

# DORA-1 JEOTERMAL ENERJİ SANTRALINDA DIŞ SICAKLIĞA GÖRE PERFORMANS DEĞİŞİMİ

Macit TOKSOY  
Umran SERPEN  
Niyazi AKSOY

## ÖZET

Hava soğutmalı jeotermal enerji santrallerinde, santral performansı hava sıcaklığı ile ters orantılı olarak büyük oranda değişmektedir. Yıllık ortalama hava sıcaklığına göre tasarımı yapılan santralde, dış hava sıcaklığı yıllık ortalama dış hava sıcaklığının üstüne çıktığında santral enerji üretimi, tasarım enerji üretiminin altına düşmektedir. Dış hava sıcaklığının bu etkisini azaltmanın yöntemlerinden biri, santral kondenser giriş havası sıcaklığını buharlaştırılmalı soğutma tekniği ile yaş termometre sıcaklığına yaklaştırmaktır.

Bu çalışmada Salavatlı-Sultanhisar yöresinde kurulmuş çift akışkanlı DORA – 1 santralında kondenser hava giriş sıcaklığı buharlaştırılmalı (evaporative) soğutma ile düşürüldüğünde, yıllık enerji üretiminde sağlanabilecek artış teorik olarak incelenmiştir. Kondenser hava giriş sıcaklığının her 1 °C düşürülmesi ile enerji üretimi yaklaşık olarak %1 artmaktadır.

## 1.GİRİŞ

Jeotermal elektrik santralleri, jeotermal akışkan sıcaklığı ile türbinleri terk eden çalışan akışkanın yoğuşma ısısının atıldığı ortam (su ya da çevre havası) sıcaklığı arasında çalışan bir santraldir. Tüm santrallarda olduğu gibi kaynak olarak çevrede yeterli miktarda su var ise (akarsu, nehir, göl, okyanus) kondenserdeki yoğuşma sıcaklığını düşük tutacak tasarımlar yapmak mümkün olur. Bu tasarımlarda donanım maliyetleri düşüktür.

Çevrede yeterli derece de su kaynağı yoksa, kondenserdeki yoğuşma işlemi için soğuk kaynak olarak hava kullanılır. Kondenserlerde ısı transfer yüzeyinin büyüklüğünü belirleyen, kondenser dış yüzeyindeki ısı transfer mekanizmasıdır. Hava soğutmalı kondenserlerde ısı transfer hızının küçük olması nedeniyle, ısı transfer yüzeyleri de büyüktür. Böylece bu bileşen açısından sistemin maliyeti de büyüktür. Sistemin ekonomik ve teknik olarak optimizasyonu açısından, yoğuşan akışkan ile soğuk kaynak dış hava arasındaki ısı transfer hızını artırmak, sistemin parazitik gücünü düşürmek, çevrim verimini yükseltmek açısından çeşitli yöntemler geliştirilmiştir[1]. Resim 1 ve 2’de bu yöntemlerden sırasıyla doğal taşınımlı soğutma kulesi ile sulu soğutma kulerine ait iki örnek görülmektedir. Kondenser tipi ile optimum tasarım ve işletme koşullarını belirleyen değişkenler aşağıda verilmiştir [2].

- Çevrim tipi.
- Çalışan akışkanın cinsi ve termodinamik özellikleri.
- Jeotermal akışkanın termodinamik özellikleri.
- Santral bulunduğu yere ait atmosferik özellikler (yaş ve kuru hava sıcaklıkları, yıllık değişimleri).
- Soğutma suyu olarak kullanılacak kaynakların özellikleri.
- Atık ısı deşarjının kurallarını düzenleyen yasal mevzuat.

Yukarıda belirtilen değişkenlere bağlı olarak belirlenen kondenser soğutma sistemlerinin maliyetleri birbirinden farklıdır. Kondenser soğutma sistemlerinin yatırım ve işletme maliyetlerine ait karşılaştırma ve değerlendirmeleri literatürde bulmak mümkündür[3,4].



