

MEVCUT TERMİK SANTRALLERİN İLAVE SİSTEMLERLE VERİMLERİNİN ARTTIRILMASI (REPOWERING)

Metin YÜCEL

Makina Mühendisi

1949 yılında İstanbul Yıldız Yüksek Teknik Okulu Makina Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu Etibank Ergani Bakır'da ve Türkiye Petrolleri Batman Rafinerisinde 10 yıl çalıştıktan sonra 1959'da İngiltere'de Babcock & Wilcox Ltd. Buhar Kazanları firmasında Mühendisler için yapılmakta olan 2 yıl süreli "Su Borulu Kazan" kursuna katıldı. 1962 yılında Etibank Enerji Bölümüne girdi. İstanbul Gübre Sanayi (IGSAŞ) Bakım-Onarım Müdürlüğü'nden sonra TEK Kangal Termik Santral Tesis Grup Müdürlüğü görevinde bulundu. 1982'den beri önce Alarko Alsim sonra Alarko Alamsaş'ta Kazan ve Enerji Sistemleri konularında müdür ve uzman olarak görev yaptı. Halen ABB-Alamsaş'ta Kazan ve Enerji işleriyle ilgili Teknik Hizmetler Müdürü'dür.

GİRİŞ

Artan enerji ihtiyacını karşılamak için yeni santraller kurmak çok yüksek mali yatırımları gerektirmektedir. Bizim gibi gelişmekte olan memleketlerde mali imkanlar çok kısıtlı olduğundan ve bu sorunu kendi imkanlarımızla çözemediğimizden dış kaynaklı kredi kullanmak mecburiyetinde kalınmaktadır.

Bugün bir termik santralin, üzüntü içinde ifade ediyorum, inşaat ve montaj işleri, çelik konstrüksiyon ve platformları, çok sıcak olmayan yüzeylerinin izolasyonlarıyla bazı refrakter ve boya işleri, soğuk hava kanallarından ve bazı soğuk su hatlarından başka malzemesi memleketimizde yapılan makina, elektrik, enstrüman ekipman ve cihazları yoktur. Tamamı ithal edilmektedir. Mühendisliği de ithal edilmektedir. İkinci Dünya Savaşı'nın 1945'te bitişinden 50 yıl geçtikten sonra geldiğimiz nokta bu kadar yetersiz olmamalıydı. Neticede, Türkiye'deki iş hacmimiz bu kadar az iken, hem tecrübe sahibi olma ve yetiştirme imkanımız yeterli olmamakta, hem de paramızın çok büyük kısmı dışarı gitmekte ve dolayısıyla yeni bir santral kurmak çok pahalıya gelmektedir. Bu gerçekler karşısında elimizdeki santrallerin gücünü ve verimini arttırıcı düzenlemelere gitmemiz en akılcı yol olur.

Dünyada son yıllarda meydana gelen büyük değişiklikler neticesi olarak Kafkasya'dan, İran'dan ve/ veya başka kaynaklardan yurdumuza yeteri miktarda Doğal Gaz gelmesi ihtimali doğmuş gözükmektedir. Bu potansiyeli şimdiden dikkate alarak, fikren de olsa hazırlık yapmamız çok faydalı olacaktır.

Yeterli Doğalgaz gelmesi durumunda mevcut termik santrallerimize en az maliyetle yapılabilecek gaz türbin sistemleri ilavesiyle, hem santrallerin toplam güçleri ve verimleri arttırılabilecek, hem de santrallerin atmosfere bıraktıkları hava-kirletici unsurların MW güç başına azaltılması sağlanabilecektir. Bu makalemiz, Nuovo Pigmone/İtalya firmasının Aralık 1990 tarihli "Quademi Pigmone" yayınından faydalanılarak derlenmiş ve konu muhtelif alternatiflerle incelenmiştir. Yazı metninden görüleceği üzere, bazı durumlar da, santralin kazan dahil hemen bütün makina ekipmanı aynen muhafaza edilmektedir.

Bazı durumlarda ise mevcut kazan devre dışına çıkarılarak iptal edilmekte ve gaz tribünü arkasındaki atık ısı kazanından üretilen buharla santralin mevcut tribünü çevrilmektedir.

