

Türkiye 14 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 02-04 Haziran 2004 Zonguldak, Türkiye
Proceedings of the 14th Turkey Coal Congress, June 02-04, 2004, Zonguldak, Turkey

BAZI KÖMÜR ÖZELLİKLERİNİN TERMİK SANTRAL VERİMLİLİĞİ ve KÖMÜR FİYATLARI ÜZERİNE ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF INFLUENCE OF SOME COAL PROPERTIES ON THERMAL PLANTS EFFICIENCY and COAL PRICES

Sermin ELEVİLİ, Dumlupınar Üniversitesi, Müh. Fak., 43100 Kütahya
Ahmet DEMİRCİ, Cumhuriyet Üniversitesi, Müh. Fak., 58140 Sivas

ÖZET

Termik santrallerde santral verimini doğrudan etkileyen en önemli parametrelerden birisi kazanda yakılacak kömürün fiziksel ve kimyasal özellikleridir. Bu özelliklerin kazanın tasarım değerlerine uygun olması gerekmekte olup, söz konusu özellikler kömür işletmeleri ve termik santraller arasında yapılan protokollerle güvence altına alınmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'de faaliyet gösteren bazı termik santrallerden elde edilen ve çeşitli dönemleri içeren kömür özellikleri ile ilişkili ayhık verilerin protokollerde belirtilen değerlerle uyumu araştırılmıştır. Ayrıca ilgili kömür özelliklerinin kömür fiyatları ile anlamlı bir korelasyon ilişkisi içerisinde olup olmadığı irdelenmiştir. Sonuç olarak, temin edilen kömürlerin özelliklerinin protokollerde belirtilen değerlerle uyum içerisinde olmadığı ve kömür fiyatları ile beklenen yönde bir korelasyon ilişkisi göstermediği anlaşılmıştır.

ABSTRACT

One of the most important parameters that effects the efficiency of thermal plants directly is physical and chemical properties of coal. These properties should coincide with the design parameters of plant and they are secured by means of contracts between coal producers and thermal plants. In this study, some properties of coal burned in some thermal plants in Turkey during the specific periods were compared with the contract values. In addition, the existence of meaninfull corelation between the related coal properties and coal prices have been investigated. The results showed that coal properties and contract values do not coincide and the expected corelation relation between coal properties and coal prices do not exist.

1. GİRİŞ

Dünya ile hızlı bir entegrasyon sürecinde olan Türkiye Ekonomisi, hem sanayisini Avrupa Birliği içinde rekabet edebilir düzeye çıkarma, hem de dünya ticaretinde daha fazla pay alabilme gayreti içerisinde. Bu durum özellikle elektrik enerjisi talebinde hızlı bir artışı beraberinde getirmekte ve dolayısıyla sanayiinin en önemli girdilerinden biri olan elektrik enerjisinin teminini önemli kılmaktadır.

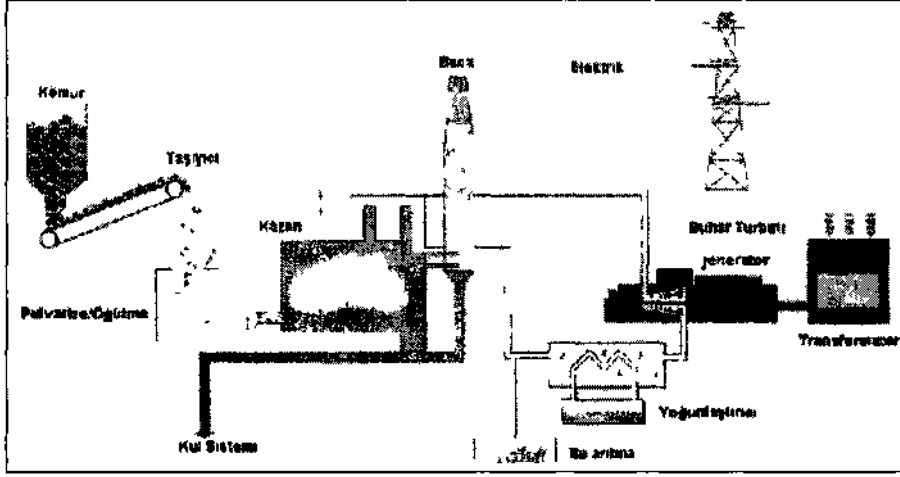
Ülkemizde elektrik üretiminde kurulu güç, çeşitli enerji kaynaklarına dayalı olarak toplam 31669.6 MW mertebesindedir. Bu değer 6510 MW'lık bölümü linyite dayalı termik santraller kapsamında olup bu değer toplam gücün yaklaşık olarak %20'sine karşılık gelmektedir (EUAS, 2003). Bilindiği üzere, ülkemiz fosil yakıtları arasında yegane güvenilir enerji kaynağı kömürdür. Bu nedenle, süreklilik ve güvenilirlik kriterleri açısından değerlendirildiği takdirde ülkemiz elektrik enerjisi üretiminde linyit kömürüne dayalı termik santraller özel bir önem ihtiva etmektedir. Dolayısı ile elektrik enerjisi üretimindeki verimlilikte gözlenen önemli kayıplar, bir yandan kömür kaynaklarından mümkün olduğunca fazla ve uzun vadede faydalanılmasını olumsuz yönde etkilemekte, diğer yandan birim enerji başına daha fazla parasal kaynağın sarf edilmesine yol açmaktadır.