**Resim 1.** Doğal taşınımli sulu soğutma kulesi.



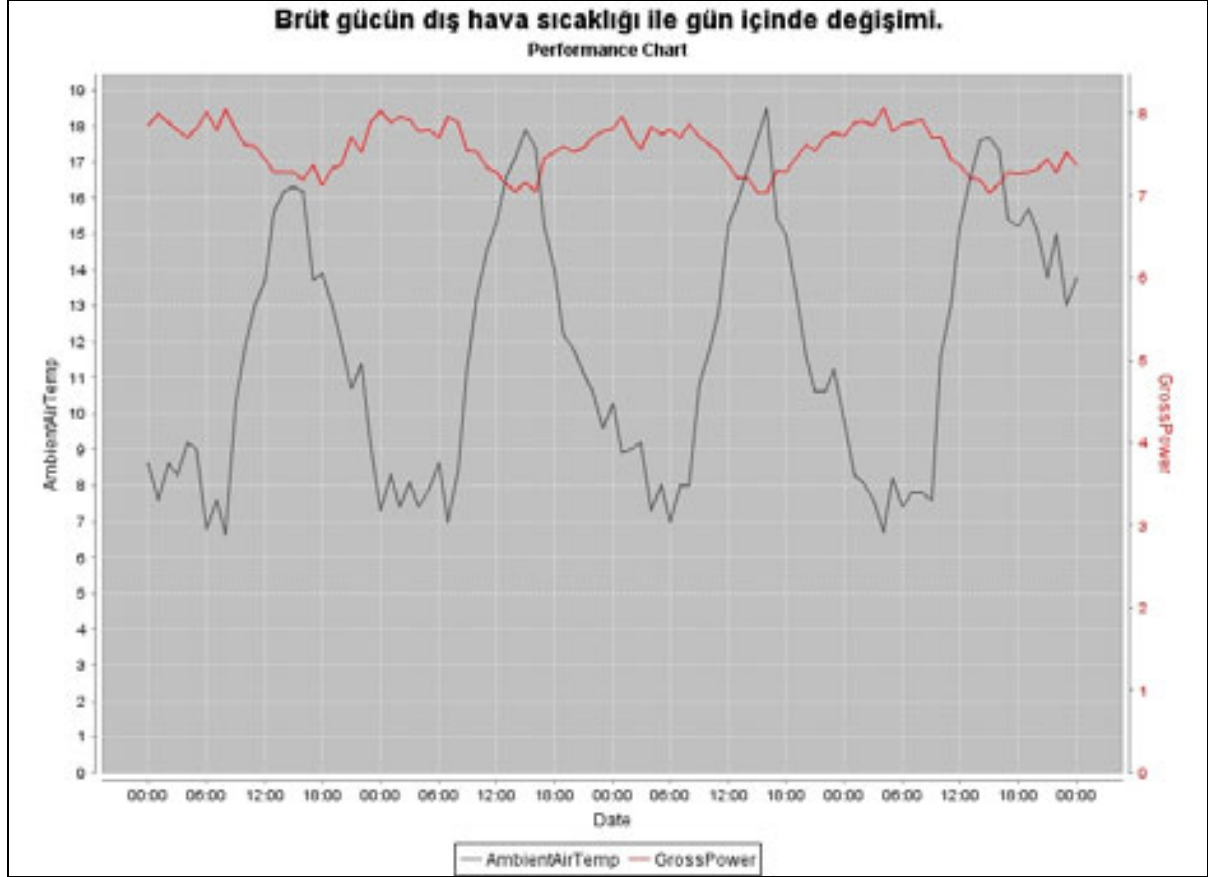
**Resim 2.** Zorlanmış taşınımli sulu soğutma kulesi.

Hava soğutmalı çevrimlerde, soğuk kaynak sıcaklığı (dış hava sıcaklığı) gün ve yıl içinde farklı iki periyodik değişime sahiptir. Bu değişimlerin sonucu, dış havayı soğuk kaynak olarak kullanan çevrimlerde verim de gün ve yıl içinde yine dış hava sıcaklığı ile ters yönde periyodik olarak değişir. Şekil 1’de DORA-1 jeotermal santralında verime bağlı brüt gücün (gross power) dış sıcaklıkla dört günlük bir zaman diliminde değişimi görülmektedir.

Jeotermal santraller, işletme ekonomisinin gereği, jeotermal akışkanın üretildiği yerde kurulma durumunda olduklarından, aynı çevrede yeterli su kaynağı bulunmadığı hallerde hava soğutmalı kondenser seçimi yapılması zorunluluğu doğar. Yıllık ortalama dış hava sıcaklığına göre tasarımı yapılan hava soğutmalı çevrimlerde dış hava sıcaklığının yüksek olduğu yaz aylarında çevrim verimi düşer. Dış hava sıcaklığının buharlaştırıcı soğutma ile düşürülmesi ile santral veriminin yükseltilmesi jeotermal santrallerde kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada hava soğutmalı kondensere sahip DORA-1 santralında, uygun aylarda kondenser giriş havası sıcaklığı buharlaştırıcı (evaporative) soğutma ile düşürüldüğünde santral elektrik üretimindeki artış teorik olarak incelenmiştir. Çalışmada DORA-1 santrali tanıtilmiş, literatürde yer alan buharlaştırıcı soğutma sistemleri genel özellikleriyle aktarıldıktan sonra, buharlaştırıcı soğutma etkisinin sonuçları verilmiştir.

## 2. DORA – 1 JEOTERMAL SANTRALI

DORA – 1 jeotermal santrali Aydın İli'ne yaklaşık 35 km uzaklıkta bulunan Salavatlı-Sultanhisar jeotermal alanı içinde kurulmuş ve bu sahanın küçük bir kısmından istifade eden bir termik santraldır. Bu santralin tasarım anma gücü 7.36 MW brüt (gros) ve 6,5 MW net'dir. Santralin çeşitli donanımları çalıştırmak için kullandığı parazitik yük 800 kW civarındadır. Bunun yanında, reenjeksiyon için kullanılan 350 kW'lık ek bir yükü bulunmaktadır[5].



**Şekil 1.** Brüt gücün dış sıcaklıkla değişimi.

DORA – 1 jeotermal santralının konvansiyonel buhar türbini çevriminden farklılığı“ organik çift akışkanlı (binary)” olarak adlandırılan bir enerji dönüşüm sistemiyle çalışan çift basınçlı, hava soğutmalı bir santrali olmasıdır. Hava soğutmalı olarak tasarlanmış olmasının nedeni, santralin kurulduğu yerde su soğutma kuleli kondenserler için gerekli 28 kg/s debide besi suyu (make-up water) bulunmamasıdır.