Ayrıca, kısaca belirtmek istediğim diğer bir konu da, yeni kurulacak olan fuel-oil veya kömür yakıtlı santrallerin kilowatt tesis başına 1100/1800 USD gibi çok yüksek maliyet ve uzun teslim sürelerinden dolayı, mevcut santrallerimizin ömürlerini arttırıcı tedbirlerin alınmasının gerekli olduğudur.

Parasal ve teknolojik yönden bizden çok daha iyi durumda olan memleketlerde bile bu konu ciddi olarak ele alınmıştır. Rehabilitasyon denen bu çalışmalarda;

Eski santrallerin azalmış olan ilk kapasite ve emre amadeliklerine (availability) tekrar kazandırmak, çevre kirliliklerini azaltma ve geri kalan tesisi ömrünü uzatma esas alınmaktadır.

Memleketimizde de termik santral işleten devlet ve özel kuruluşlar da bu tip rehabilitasyon çalışmaları yaptırmalıdır.

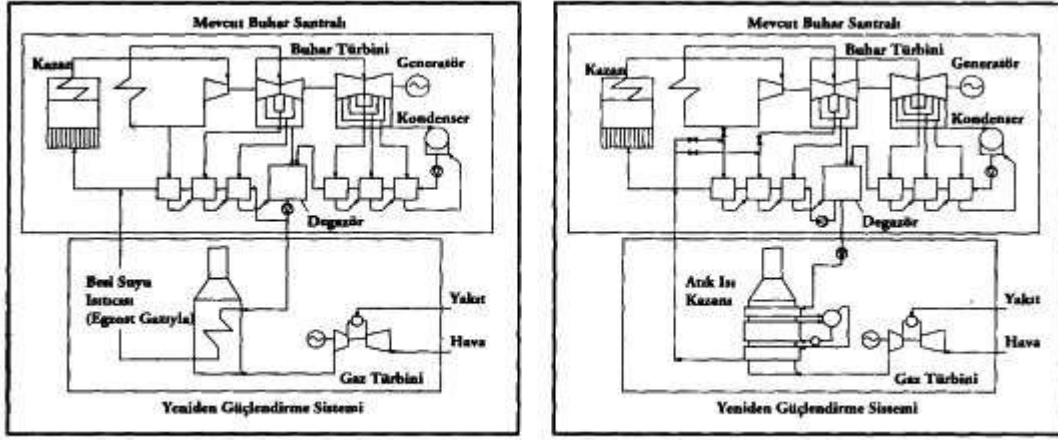
Gaz türbin çevrimiyle, Buhar türbin çevriminin kombine edilmesi, elektrik üretiminde daha yüksek bir verim seviyesine ulaşılmasını mümkün kılmıştır.

Bugün mevcut bir termik santrale yeni bir gaz türbin ve atık ısı geri kazanma sistemi her zaman ilave edilebilir.

Bu işleme Santrallerin "YENİDEN GÜÇLENDİRİLMESİ" "REPOWERING" denir ve bir kaç şekilde tatbik edilebilir.

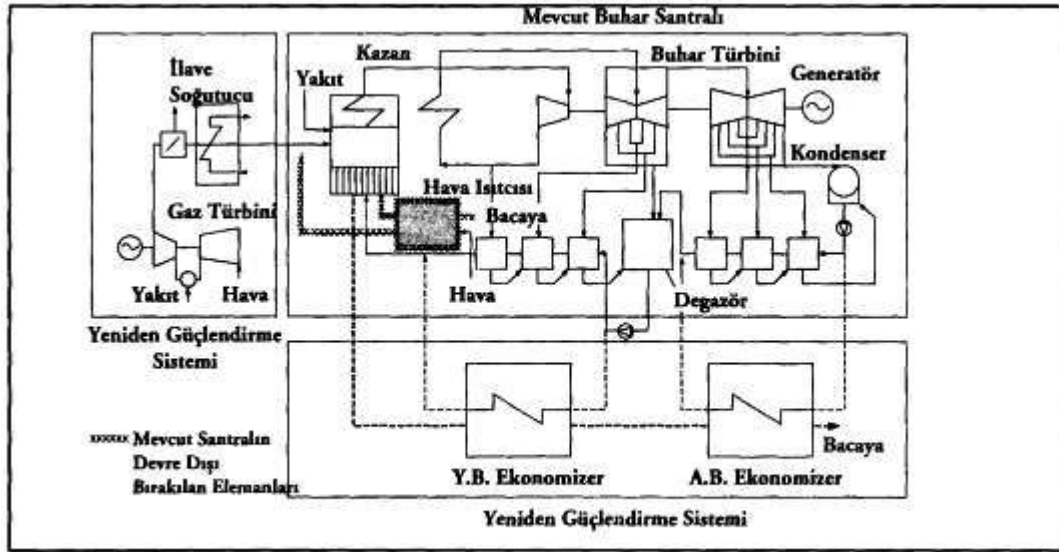
Bu makalede aşağıda gösterilen üç sistem incelenmektedir.

