çıkışı verilmiştir. Sonra bu çıkışlar lojik kapılardan olan veya kapısına bağlanmış nihai sonda ise bir karşılaştırma yaptırılmış ve tek bir değer verilmesi istenmiştir. Bu olasılık ve karşılaştırmaları istediğimiz kadar arttırabilir sonuçta en uygun değerleri seçebiliriz.

Bizim burada aldığımız değer 1 ya da 0 olmaktadır ki bu lojik kapıların doğal bir sonucudur burada biz eğer 1 yanıtını alıyorsak sistemde girilen referans değeri uygun ya da doğru; 0 yanıtını alıyorsak girilen referans değeri istenilen aralıkta değil sonucuna ulaşmaktayız.

Aynı sistemin bir benzeri de takviye basınç sistemi için kullanılmıştır. Mantık tamamen aynıdır. Baz alınan basınç değeri 100 atm'dir ve buna göre hesaplamalar ve sonrasında PI kontrol kullanılmaktadır.

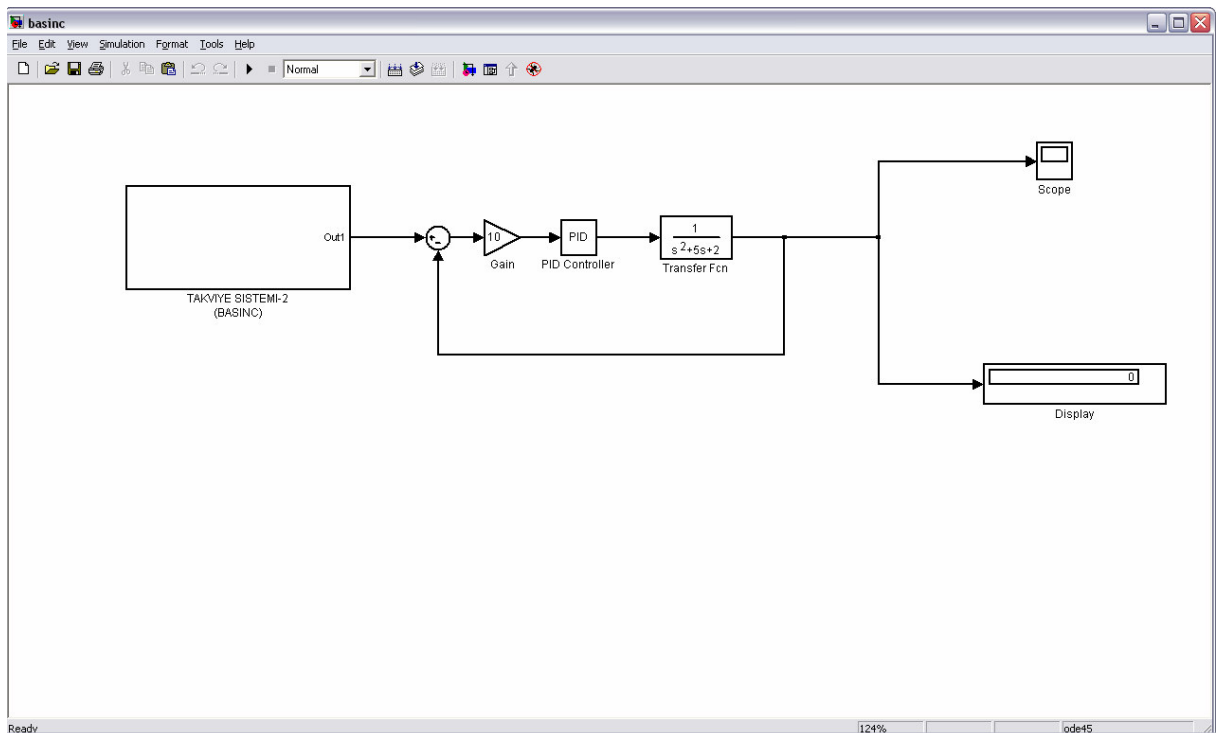
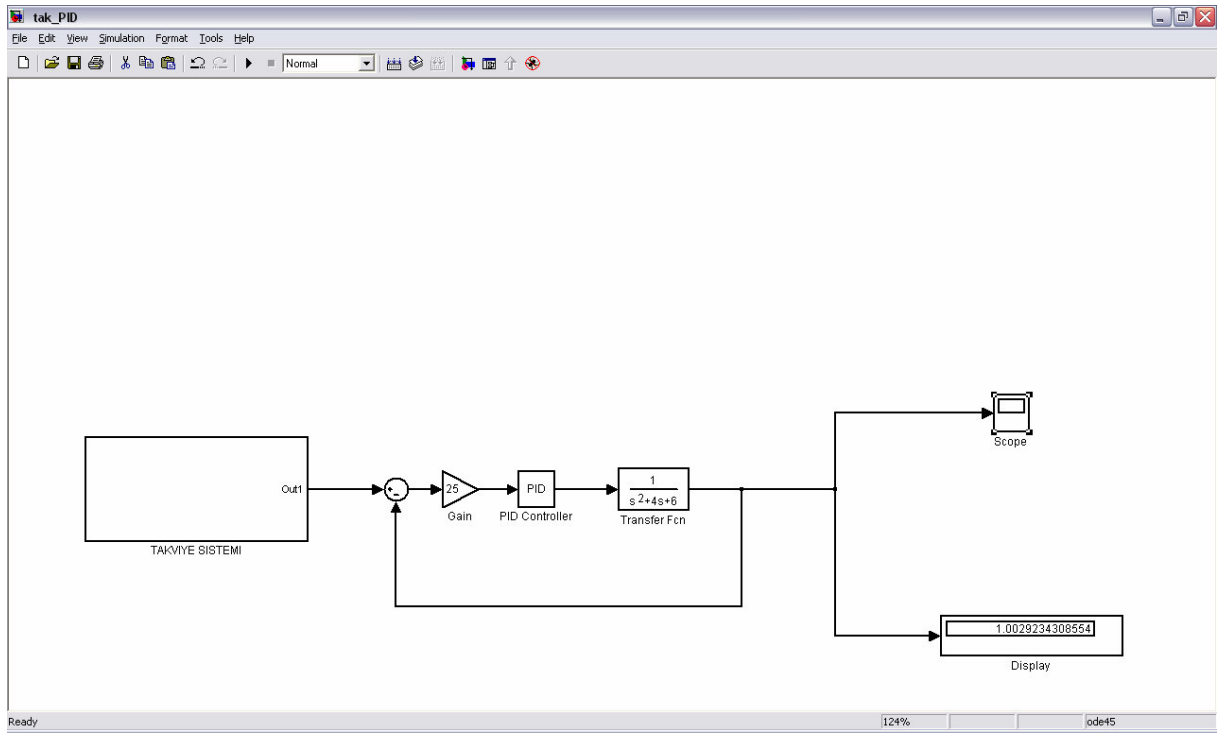
Elde Edilen Kazançların Yer Aldığı Bloklar;