Çift akışkanlı (Binary) santraller, jeotermal kaynak sıcaklığının 150-180°C arasında olması durumunda uygulamaya sokulan ve son 25 yıl içinde gelişen teknolojinin ürünüdürler. Ancak, özellikle çalışma sıvısının hidrokarbon temelli olması durumunda “binary” çevriminin veriminin maksimum olduğu jeotermal akışkan sıcaklığı 170°C'tir. Aslında, bu tür santrallerle teorik olarak 100°C sıcaklığındaki bir jeotermal akışkandan da elektrik üretmek mümkündür. Organik olmayan Kalina çevrimi olarak adlandırılan, “binary” çevrimleri de vardır ve bunların performansları biraz daha farklıdır. Bu tür çevrimlerde çalışma sıvısı olarak “su + amonyak” karışımı kullanılır ve türbinleri standart buhar türbinleridir.

DORA – 1 santralinde türbin devresindeki çalışan akışkan “n-pentan” dir. Kullanılan çalışma akışkanının yüksek moleküler ağırlıklı olması, türbinin boyutlarını küçülmüş ve kademe sayısını azaltmıştır. Bunun yanında, n-pentanın kullanılması dolayısıyla, buhar türbinlerinin son kanatlarında oluşan korozyon sorunu ortadan kalkmıştır. Şekil 2’de, tek basıncılı çift akışkanlı bir jeotermal santralin şeması gösterilmiştir. DORA -1 santrali, şemaları aynı ancak farklı iki basıncılı, iki türbinli ve bunlara akuple tek jeneratörlü bir jeotermal santraldır (Resim 3). Türbinlerden (her bir bölümden ayrı ayrı) çıkan pentan, hava soğutmalı kondenser sistemine yoğunlaştırılmaktadır (Resim 4). Havayla soğutma 30 adet fan tarafından gerçekleştirilmekte ve parazitik yükün önemli bir kısmı bu işlem için harcamaktadır [5].



**Resim 3.** DORA – 1, türbinler ve jeneratör.



**Resim 4.** DORA – 1, hava soğutmalı kondenser.

### 3.KONDENSERDE BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA

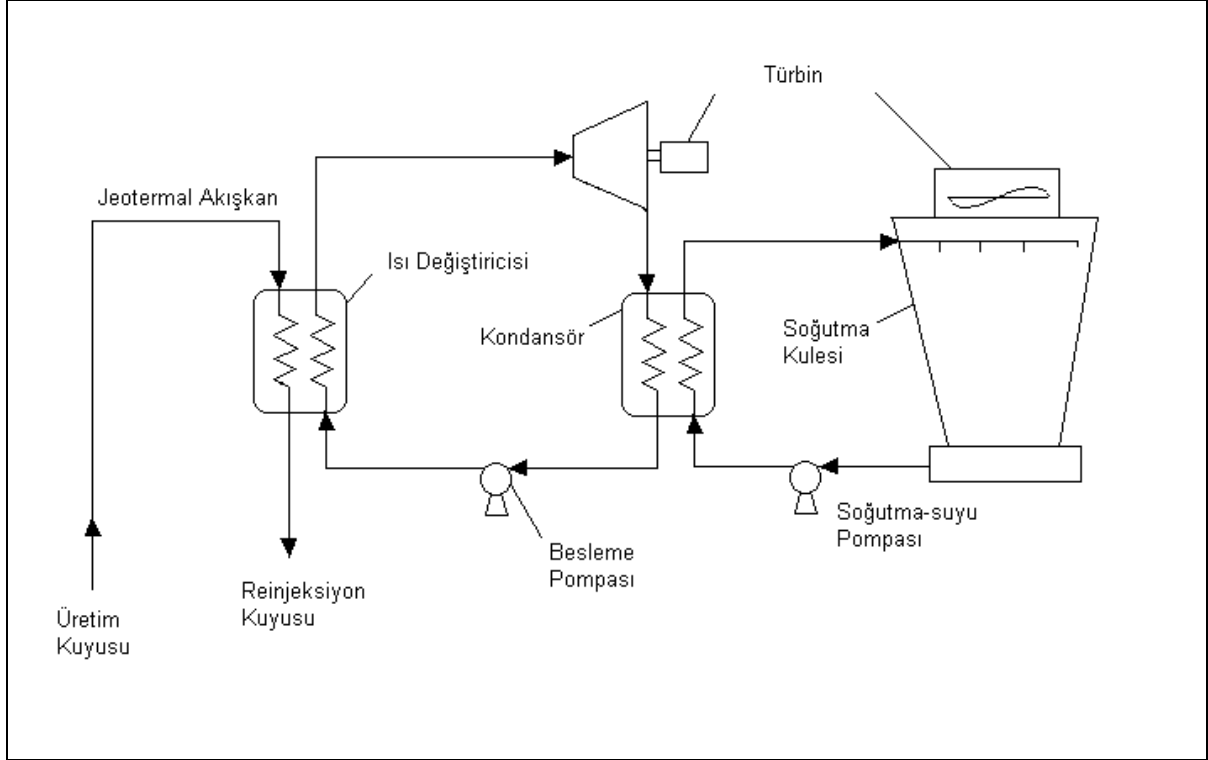
Buharlaştırmalı (evaporative) soğutma pek çok alanda (iklimlendirme, sera soğutması, pasif bina soğutması, vs) uygulaması olan bir soğutma tekniğidir. Temel olarak doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı yöntemle uygulanır[6].

Jeotermal santrallarda uygulama alanı bulan doğrudan buharlaştırmalı soğutma, doymamış havanın su filmi veya su damlacıkları yüzeyi ile temas ettirilmesi ile sudan havaya kütle transferi nedeniyle, suyun buharlaşması için gerekli ısıyı havadan ve kendisinden alarak, havanın ve suyun sıcaklığını düşürmesi fiziksel mekanizmasına sahiptir.