1) Gaz türbin sistemindeki Egzost Gazı Isıtıcısı veya atık ısı kazanıyla besi suyunun ön ısıtılması durumu (Şekil 1A ve 1B)



Şekil 1A - 1B : Kazan Besi Suyunun Sisteme İlave Edilen Gaz Türbini Egzost Gazı Isıtıcısında veya Atık Isı Kazanında Isıtılması Sonucu "Yeniden Güçlendirme"

2) Gaz türbin egzost gazının mevcut kazana yanma havası olarak gönderilmesi durumu. (Şekil 2)



Şekil 2: Sisteme İlave Edilen Gaz Türbininin Egzost Gazının Kazanda Yanma Havası Olarak Kullanılmasıyla "Yeniden Güçlendirme"

3) Gaz türbin sistemindeki atık ısı kazanısında üretilen buharın mevcut buhar türbinine gönderilmesi durumu. (Şekil 3)

Tablo 1: Besi Suyunun Ön Isıtılmasıyla "Yeniden Güçlendirme Çözüm (a) ve (b)"nin Mukayesesi				
		Buhar Santral	Yeniden Güçlendirme Çözüm (a)	Yeniden Güçlendirme Çözüm (b)
Buhar Türbini Gücü (A)	(MW)	320	320	320
Kazan Yakıtı	(MW)	760	655	639
Gaz Türbini Gücü (B)	(MW)	-	114,4	114,5
Gaz Türbini Yakıtı	(MW)	-	356	356
Yardımcıların Gücü (c)	(MW)	16	16,5	16,5
Net Toplam Güç (A+B-C)	(MW)	304	418	418
Net Verim	(%)	40	41,35	42,0
Güç Artışı (P)		-	114	114
Yakıt Artışı (F)	(MW)	-	251	235
İlave Güç Üretim Verimi (P/F)	(%)	-	45,4	48,5

Klasik rejeneratif çevrimli bir buharlı termik santrale, yeni bir gaz türbin jeneratörü ve atık ısı kazanı veya egzost gaz besisi suyu ısıtıcısı, ilave edilmek suretiyle, gaz türbini egzost gazı enerjisinden faydalanılarak mevcut kazanın besisi suyu ısıtılabilir.

Bu durumda mevcut buhar türbininden yüksek basınçlı ara buhar çekmeye gerek kalmaz (Şekil 1A).

Gaz türbin-atık ısı kazanlı sistemlerde ise besisi suyu, atık ısı kazanında üretilen buharla ısıtılır. Bu durumda da mevcut buhar türbininden yüksek basınçlı ara buhar çekilmez (Şekil 1B).

Bu tip arajmanlarda sisteme gaz türbo-jeneratörü ilave edilmiş olduğundan mevcut santralin gücü %30 kadar arttırılabilir. Ayrıca, buhar türbininden de yüksek basınçlı ara buhar çekilmediğinden santralin gücünde ilave olarak %5-10 kadar daha artış meydana gelir.

Ancak, mümkün olabilen bu güç artışının gerçekleştirilebilmesi için, jeneratör, kondenser, kondenser pompaları v.s. gibi mevcut ekipmanların kapasitelerinin bu artışı karşılayabilecek büyüklükte olmaları gerekir.