Bu çalışma kapsamında termik santrallere arz edilen kömürlerin bazı özelliklerinin termik santral verimliliği üzerine olan etkilerine değinilecektir. Daha sonra Türkiye'de faaliyet gösteren bazı termik santrallerin temin ettikleri kömürlerin özelliklerinin protokol değerleri ile olan uyumları incelenip, verimlilik üzerine etkileri yorumlanacaktır. Son olarak ilgili özelliklerin kömür fiyatları ile olan ilişkilerine değinilecektir.

2. TERMİK SANTRALLERDE VERİMLİLİK

Termik Santraller; katı, sıvı ya da gaz halindeki fosil yakıtların kimyasal enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü elektrik santralleridir. 1997 yılı itibari ile dünya toplam elektrik enerjisi üretiminin yaklaşık olarak %63'ü termik santrallerce karşılanmaktadır (IEA, 1999). Yakıt türüne göre termik santrallerdeki en büyük payı %38,3 ile kömür almakta olup, bu değeri %15,5 ile doğal gaz ve %9,2 ile petrol takip etmektedir.

Şekil 1'de kömürle çalışan bir termik santralin işleyişi genelleştirilmiş haliyle verilmektedir. Termik santrale gelen kömür öncelikle ince boyuta öğütülerek yüzey alanı arttırılır. Öğütülmüş kömür, buhar kazanının yanma odasına hava ile üflenerek yanması sağlanır. Yanma sonucu yaklaşık olarak 1400 °C ısı elde edilir. Kazanın cidarında bulunan borulardan geçen su, sıcak gazlar ve ısı radyasyonu ile buhara dönüşür. Yüksek basınçlı buhar, bir buhar türbininden geçirilerek ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülür ve kuvvetli bir manyetik alan içerisinde elektrik enerjisi elde edilir. Elde edilen elektrik enerjisi uzun mesafelere ekonomik olarak iletilebilmesi için yüksek voltajlara yükseltilerek (300.000 volt gibi) nakledilir. Elektrik tüketim alanlarında ise, voltaj daha güvenilir sınırlara transformatörler ile düşürülerek (220 volt) kullanıma sunulur.



Şekil I. Termik Santrallerde Elektrik Üretimi Akım Şeması (TKİ, 2002).

Termik santrallerde genel olarak verim (η), belirli bir zaman dilimi içerisinde santralde net olarak üretilen enerjinin, yine bu zaman dilimi içerisinde santrale verilen enerjiye oranı olarak tanımlanmaktadır.



Bir termik santralde verim düşüklüğüne yol açan en büyük kayıp, elektrik üretim teknolojilerinden kaynaklanmaktadır ve yaklaşık olarak %61 civarındadır. Başka bir deyişle, üretilen her 1 kwh elektrik karşılığında yaklaşık olarak 1,6 kwh elektrik enerjisi karşılığı ısı çeşitli yollarla çevrimde harcanarak boşa verilmektedir (Aslan, 1996). Nispeten kontrol edilebilir bir parametre olan işletmecilik kökenli kayıplar arasında ise *Yönetim, Eğitim, Kontrol ve Testler, Malzeme Özellikleri, Bakım ve Revizyonlar* ile *Kullanılan Yakıt Özelliklerini* saymak mümkündür. Bu kapsamda sıralanan kayıpların modern termik santral işletmeciliğinde %2'yi geçmemesi beklenir (Aslan, 1996).

Kömürle çalışan termik santrallerde ana girdi kömür olduğundan, kazanda yakılacak olan kömürün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kazanın dizayn edildiği değerlere uygun olması gerekir. Ancak bu durumda santralden daha yüksek verim elde edilebilmektedir. Kömürün santral işletmeciliğini etkileyen başlıca özellikleri aşağıda sıralanmaktadır.