Buharlaşmalı soğutma tekniği ile havanın sıcaklığı, teorik olarak en fazla, havanın kuru termometre sıcaklığının ve neminin belirlediği yaş termometre sıcaklığına kadar düşürülebilir. Bir buharlaştırmalı soğutucunun performansı, soğutma sonunda elde edilen sıcaklık düşümünün, teorik olarak elde edilebilecek maksimum sıcaklık düşümüne (kuru termometre sıcaklığı ile yaş termometre sıcaklığı arasındaki fark) oranı olan “doyma verimi” (saturation efficiency) ile ölçülür:

$$\text{Doyma Verimi (\%)} : \quad \eta = \frac{(T_1 - T_2)}{(T_1 - T_{wb})} * 100 \quad (1)$$

$T_1$  : Havanın soğutma öncesi kuru termometre sıcaklığı, °C  
 $T_2$  : Havanın soğutma sonrası kuru termometre sıcaklığı, °C  
 $T_{wb}$  : Havanın soğutma öncesi yaş termometre sıcaklığı, °C



**Şekil 2.** Çift akışkanlı tek basınçlı bir santral şeması.

Jeotermal santrallarda uygulanabilecek direk buharlaştırılmalı soğutma tipleri (Şekil 3) ve bunların 1 MW gücündeki bir santralin (Empire, Nevada) performans verilerini kullanarak yapılmış simülasyonlarının sonuçları Kutscher ve David tarafından verilmiştir [7].

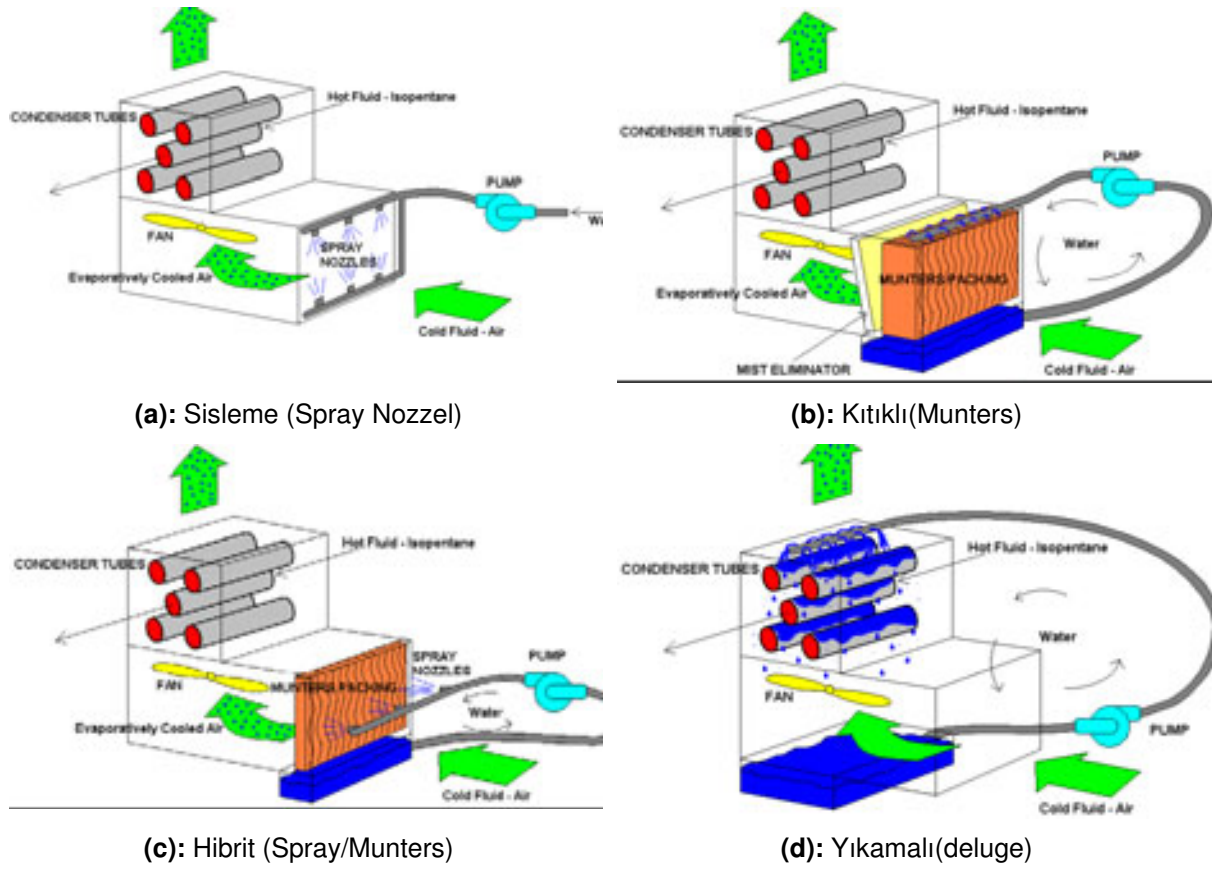
Yapılan çalışmaya göre, Şekil 3'de şematik olarak gösterilen buharlaştırılmalı soğutma sistemlerinin, Empire (Nevada) şartlarında geri ödeme süresi en kısa (1 yıl) olan (a) yıkamalı sistemdir[8]. Diğerlerinin geri ödeme süreleri ise hibrit sistem 4 yıl, sisleme sistem 5 yıl, kısıklı sistem 7 yıldır. Simülasyonda göz önüne alınan farklı dört tip buharlaştırılmalı soğutma tekniğinin kondenser kanatlı boruları üzerinde katı madde çökmesi, işletme basınçları, doyma verimi, su tüketimi açılarından farklı özellikleri söz konusudur. Doyma verimleri de %60 ile %98 arasında değişmektedir.