Mevcut ekipman kapasitelerinin limitasyonlarından dolayı ekstra gücün elde edilememesi durumunda, buhar türbini nominal kapasitesinde çalıştırılır ve türbinden yüksek basınçlı ara buhar çekilemeyeceğinden, azalan türbin buhar ihtiyacı nedeniyle, kazanda üretilen buhar ve netice olarak da kazanda yakılacak yakıt miktarı azalır.

Tablo 1'de 300 M W'lık buhar türbinli bir termik santrale ilave edilmiş MS 9001-E tipi gaz türbiniyle

"Yeniden Güçlendirme" (Repowering) modeli için elde edilen data örnekleri çözüm (a) ve çözüm (b) olarak verilmiştir.

Tablo 2 : P.E.B.-Friensland Santralının İki Adet MS 6001 Gaz Türbini ile Yeniden Güçlendirilmesi			
		Mevcut Buhar Santrali	Kombine Çevrimi
Buhar Türbini Net Gücü	(MW)	328	261
Kazan Yakıtı	(MW)	810	485
Gaz Türbini Gücü	(MW)	-	74
Gaz Türbini Yakıtı		-	235
Toplam Güç	(MW)	328	334
Net Verim	(%)	40,5	46,4

Tablo 2 : 300 MW'lık Ünitenin MS 9001 E Gaz Türbini ile "Yeniden Güçlendirme"		
	Mevcut Buhar Santrali	Kombine Çevrimi
Buhar Türbini Net Gücü (MW)	304	306
Kazan Yakıtı (MW)	760	588
Gaz Türbini Net Gücü	-	110
Gaz Türbini Yakıtı	-	356
Toplam Güç	304	416
Net Verim (%)	40	44

Çözüm a : Buhar türbininden, yüksek basınçlı ara buhar çekerek, besi suyunu ısıtmak yerine, gaz türbini egzost gazının ısı enerjisinin geri kazanılması esasına göredir.

Çözüm b : Buhar türbininden yüksek basınçlı ara buhar çekerek besi suyunu ve degazörü'nü ısıtmak yerine gaz türbinin egzost gazının ısı enerjisinin geri kazanılması durumuna göredir.

Yukarıda bahsedilen ekipman limitasyonlarından dolayı mevcut santralin gücünün arttırılmaması durumunda, "Yeniden Güçlendirme" modelinin tatbikinde buhar türbinin buhar ihtiyacı, bazı türbin ara buhar çekiş yerlerinin kapatılmalarından dolayı türbinin buhar ihtiyacı orijinal nominal buhar ihtiyacının yaklaşık %85'i kadar olacaktır.,

Netice olarak ilave sağlanan elektrik enerjisi sırasıyla %45.4 ve %48.5 artışla üretilmiş olur.

Yukarıda enerji cinsinden belirtilen neticelere ilaveten fuel oil veya kömür yakan mevcut santralin kazanında da %15 kadar daha az yakıt kullanımı ve emisyonunda da "gr/kwh" cinsinden %40 civarında SO2 ve uçucu kül azalması sağlanır.

Bu tip çözümde, ağırlık cinsinden %15 civarında (O2) ihtiva eden gaz türbini egzost gazı, mevcut santral kazam bürülörlere sevk edilerek yanma havası olarak kullanılır.