Bu bölüm, programın da son bölümünü oluşturmaktadır. Burada elde edilen güç (kW cinsinden) öncelikle kW-s bedeli olan 0.12 YTL ile çarpılarak 1 saatlik süre için kojenerasyon sisteminin bize ne kadar kazanç sağladığı hasaplattırılmaktadır. Ardından bu değerle 24 çarpılarak günlük, bulunan sonuçla 30 çarpılarak aylık ve son olarak da 12 ile çarpılarak yıllık elde edilen kazanç aynı anda görüntülenebilmektedir.

Ayrıca sistemin kojenerasyonsuz olarak ödediği elektrik bedeli de sistemde yer almaktadır bu değerden kojenerasyon ile elde edilen kazanç değeri çıkarılarak oluşturulan fark da yani sistemde dağıtım şirketine ödenmesi gereken enerji bedeli de eş zamanlı olarak ekranda hem YTL hem de TL şeklinde yer almaktadır

Takviye Sıcaklık Ve Basınc Sistemlerinin Blokları;

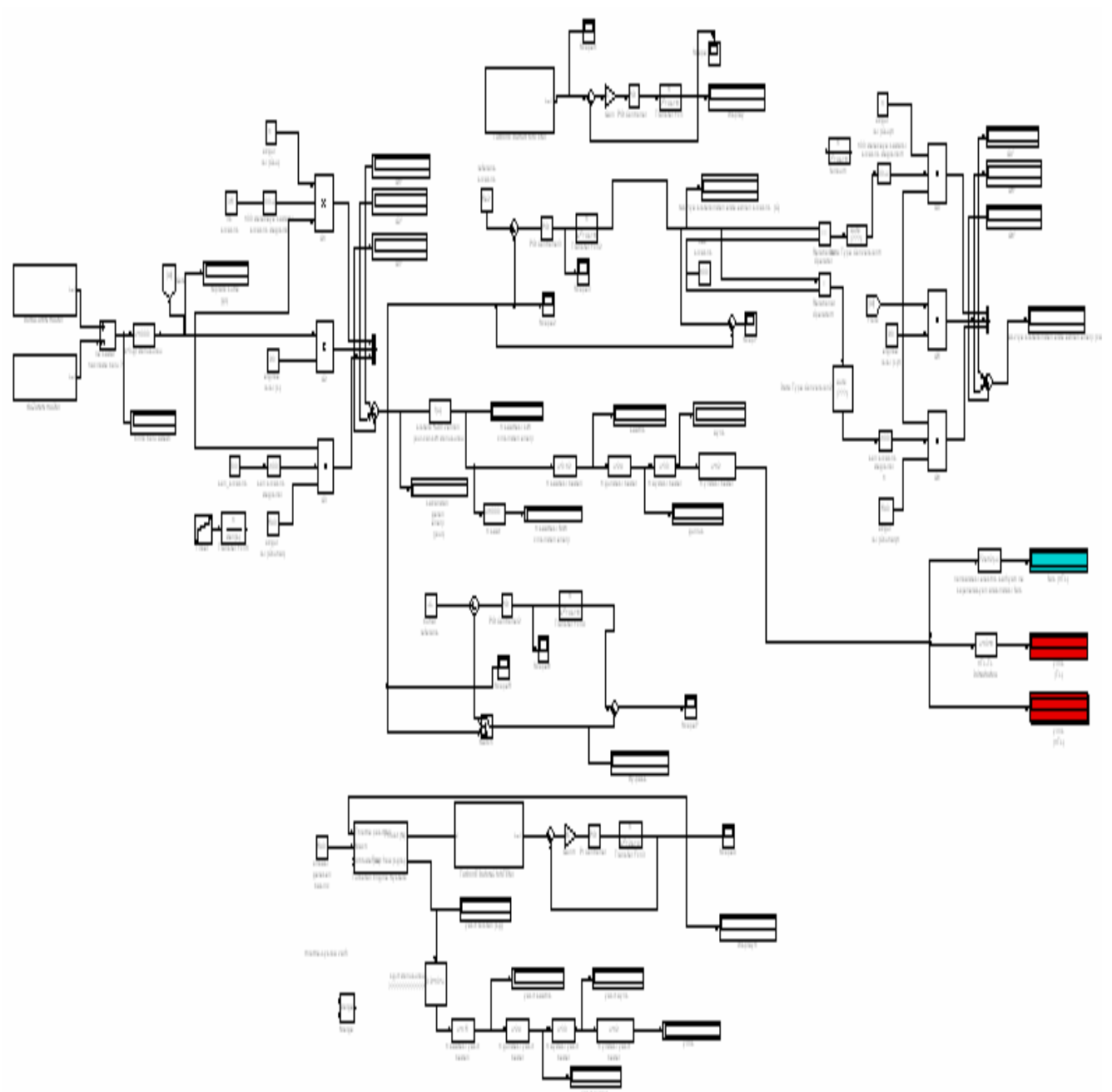


Yukarıda verdiğim iki blokta birbirine yapı ve işlev bakımından çok benzer fakat sistemde yerleri ve görevleri farklıdır. İkisi de birer takviye sistemidir.

İlki sistemin (benim projemde ark ocağının çıkışındaki buhar sıcaklığı)sıcaklığı ile ilgili olandır. Takviye sisteminden alınan, yani bir önceki “if ”bloklarının çıkışından alınan bu değer yeni bloklarda işlenir. Burada ben kişisel olarak tam ve net sonuç alabilmek için PID kontrol