Mammoth (California) santralında bu tiplerden hibrit ve kısıklı sistemler denemiştir (Resim 5 ve 6) . Bu denemelerde kısıklı sistemde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır[8]:

- Kısıklı sistemin doyma verimi %79, hibrit sistemin %50 olarak ölçülmüştür.
- Kısıklı sistemde % 22 - % 28 arasında hava debisi düşmüştür.
- Kısıklı sistemde 23 °C dış sıcaklığında net güç %68 artmıştır (Şekil 4).
- Kısıklıta jeotermal akışkan kullanıldığında doyma verimi %79'dan %66'a düşmüştür Ancak kısıklı üzerinde kabuklaşma başlamıştır (Resim 7).

Mammoth santralında yapılan denemelerden alınan bu sonuçlar, deneme yeri şartlarında (özellikle dış hava nemi) ve deneme sistemi özelliklerinde (kısıklı cinsi, kalınlığı, su debisi, hava debisi, vs) elde edilmiş özel sonuçlardır ve genelleştirilmemelidir. Ancak özellikle dış hava neminin düşük olduğu bölgelerde uygun kısıklılar kullanıldığı takdirde benzeri sonuçların alınması beklenmelidir.





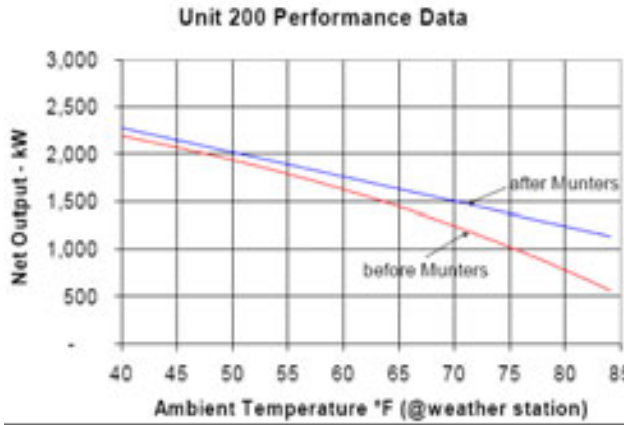
**Şekil 3.** Buharlaştırılmalı soğutma Sistemleri 8].



**Resim 5.** Mammoth kıtık sistem



**Resim 6.** Mammoth Hibrit sistem



Şekil 4. Mammoth kırıklı soğutma sisteminde elde edilen güç artımı [8].



Resim 7. Kırık üzerinde kabuklaşma [8].

#### 4.DORA–1 SANTRALINDA BUHARLAŞTIRMALI SOĞUTMA UYGULAMASINDA PERFORMANS DEĞİŞİMİ

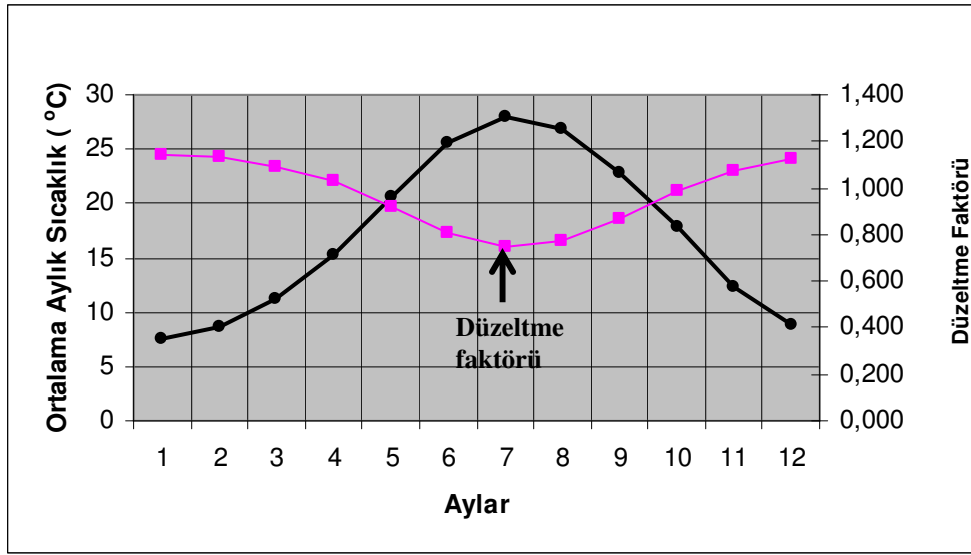
Santral Üreticisinin verdiği bilgilere göre, santralın performansını etkileyen değişkenler, değişkenlerin değişim aralıkları ve düzeltme faktörleri değişim aralıkları aşağıdaki Tablo 1’de özetlenmiştir. Düzeltme Faktörleri, işletme esnasında giriş parametrelerinin santral tasarımında kullanılan temel tasarım parametrelerinden farklı olması durumunda, işletmede elde edilen gücün tasarım parametreleri şartlarındaki karşılığının bulunması amacıyla hesaplanmış değerlerdir.

Tablo 1. Akışkan debisi değişim aralıklarına göre düzeltme faktörü değişimi [9].