- > **Kül İçeriği:** Kömür yandığı zaman içerdiği mineral maddelerin değişikliğe uğraması sonucu kül oluşur. Kömürdeki kül oranının artması, birim enerji başına (kwh) daha fazla kömür tüketimine neden olmaktadır. Bu durum ise; elektrofiltrelerde kül yükünün artmasına, külün kazandan atılmasının aksamasına ve dolayısıyla üniteye yük düşümüne veya ünitenin devre dışı kalmasına sebebiyet vermektedir.

- > **Nem içeriği:** Kömürün nem içeriğinin artması, sistemde tıkanmalara, sıvanmalara ve kazan yanma odasında sıcaklık düşmesine neden olmaktadır. Nem içeriğinin değişmesi, baca gazının hacimsel debisinin ve sıcaklığının değişmesine yol açmakta ve bu değişikliklerde elektrofiltre ve baca gazı desülfürizasyon tesislerinin verimini etkilemektedir.
- > **Isıl Değer:** Kömürün ısıl değeri düştükçe, yakma sistemine verilen kömür miktarının artırılması gerekir. Bu durum sistemden atılması gereken kül miktarının artmasına neden olur. Düşük ısıl değere göre dizayn edilen kazanda daha yüksek ısıl değere sahip kömürlerin yakılması durumunda ise, kazan içerisinde yüksek sıcaklıklar meydana gelecek ve bu durum kazanda büyük cürufanmalara neden olacaktır. Böyle cürufanmalar nedeni ile ünitelerin devre dışı kalması olasıdır. Aynı şekilde kazan yanma odasındaki yüksek sıcaklık nedeniyle buhar sıcaklık kontrolünün yapılması zorlaşacak ve neticede santralde yük düşümüne gidilecektir.
- > **Kömürün Kükürt İçeriği:** Kömürün kükürt içeriğinin artması, baca gazı kükürt arındırma tesislerinin kurulmuş olması halinde bile, bu tesislerin kükürt oksit yükünün artmasına yol açmaktadır. Ayrıca yakma sistemlerinde korozif etkisi söz konusu olmaktadır.

Bilindiği üzere elektrik üretiminde kullanılan kömürlerin kalitesini belirleyen yukarıda sıralanan özellikler, kömür üreticileri ile termik santraller arasında yapılan protokoller ile belirlenmektedir. Protokollerde belirtilen parametrelerin eksik veya santral tasarım parametreleri ile uyumsuz bir şekilde belirlenmesi, santral verimliliğinde ve çevresel koşullarda çeşitli olumsuzluklara neden olacaktır. Bu nedenle ilgili değerlerin titizlikle tespit edilmesi ve belirtilen limitler dışındaki özelliklere sahip kömürlerin ya kabul edilmemesi ya da ceza uygulamasına gidilerek fiyat indirimi yapılması gerekmektedir.

3. KÖMÜR ÖZELLİKLERİ ve PROTOKOL DEĞERLERİ

Termik santraller, özelliklerini sürekli koruyabilen kömürü temin edebilmek ve kömür akışında devamlılığı sağlayabilmek amacıyla kömür alımını sözleşmelerle/protokollerle yapmaktadır. Bu sözleşmelerde kömürün öngörülen kalite ve sınırları, sözleşme teknik değerleri veya protokol değerleri olarak yaygın olarak adlandırılmaktadır. Bu değerler santralin mümkün olduğunca üst düzeyde bir verimlilikle çalışmasını sağlamak amacıyla belirlenirler.

Çizelge 1' de ülkemizde faaliyet gösteren bazı termik santrallerin protokol değerleri verilmektedir. Buradan anlaşılacağı üzere protokollerde santralde yakıt olarak kullanılacak kömürlerin özellikleri tanımlanırken tüvenan kömürün ısıl değeri, kül ve nem içerikleri ile bunların alt ve üst sınır değerleri belirtilmiştir.

Ülkemizde her bir santrale özgü Çizelge 1'de verildiği gibi çeşitli teknik sınırlamalar bulunmakla birlikte, termik santral işletmeciliğinde kömür kalitesinden kaynaklanan çeşitli olumsuzlukların yaşandığı sıkça dile getirilmektedir. Bu nedenle temin edilen kömürlere ilişkin özelliklerin verilen limitler içerisinde olup olmadığını araştırmak üzere bazı termik santrallerden çeşitli dönemleri içeren aylık veriler toplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. Bazı termik santrallerin kömür işletmeleri ile yapılan protokol değerleri.