kullandım.Böylelikle hem sitemimi kararlı kılarak hem de döngünün devamlılığını sağlamış oldum.Burada görülen “gain” (kazanç) bloğunu da tamamen bir varsayım üzerinden -sanki LPG kazanının ısı katsayısı gibi -yola çıkararak aldım.Tabi son aşama olarak kazanın transfer fonksiyonunu da sisteme entegre ettim.Burada kazanın “transfer fonksiyonu” diye nitelendirdiğim blok ise mevcut seçilen kazanın ne kadar suyu ne kadar sürede ve ne kadar LPG ile takviye edebileceğini öngörmektedir.

Diğer blok ise ,başta da belirttiğim gibi sıcaklık bloğuna çok benzer fark bunu sistemin buhar dengesi için tasarlamış olmam.Burada bir diğer farklılık ise PI kontrol olmasıdır bu da tamamen kişisel olmakla beraber verilen ilk basıncın döngünün kapalı borular içinde geçmesidir.PI kontrolün yine sistemin devamlılığını sağlamsı adına her ihtimale karşı bir sigorta olarak kullandım.

Sistemin, verilen blokların birleştirilmesi ile oluşturulmuş tüm gösterimi ;





Kişisel Bilgiler

Adı / Soyadı
Adres
Telefon
e-mail
Uyruğu
Doğum Tarihi ve Yeri
Cinsiyeti

Orhan TOPAL

Y.T.Ü Öğrenci Yurdu Maslak / İstanbul
0 322 613 10 76 (ev telefonu Adana) GSM: 0 536 737 87 32
orhantopal_1@mynet.com orhantopal_1@yahoo.com orhantopal_1@hotmail.com
T.C
15.11.1984 - Ceyhan /ADANA
Erkek