Tasarım Parametreleri - Değişkenler	İşletmede öngörülen değişim aralığı	Düzeltilme faktörü değişim aralığı
Dış Sıcaklık (°C)	0 – 40	1,2 – 0,44
Buhar Debisi (%; 22,45 ton/saat = %100)	80 – 100	0,969 – 1,01
Yoğuşmayan Gazlar (toplam buhar debisi %)	29 – 39	1,0057 – 0-9825
Brine (%; 542,65 ton/saat = %100)	80 – 110	0,851 – 1,04
Brine Giriş Sıcaklığı (°C)	150 – 166	0,855 – 1,085

Tablo 1’den görüleceği üzere, düzeltme faktörleri ile tasarım parametreleri (değişkenler) arasında, dış sıcaklık ile yoğuşmayan gazlar için azalan, diğerlerinde ise artan ilişki vardır. Öngörülen aralıklarda performansı en fazla etkileyen değişken ise dış hava sıcaklığıdır ve (buharlaştırılmalı soğutma gibi tekniklerle) kontrol edilebilecek tek değişkendir. Santral için verilen 6.500 kW net kapasite dış hava sıcaklığının yıllık ortalama 17,1 °C değerine hesaplanmıştır.

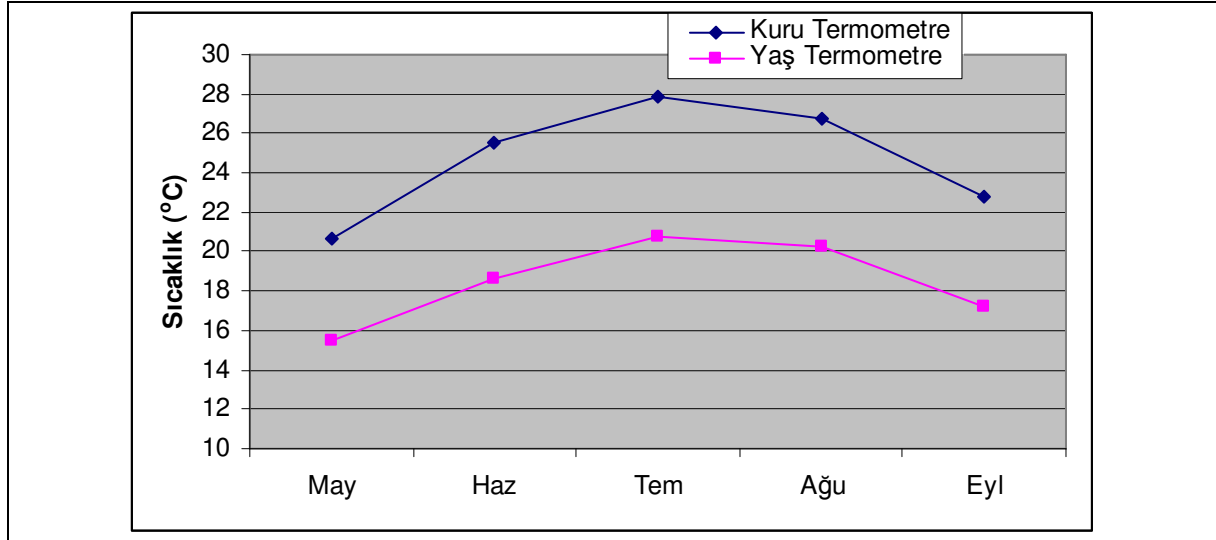
Aydın İli için alınan 32 yıllık ortalamalarla aylık ortalama sıcaklıkların değişimi ve bu sıcaklıklara göre düzeltme faktörlerinin değişimi Şekil 5’te verilmiştir. Grafikten görüleceği üzere, Mayıs – Ağustos ayları arasında dış hava sıcaklığının 17,1 °C üstüne çıkması nedeniyle düzeltme faktörü azalmakta, Temmuz ayı için dış hava sıcaklığı düzeltme katsayısı yaklaşık 0,75 olmaktadır. Özellikle düzeltme faktörünün 1’den küçük olduğu bu aylarda, kondenserin hava tarafındaki hava giriş sıcaklığı bir buharlaştırılmalı soğutma yöntemi ile düşürüldüğü takdirde santralın verimi de artmış olacaktır.



**Şekil 5.** Aydın İli için alınan 32 yıllık ortalamalarla aylık ortalama sıcaklıkların ve bu sıcaklıklara göre düzeltme faktörlerinin değişimi.

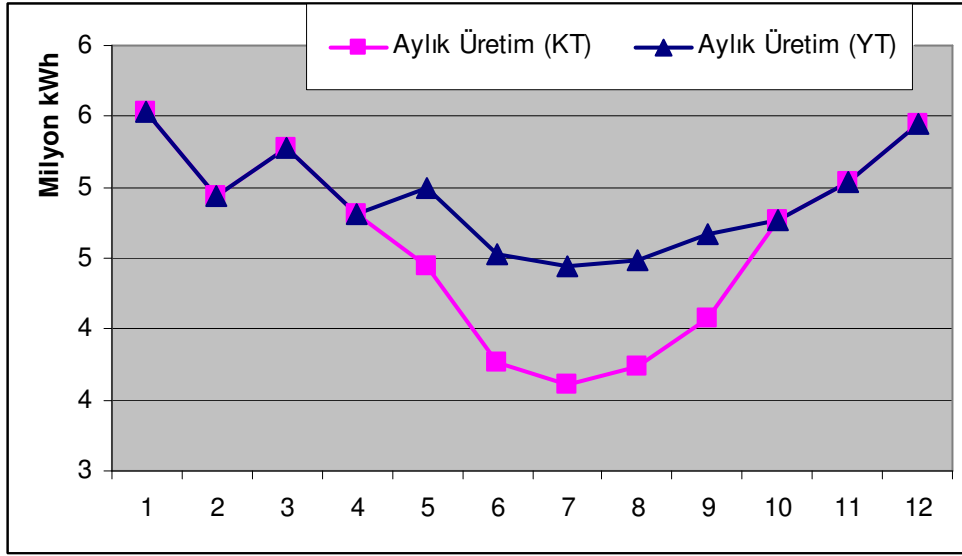
Meteorolojik verilere göre, söz konusu 5 ay içerisinde dış hava kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıklarının aylık ortalamalarının değişimleri Şekil 6'da verilmiştir. Söz konusu kuru termometre ve yaş termometre sıcaklıkları arasında minimum 5,2°C, maksimum 7,1°C fark vardır. %100 doyma verimi için gerekli su miktarının maksimum olduğu aylar, Haziran ve Temmuz aylarıdır ve yaklaşık 0,003 (kg-su/kg-kuru hava) nemlendirmeye gereksinim vardır.

