

Elektrik Santrallerinde Soğutma Kulelerinden Havaya Giden Sıcak Buharın Enerjisi Kullanılamaz mı?

Yüksel Atakan, Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 05.04.2025

Nükleer reaktörlerin ve fosil yakıtlı santrallerin soğutma kulelerinden 100 - 200 metre yükseklikte havaya yayılan sıcak su buharının enerjisi boşa gitmiyor mu? Benzer soru, soğutma kuleleri olmayan, Akkuyu Nükleer Santralinde denize verilecek, (içinde radyoaktif maddeler olmayan 3.devre) sıcak suyun enerjisi boşa gitmeyecek mi? şeklinde de sorulabilir. Ayrıca neden soğutma kulelerinden çevreye verilen buhar yeterince soğutulup suya dönüştürülerek 200 metreden düşürülerek hidroelektrik enerji üretmek için kullanılmıyor? (potansiyel enerjisi kinetik enerjiye çevrilerek) sorusu da sorulabilir /1/.



Sağda Yatağan kömür santralindeki soğutma kuleleri sistemi

Soğutma kulelerinden havaya salınan ısı enerjisinin geri kazanımının önünde birkaç önemli engel bulunmaktadır:

- 1. Düşük Sıcaklık ve Düşük Enerji İçeriği (Entalpi)**
Soğutma kulelerinden çıkan buhar, genellikle tamamen doymuş veya aşırı doymuş halde olur ve sıcaklığı $43^{\circ} - 49^{\circ}\text{C}$ arasındadır. Bu sıcaklıklar, verimli bir enerji geri kazanımı için çok düşüktür.
- 2. Ekonomik ve Mühendislik Zorlukları**
Soğutma kuleleri, enerji santralleri dışında, petrokimya tesisleri, rafineriler, bina iklimlendirme sistemleri gibi birçok farklı alanda uzun süredir kullanılmaktadır. Ancak bugüne kadar atık ısı enerjisini uygun bir yöntemle etkin bir şekilde geri kazanmanın pratik bir yolu, kojenerasyon dışında, bulunamamıştır. Çünkü bu tür düşük sıcaklıktaki atık ısı enerjisini geri kazanmak için ek tesisler kurmak hem yüksek maliyetlidir hem de elde edilecek enerji azdır.

Termodinamiğin Rolü

Bu hesaplamalar yalnızca potansiyel enerjiye dayanmaktadır. Ancak burada gizli ısı (latent heat) de hesaba katılmalıdır. Buharın yoğunlaşması sırasında açığa çıkan enerji, santralin toplam gücüne kıyasla daha anlamlı olabilir. Ancak bu enerjiyi geri kazanmak için oldukça verimsiz olan buhar motorlarına ihtiyaç duyulur. Gerçek dünyada mühendisler, sistemin tasarımı

aşamasında bu tür ek verimlilik artırıcı sistemlerin maliyet-fayda analizini yaparlar ve genellikle uygulanmaya değer bulmazlar.

Soğutma kuleleriyle ilgili Sonuç

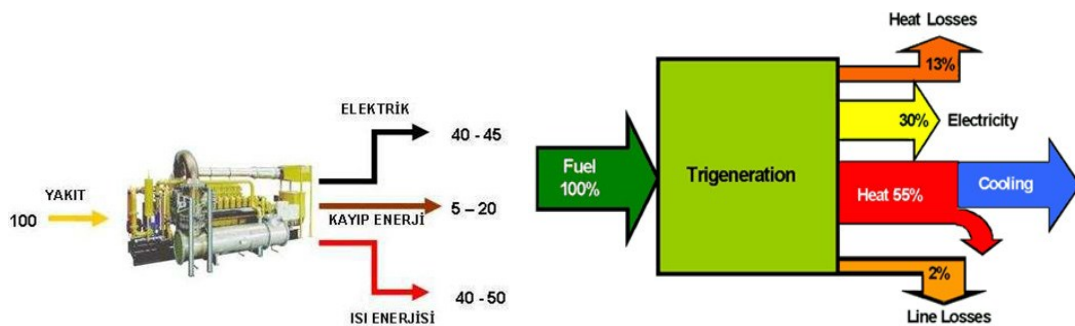
Soğutma kulelerinden çıkan buharın hidroelektrik enerji üretimi için kullanılması düşünülebilir. Ancak, pratikte ekonomik ve mühendislik açısından uygulanabilir değildir. Bunun yerine, düşük sıcaklıktaki atık ısı enerji, **ısıtma sistemlerinde, seracılıkta veya endüstriyel süreçlerde** daha verimli şekilde değerlendirilebilir.