Başvurulan İş Alanı

Elektrik Mühendisliği

İş Deneyimi

Tarih
Pozisyonu
Temel Çalışmalar ve Sorumluluklar
İşin adı ve adresi
İş veya Sektörün Çeşidi

07-08 2004
Stajyer
Araştırma
Teckom Internet Hizmetleri
Internet Pazarlama

İş Deneyimi

Tarih
Pozisyonu
Temel Çalışmalar ve Sorumluluklar
İşin adı ve adresi
İş veya Sektörün Çeşidi

07-09 2005
Stajyer
Santralin Geneli ve Elektrik Bakım Atölyesi
İsken Sugözü Enerji Üretim Tic. A.Ş
Enerji Üretimi

İş Deneyimi

Tarih
Pozisyonu
Temel Çalışmalar ve Sorumluluklar
İşin adı ve adresi
İş veya Sektörün Çeşidi

06-07 2006
Stajyer
Santralin Geneli ve Elektrik Bakım Atölyesi
Adana ve Yöresi HES İşletme Müdürlüğü
Enerji Üretimi

İş Deneyimi

Tarih
Pozisyonu
Temel Çalışmalar ve Sorumluluklar
İşin adı ve adresi
İş veya Sektörün Çeşidi

07-08 2006
Stajyer
Haddehane & Çelikhane Elektrik Bakım Departmanları ve Üretim Müdürlüğü
Ekinciler Demir & Çelik Üretim A.Ş
Demir-Çelik

Eğitim

Tarih
Mezun Olduğunuz Lise
Mezuniyet Derecesi

1998 – 2002
Ceyhan H.Ç Anadolu Lisesi
4,76 (5,00 üzerinden)

Eğitim

Tarih
Bölümü
Ana Bilim Dalı (ABD)
Üniversite
Mezuniyet Derecesi

2002 - 2007
Elektrik Mühendisliği
Elektrik Tesisleri
Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi; Elektrik Mühendisliği Bölümü
3,07 (4,00 üzerinden)

Eğitim

Tarih
Bölümü
Üniversite
Mezuniyet Derecesi

2002 -2007
İşletme
Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi; İşletme Bölümü
67,4 (100,00 üzerinden)

Kişisel Yetenek ve Özellikler

Ana Dili
Diğer Diller
İngilizce
Almanca

Türkçe

Anlama		Konuşma		Yazma
<i>Dinleme</i>	<i>Okuma</i>	<i>Spoken interaction</i>	<i>Spoken production</i>	
İyi	İyi	İyi	İyi	İyi
Başlangıç	Başlangıç	Başlangıç	Başlangıç	Başlangıç

Sosyal Yetenek ve Özellikler

- Ceyhan H.Ç Anadolu Lisesi'nde Rol Aldığım Çeşitli Oyunlar
- Elektrik Teknisyenleri Dergisinde Yazmış Olduğum Çeşitli Makaleler
“Electrical Vehicle”, “Electrical Fishes”, “What is Segway?”

Sahip Olduğum Özel Belgeler

- Ceyhan H.Ç Anadolu Lisesi'nden Almış Olduğum “ONUR BELGESİ”
- “National Energy Symposium” (Ulusal Enerji Sempozyumu) katılım Sertifikası
- İsken Enerji Üretim A.Ş 'den almış olduğum “İş Güvenliği Eğitimi”

Üzerinde Çalıştığım Projeler

Elektrikli Otobüsler, Yapıları ve İ.E.T.T için Uygulanması (Yrd. Doç. Dr. R.YUMURTACI)
LED ile Aydınlatma Teknolojisi ve Maliyet Analizi (Yrd. Doç. Dr. R. YUMURTACI)
Demir-Çelik Fabrikalarında Kojenerasyon Ve Matlab ile Modellenmesi (Doç.Dr.N.UMURKAN)

Bilgisayar ve Programlama

Omron ve Schneider PLC Sis.,MATLAB, MATLAB Simulink, AutoCad ,Eplan 6.1,
Osram Yol Aydınlatması Prog.,Microsoft Office Programları, FrontPage İle WebTas.

Diğer Yetenek ve Hobiler

Sinema,Tiyatro, Fotoğraf ve Müzik

Sürücü Belgesi

B sınıfı

Askerlik Durumu

Tecilli (Kasım 2010)

Referanslar

Doç.Dr.Nurettin UMURKAN
Yrd. Doç. Dr. Mehmet UZUNOĞLU
Yrd. Doç. Dr. Recep YUMURTACI
M. Bilgehan CEBER

“Bitime Projesi” Y.T.Ü
“Elek.Müh. Bil.Uyg.,Elek.Güç.Sis.Kal.”Y.T.Ü
“Proje 1 ve 2” ; “Elk.Tes.Kor.Tek” dersi Y.T.Ü
Elektrik Bakım Mühendisi İsken Enerji Üretim Tic. A.Ş