Santral Adı	Kalorilik Değer (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)
Orhaneli	2350±100	32	24
Seyitömer 1-3	1750±100	40	35
Soma I-IV	2200(+200-100)	21	32
Soma V-VI	1550+100	18,8	52
Soma VII-VIII	3 500(+100-700)	22	27
Tunçbilek B	2350±200	24	42
Yatağan I- II	2000±100	36	20
Yeniköy	1700±100	33+1	29±1

Çizelge 2. Bazı termik santrallerden temin edilen veriler ve protokol değerleri (Elevli, 2003).

Termik Santralin Adı	Zaman Periyodu	Veri Adedi		Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)
Orhaneli	01.1997- 2000	45	Ortalama	2218,91	30,01	28,06
			Protokol Değ.	2350±100	32	24
Seyitömer I-III	01.1998- 11.2001	47	Ortalama	1683,83	32,43	34,32
			Protokol Değ.	1750±100	40	35
Soma I-IV	01.1997- 2000	58	Ortalama	2222,2	16,61	47,00
			Protokol Değ.	2200 (+200-100)	21	32
Soma V-VI	01.1997- 10.2001	58	Ortalama	1688	19,69	53,69
			Protokol Değ.	1550+100	18,8	52
Soma VII-VIII	01.1997- 10.2001	58	Ortalama	3508,97	18,29	25,29
			Protokol Değ.	3500 (+100-700)	22	27
Tunçbilek B	01.1998- 12.2001	48	Ortalama	2379,65	15,91	49,12
			Protokol Değ.	2350±200	24	42
Yatağan I-II	01.1999- 10.2001	34	Ortalama	1976,74	36,11	24,90
			Protokol Değ.	2000+100	36	20
Yeniköy	01.1998- 12.2000	36	Ortalama	1563,81	48,42	25,47
			Protokol Değ.	1700+100	33±1	29±1

Çizelge 2'de görüldüğü üzere protokol değerleri ile kolay karşılaştırabilmek bakımından kalorifik değer, nem içeriği ve kül içeriği değerlerinin ortalamaları alınmıştır. Burada toplu bir şekilde sunulan değerler incelendiğinde aşağıdaki hususlar ön plana çıkmaktadır.

- > Soma V-VI ve Yeniköy Termik Santralleri dışındaki santraller için kalorifik değer belirtilen limitler içerisinde yer almıştır. Sözü edilen santrallerde ise sapma miktarı 35-40 kcal/kg mertebesindedir.
- > Nem içeriği, Yatağan I-II Termik Santralinde belirtilen limite en yakın değeri almakla birlikte, diğer santrallerde önemli farklılıklar göstermektedir.
- > Benzer şekilde kül içeriği Seyitömer I-III Termik Santrali dışındaki santrallerde limit değerlerden önemli ölçüde saptmıştır.

4. KÖMÜR ÖZELLİKLERİ ve KÖMÜR FİYATLARI

Yukarıdaki bölümlerde değinildiği üzere termik santral işletmeciliğinde kömüre ait kalorifik değer, nem içeriği ve kül içeriği özellikleri verimlilik üzerinde ciddi etkilere sahip bulunmaktadır. Bu nedenle bu özelliklerin termik santrallerle kömür işletmeleri arasında kömür fiyatları üzerine yapılan pazarlıklarda ağırlıklı bir etkiye sahip olması beklenen bir durumdur. Teorik olarak, potansiyel etkileri nedeniyle söz konusu özelliklerden kalorifik değer kömür fiyatları ile pozitif yönde, nem içeriği ve kül içeriği ise negatif yönde etkileşim içerisinde olacaktır.

Bu özelliklerin uygulamada kömür fiyatları üzerindeki etkilerini incelemek üzere Çizelge 2'de sıralanan santrallerden aynı zaman dilimini kapsayacak şekilde aylık kömür fiyatları verileri elde edilmiştir. Nominal fiyatlar (cari fiyatlar) o günkü kurdan Amerikan Dolarına çevrilmiş ve daha sonra ABD Tüketici Fiyat Endeksi (1982-1984=100) kullanılmak suretiyle reelleştirilmiştir.

Kömür fiyatları ve ilgili özellikler arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek için korelasyon analizinden faydalanılmıştır. Bilindiği üzere korelasyon, iki veya daha fazla sayıda bağımsız değişkenin bağımlı değişkenle olan ilişkisini gösterir, ilişkinin derecesi oransal bir ölçü olan korelasyon katsayısı (R) ile belirtilir ve korelasyon katsayısı $-1 < R < 1$ aralığında yer alır. Değişkenler arasındaki ilişki kuvvetlendikçe ± 1 , zayıfladıkça 0'a yaklaşan bir korelasyon katsayısı elde edilir.