İdeal (doyma verimi %100) bir sistemle giriş havasını yaş termometre sıcaklığına kadar düşürüldüğü takdirde verim artışı nedeniyle elde edilecek enerji miktarının aylık değişimleri, soğutmasız haldeki durumla Şekil 7'de karşılaştırılmıştır.

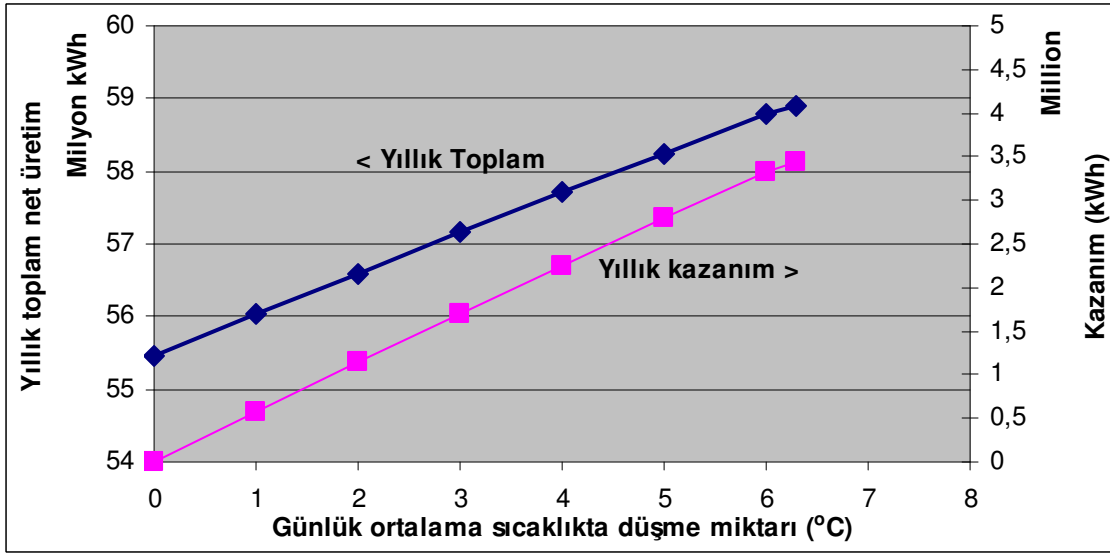


**Şekil 6.** Aylık ortalama kuru ve yaş termometre sıcaklıkları (AYDIN).





Şekil 7. Normal hava koşullarında (Kuru Termometre) ve soğutulmuş hava sıvıklığına (Yaş termometre) göre aylık toplam elektrik üretimleri.



Şekil 8. Dış hava sıcaklığının 1 °C ile 6.3 °C (mümkün olan maksimum soğutma) değişmesinin yıllık toplam üretime ve yıllık üretim kazancına etkisi.

Mayıs – Ağustos ayları arasında hava sıcaklığı yaş termometre sıcaklığına kadar soğutulduğu takdirde yıllık toplamda yaklaşık 3,5 milyon kWh'lık bir üretim kazancını olmaktadır.

Uygulamada herhangi bir sistemle kuru termometre sıcaklığını tam olarak yaş termometre sıcaklığına kadar düşürmek (Doyma verimi %100) mümkün değildir. Kuru termometre sıcaklığının minimum 1 °C ile buharlaştırılmalı soğutmanın müsaade ettiği maksimum değere soğutulmasının santral üretimine etkisinin sonuçları Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8'den görüleceği üzere normal hava koşullarına göre hiç kesintisiz çalışma ile gerçekleşen yıllık yaklaşık 55,5 milyon kWh'lık enerji üretimi, maksimum (ideal) buharlaştırılmalı soğutma ile yaklaşık 59 milyon kWh üretime ulaşmaktadır. Maksimum soğutma için (8.78 cent/kWh enerji satış fiyatına göre) gelir fazlalığı yaklaşık 307.000 dolar olmaktadır. Minimum soğutma 1°C için kazanım yaklaşık 50.000 dolardır.

## 5.ÖNERİLER

Hava soğutmalı tüm jeotermal santrallarda, buharlaştırılmalı soğutmanın uygulanması büyük bir ilgi çekmektedir. Her santral işletmecisi öncelikle, yerel şartları (dış hava sıcaklığının ve nemin değişimi, su kaynaklarının var olup olmadığı) gözden geçirerek, böyle bir sistemin teknik ve ekonomik fizibilitesini yapmalıdır. DORA – 1 jeotermal santral için yapılan teorik hesaplamalardan görüleceği üzere yıllık enerji üretiminde yaklaşık %6'lık yükselme, küçümsenecek bir artış değildir.