3. **Atık Isıl Enerjinin Kojenerasyon (CHP - Kombine Isı ve Güç) olarak kullanımı**
Bazı tesislerde atık ısı enerjinin geri kazanımı yapılmaktadır. Danimarka ve Hollanda gibi ülkelerde kojenerasyon tesisleri yaygındır. Düşük dereceli sıcak su seralara pompalanarak tarımsal üretimde kullanılır.

4. Türkiye’de Kojenerasyon Sistemleri ve Örnek Uygulamalar

”Endüstriyel tesisler hem ısı enerjisine hem de elektrik enerjisine ihtiyaç duyarlar. Kojenerasyon teknolojisi endüstriler için enerji üretiminin en verimli yoludur.” Kojenerasyon sistemleri hem fosil yakıtlar hem de yenilenebilir yakıtlar ile çalışabilmektedir. Kojenerasyon sistemlerinde hibrit uygulamalar da mümkündür. Hibrit enerji sistemi, sistem verimini artırmak ve enerji arz dengesi sağlamak için konvansiyonel sistemlerin yenilenebilir enerji üretim sistemleri ile entegre çalışmasıdır.

Kojenerasyon enerjiyi daha verimli kullanmak amacıyla elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretilmesini sağlayan teknolojidir. Basit çevrimde çalışan, yani sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoru; kullandığı enerjinin %35-45 kadarını elektriğe çevirebilir. Bu sistemin kojenerasyon şeklinde kullanılması halinde sistemden dışarıya atılacak ısı enerjisinin büyük bir bölümü de kullanılabilir enerjiye dönüştürülerek toplam enerji girdisinin %85-95 oranında değerlendirilmesi sağlanabilir. Bu tekniğe “kombine ısı-güç sistemleri (CHP)” ya da kısaca "kojenerasyon" denir /3/.



Şekiller: Kojenerasyon ve Trijenerasyon (Şekiller Aksa /4/)

Kojenerasyon Kullanan Örnek Tesisler : İZAYDAŞ, SÜTAŞ ELEKTRİK ÜRETİM TESİSİ, AFYON ENERJİ, AKSA, HER ENERJİ, GASKİ, ORION AVM, ENERJİSA SABANCI, DELPHIN IMPERIAL HOTEL-ANTALYA

AYRINTILI BİR ÖRNEK : ENERJİSA- SABANCI ÜNİVERSİTESİ

2015 yılında kampüsün enerji ihtiyacını çevreye saygılı bir şekilde karşılamak ve enerji maliyetlerinden tasarruf sağlamak amacıyla EnerjiSA, Sabancı Üniversitesi'ne kojenerasyon santrali kurmaya karar vermiştir. Toplam gücü 2.4 MW olan kojenerasyon sistemi 2 adet TCG 2020V12 model doğalgaz motorundan oluşmaktadır. Sistemin ısıtma gücü ise 1148 kW'dır /3/.

	Kojenerasyon	Fotovoltaik	Rüzgar	Kombine çevrim
Yıllık Kapasite Faktörü, %	85	22	34	70
Yıllık elektrik üretimi, MW _e	74,460	19,284	29,784	61,320
Yıllık faydalı ısı, MW _h	103,417	-	-	-
İlk yatırım, k\$	20,000	48,000	24,000	10,000
Yıllık enerji tasarrufu, MJ	325	207	320	163
Yıllık CO ₂ tasarrufu, ton	42,751	17,887	27,644	28,172
Yıllık NO _x tasarrufu, ton	59.8	16.2	24.9	39.3

Tablo 1. Farklı güç üretim sistemlerinin CO₂ tasarrufu potansiyeli açısından karşılaştırması (ASHRAE, 2015)

Çizelge Kaynak : /5/ , Not: Çizelgedeki yıllık elektrik üretimi MW değil MWh olmalı !

Not: Türkiye'deki elektrik santrallerinin kojenerasyon tesisi kullandığı görülüyor.

Kaynaklar

/1/<https://www.thermal-engineering.org/heat-transfer-in-nuclear-reactors/>

/2/<https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/termik-santral-sistemleri/8763#ad-image-0>

/3/<http://www.kimyamuhendisleriplatformu.org/DR/life/kojenerasyon-sistemleri-ve-%C3%B6rnek-uygulamalar>

/4/ <https://www.aksa.com.tr/tr-tr/kojenerasyon-trijenerasyon>

/5/ <https://www.ttmd.org.tr/upload/files/82880ek-133-1-1.pdf>