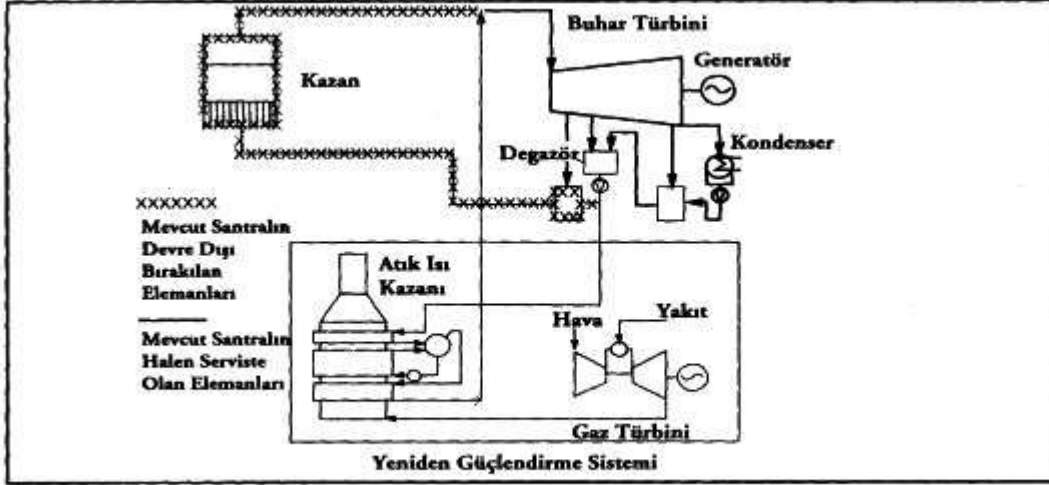
Bu şekilde aynı zamanda kazan ocağına ısı da sokulmuş olacağından, kazanda yakılan yakıtta azalma da sağlanır.

Şekil 2'de böyle bir çözümün tipik diyagramı verilmiş ve mevcut santralin halen kullanılmaya devam edilen makina ve ekipmanlarıyla, iptal edilerek devre dışı bırakılan ve sisteme ilave edilen yeni ekipmanlar gösterilmiştir.

Bu tip bir "Yeniden Güçlendirme" projesi Hollanda'da gerçekleştirilerek hem santralin verimi arttırılmış, hem de emisyon düşürülerek santralin atmosfere kirliliği azaltılmıştır.

328 MW'lık Friendsland P.E.B. santralında gücün arttırılmasından çok verimin yükseltilmesi esas alınmış ve mevcut 2 adet yanma havası fanı yerine beheri 37 MW'lık 2 adet gaz türbinlerinin egzost gazları kullanılmıştır.

Bu santralin eski ve yeni durumuna ait doneler Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 3 : Sisteme İlave Edilen Gaz Türbini Atık Isı Kazanında Üretilen Buharla, Mevcut Buhar Türbini Çevrilererek "Yeniden Güçlendirme"

Tablo 3'te ISO şartlarına göre 116 MW gücündeki bir MS 9001-E tipi gaz türbini ile "Yeniden Güçlendirilen" 300 MW'lık buharlı bir termik santralin doneleri listelenmiştir.

Bu şekil bir tertip ve çözümlerinde verimde yaklaşık %10 gibi oldukça yüksek bir iyileştirme ve aynı zamanda santral gücünde de %37 gibi artış sağlanmıştır.

Bu 300 MW'lık santralde "Yeniden Güçlendirme" projesinden sonra kazan ve gaz türbininde kullanılan toplam yakıt 172 MW fazlaşmış buna mukabil santralin toplam gücü de 112 MW artmıştır. Buna göre ilave güç 112 MW, %60 verimle üretilmektedir.

Bu sistemde de santralin hava kirlilik oranı oldukça azalmaktadır.

"Yeniden Güçlendirme" sistemlerinde üçüncü alternatif, mevcut termik santral kazanının devre dışı bırakılarak, sisteme gaz türbin jeneratörü ve Atık Isı Kazanı ilave edilmesidir, (Şekil 3). Modern gaz türbin çevrimlerinde ilave yanmasız Atık ısı kazanlarında 100-Barg ve 500 °C'ye varan basınç ve sıcaklık şartlarında buhar üretmek mümkün olabilmektedir.

Bu buhar şartlarında tahrik edilen buhar türbinleriyle 70-80 MW'lık güç elde edilebilmektedir.

Bu alternatifteki düzenlemeler 50-70 MW'lık ara buhar kızdırıcıları (Reheater) olmayan eski termik santrallara tatbik edilerek ilave 100 MW güç sağlanır ve orijinalde %33-35 olan toplam santral verimi %45 ve daha yukarıya çıkarılabilir.

Santrallarda verim artışı, besi suyunu ısıtmak için buhar türbininden çektiğimiz ara buhar miktarını Buhar Türbini azalttığımız oranda sağlanır.

Aşağıda 60 MW'lık klasik bir buharlı santrale uygulanan "Yeniden Güçlendirme" projesinin neticeleri verilmiştir.