Buharlaştırılmalı soğutmanın en önemli sorunlarından biri kullanılan suyun kondenser yüzeylerinde çökerek kondenser verimini düşürmesidir. Bir başka negatif etki ise korozyondur. Periyodik olarak yapılacak yüzey temizliği ile bu etkilerin düşürülmesi mümkündür. Ayrıca çökelmeyi önleyecek diğer tekniklerde gözden geçirilebilir.

Literatürde, jeotermal akışkanın su kaynağı olarak kullanıldığı hallerde, farklı yüzey kaplama teknikleri ile çökelmenin önlenmesi yolunda araştırmaların da yapıldığı ve laboratuvar ölçekli çalışmalarda başarılı sonuçlar görülmektedir<sup>[10]</sup>. Bu çalışmaların alan testleri takip edilmeli, sonuçlar doğrudan ya da geliştirilerek buharlaştırılmalı soğutma sistemlerinde uygulanmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1]. ROBERTSON, R.C., "Waste Heat Rejection from Geothermal Power", Oak Ridge National Laboratory report ORNL/TM-6533, 1980.
- [2] TESTER, J., "Energy Conversion and Economic Issues for Geothermal Energy", in: Handbook of Geothermal Energy, Editors (in): Edwards, L.M. et al., (edt.), Gulf Pub. Co., Houston, 1982.
- [3] SZOBO, Z., "The Economics and the Future of Water Conserving Power Plant Cooling", <http://www.worldenergy.org>, 2007.
- [4] OTHMER, K., "Geothermal Energy", Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 11, 3rd Ed., 1980.
- [5] SERPEN, U., AKSOY, N., "Salavatlı Geothermal Power Plant", in publication of Geothermal Bulletin of Dec./2006 issue, 2006.
- [6] WANG, S.K. Handbook of Air Conditioning and Refrigerating, McGraw-Hill, 2001.
- [7] KUTSCHER, C., COSTENARO, D., "Assesment of Evaporative Cooling Enhancment Mehods for Air-Cooled Geothermal Plants", NREL/CP-550-32394, August 2002.
- [8] KUTSCHER et All. "Hybrid Wet/dry Cooling for Power Plants". 2006 Parabolic Trough Technology Workshop, Nevada, 2006.
- [9] ORMAT. "Salavatlı Geothermal Project Final Acceptance Performance Tests". 2005.
- [10] GAWLIK, K., SUGAMA, T., JUNG, D., "Organometallic Polymer Coatings for Geothermal-Fluid-Sprayed Air-Cooled Condensers", NREL/CP-550-32148, August 2002.

---

## ÖZGEÇMİŞLER

### Macit TOKSOY

1949 İlkurşun (Ödemiş-İzmir) doğumlu. 1972 de İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünden Yüksek Makina Mühendisi olarak mezun oldu, 1976 yılında Ege Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde doktorasını tamamladı. 1972 yılından 1999 yılına kadar Ege Üniversitesi'nde, Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, North Carolina Eyalet Üniversitesi'nde çeşitli pozisyonlarda akademisyen olarak çalıştı. 1981 – 1983 döneminde Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Başkanlığını yaptı, 1999 – 2003 yıllarında İzmir İli Jeotermal Enerji Yüksek Danışma Kurulu Başkanlığını yürüttü. Dokuz Eylül Üniversitesinde, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsünde ve YÖK'te çeşitli kademelerde yöneticilik yaptı ve idari görevler yaptı. 1999 yılından bu yana İzmir Yüksek Teknoloji Enstitü'sünde akademik hayatına devam ediyor. 100'ün üzerinde makale ve bildirin yazarı. Evli ve İki çocuklu. <http://likya.iyte.edu.tr/mechweb/turkce/personel/personel.htm>

### Umran SERPEN

1945 yılı İzmir doğumludur. 1967 yılında İTÜ Petrol Müh. Böl.'den mezun olduktan sonra 1974 yılına kadar TPAO ve MTA'da petrol ve jeotermal sahalarda çalışmıştır. 1974 yılından 1987 yılına kadar ELECTROCONSULT adlı bir İtalyan mühendislik ve danışmanlık şirketinde El Salvador, Guatemala, Meksika, Nikaragua, Kosta Rika, Arjantin, Şili, Etiyopya, Kenya, Filipinler, Rusya ve İtalya gibi ülkelerin çeşitli jeotermal projelerin çeşitli aşamalarında danışmanlık yapmıştır. 1987 yılından itibaren İTÜ Petrol ve Doğal Gaz Müh. Böl.'de Öğr. Gör. Dr. olarak çalışmaktadır.

### Niyazi AKSOY

1962 Gümüşhane doğumludur. İTÜ Petrol Mühendiliği Bölümünden 1984 yılında mezun olduktan sonra, 1984-1994 yılları arasında MTA Genel Müdürlüğü jeotermal projelerinde sondaj ve test mühendisi olarak çalıştı. 1995 yılında DEÜ Torbalı Meslek Yüksekokulu'na geçti. 2001 yılında DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji ABD'de doktorasını tamamladı. Halen, DEÜ'de yardımcı doçent olarak öğretim üyeliği ve bazı jeotermal projelerinde danışmanlık yapmaktadır.