60 MW'lık santral normalde 90-Barg/510°C konumunda 240 t/h buharla rejeneratif çevrimde çalışmakta olup, buhar türbininden, besi suyunu ısıtmak için iki-yüksek basınç ısıtıcısı, bir-degazör ve iki-alçak basınç ısıtıcısı için ara buhar çekilmektedir.

Bu santral bir-adet MS 9001-E gaz türbini ve atık ısı kazanı ilavesiyle "Yeniden Güçlendirildiğinde";

Atık ısı kazanı yaklaşık 170 t/h-60 barg/505°C Yüksek basınçlı buhar ve 40 t/h, 6 Barg/Doymuş alçak basınçlı buhar üretir.

Verimi arttırmak için buhar türbininden, yüksek basınç ısıtıcıları ve degazör için buhar çekişleri iptal edilerek, besi suyu sıcaklığı 225 °C'de yaklaşık 110°C'ye düşürülür.

Sonuç olarak: Başlangıçta 60 MW olan santral gücü, birleşik gaz-buhar çevrimi olarak 160 MW'a, santral verimi de %34'ten net %46.5'e çıkar. Bunun anlamı, ilave olarak üretilen 100 MW gücün %55 verimle gerçekleştirilmiş olduğudur.

Bu tip "Yeniden Güçlendirme" projeleri, klasik sistemde yapılmış kazan ve karşı basınçlı türbin ihtiva edenler dahil bir çok endüstriyel santrallerin verim ve güçlerini arttırmak için tatbik edilebilir.

Birkaç MW'dan 150 MW'a ve daha büyük güçlere kadar yapılabilen gaz türbinleriyle, küçük-büyük Endüstriyel ve Güç Santrallerine yapılabilen "Yeniden Güçlendirme" projeleri büyük ekonomi sağlamaktadır.

Önemli ölçüde yakıt tasarrufu ve netice olarak da, daha düşük enerji maliyeti sağlayan ve ayrıca mevcut santralin yapısını esas olarak değiştirmeyerek, santralin gücünü ve verimini artıran, bu "Yeniden Güçlendirme" tertipleri bütün dünyada benimsenmiş ve geniş tatbikat bulmuştur.

Örnek olarak; bir İtalyan rafinerisinde yapılan tabikatta, sisteme 25.5 MW gücünde 1-adet MS 5001 tipi gaz turbo jeneratörüyle, doğal sirkülasyonlu atık ısı kazanı konmuş ve ilave yanma olmadan 60 t/h, ilave yanmalı olarak ise 120 t/h buhar üretilmiştir.

Bu şekilde yeniden aranje edilen enerji santrali ile 25 MW'lık güç artışı sağlanmış ve elektrik ve ısının ayrı ayrı üretilmesine nazaran ise 27 MW'lık bir yakıt tasarrufu elde edilmiştir.

SONUÇ

Metinde anlatılanlardan görüleceği üzere, eğer bir gaz türbin-jeneratörü ve atık ısı kazan sistemi mevcut buharlı termik santralle uygun şekilde kombine edilirse, santralin toplam gücünün artmasıyla birlikte, seçilecek sisteme bağlı olarak verimi de %45-%60 seviyesine ulaşabilmektedir.

Verimin artışı; kazan besisi suyunun atık ısı kazanı veya egzost gazı ısıtıcısında ısıtılması halinde %5, mevcut santralin buhar türbinin yeni atık ısı kazanında üretilen buharla çevrilmesi halinde ise %30 ve daha da yukarı değerlere ulaşabilmektedir.

Daha önce belirtildiği üzere, santral veriminin iyileştirilmesi, daha az yakıt yakılması ve netice olarak da daha az hava kirliliği ve tabii daha az CO2 gazı demektir.

Bu tip tatbikatların önemli bir hususiyeti de, gaz türbin ve atık ısı kazanlarının, mevcut santrallara kombine edilmesi suretiyle yeni kurulacak santrallara nazaran, sağlanan saha ve parasal ekonomidir. Ayrıca mevcut santral yönetimi ve yardımcı tesisler zaten bulunduğundan ayrı bir yönetim ve idari personel ihtiyacı meydana gelmemektedir.