Çizelge 3'te kömür fiyatları ve ilgili kömür özellikleri için korelasyon katsayıları verilmektedir. Bu değerler incelendiğinde aşağıdaki hususlar ön plana çıkmaktadır.

- > Kalorifik değer ve kömür fiyatı arasında en güçlü ve beklenen yöndeki ilişkiler Orhaneli ve Tunçbilek B Termik Santrallerinde çıkmıştır. Bu santraller için korelasyon katsayıları sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Bununla birlikte diğer santrallerde ilişki ya çok zayıf ya da beklenenin aksi yönündedir.
- > Nem içeriği ve kömür fiyatı ilişkisinde ise yalnızca Yatağan I-II Termik Santrali için istatistiksel bakımdan anlamlı ve beklenen yönde bir ilişki söz konusudur.
- > Kül içeriğinde Orhaneli, Seyitömer I-III ve Tunçbilek B Termik Santralleri için ortaya çıkan ilişkiler beklenen yöndedir. Bu santrallerde korelasyon katsayılarının tümü %1 seviyesinde istatistiksel bakımdan anlamlıdır. Diğer santrallerde ise benzer şekilde ilişki ya çok zayıf ya da aksi yöndedir.

Çizelge 3. Korelasyon katsayıları (Elevli, 2003).

Termik Santralin Adı	Kalori (kcal/kg)	Nem (%)	Kül (%)	Korelasyon Katsayısı (R)
Orhaneli	0,914*	0,530**	-0,781**	
Seyitömer I-III	0,205	0,461**	-0,540**	
Soma I-IV	-0,364**	-0,139	0,194	
Soma V-VI	0,030	0,242	-0,030	
Soma VII-VIH	-0,607**	0,048	0,646**	
Tunçbilek B	0,519**	0,434**	-0,596**	
Yatağan I-II	-0,454**	-0,420*	0,350*	
Yeniköy	0,182	0,165	-0,138	

*0,05, **0,01 seviyesinde korelasyon anlamlı

5. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında yapılan incelemeler neticesinde aşağıdaki düşünceler hasıl olmuştur.

- > Termik santrallerin kömür alımlarında protokol değerleri ile gerçek değerler arasında kalorifik değer dışındaki özellikler için önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Ülkemizde termik santraller yeterli rezervi bulunan kömür sahalarının yakınında tesis edildiklerinden dolayı, bu durum başlangıçta yapılan planlamalarda hata yapılmış olabileceğini akla getirmektedir. Nitekim muhtemel hatalar, yatağın özelliklerinin tespiti veya santralin tasarımı ile ilgili olabilir gözükmektedir.
- > Protokollerde yer alan kömür özelliklerinin kömür fiyatları üzerinde beklenen istikametteki etkileri sınırlı düzeyde kalmıştır. Buradan kömür fiyatlandırmasında söz konusu özelliklerin etkili parametreler olarak yeterince değerlendirilmediği ve başka hususların dikkate alınmış olduğu anlaşılmaktadır.

Ülkemizin enerji alanındaki kıt kaynaklarının rasyonel bir şekilde değerlendirilebilmesi açısından aşağıdaki öneriler dikkate alınabilir gözükmektedir.

- > Termik santrallerde, kömür özellikleri nedeniyle yaşanan/ yaşanabilecek verimlilik azalmalarına engel olabilmek için, kömür yatağının özelliklerinin belki de yeniden daha hassas bir şekilde tespit edilerek, belirli bir üretim planlaması çerçevesinde istenen özelliklere sahip kömürlerin santrallere arzı sağlanabilecektir.
- > Yeniden yapılan değerlendirmelerde kömür özelliklerinin santral değerleri ile uyumlu olmadığının anlaşılması durumunda, başka kaynaklardan kömür alımı ve harmanlama imkanlarının araştırılması uygun olabilir gözükmektedir.
- > Kömür fiyatlarının diğer önemli parametrelerle birlikte mutlaka kalorifik değer, nem içeriği ve kül içeriği özelliklerini dikkate alacak şekilde belirlenmesi, hem alıcı hem de satıcı tarafını memnun edecektir.

6. KAYNAKLAR

Aslan, H. (1996) Kömüre Dayalı Termik Elektrik Santrallerinde Verim ve Kapasite Kullanım Oranı Düşüklüğünün Nedenleri ve Bunların Yükseltmeleri için Alınması Gerekli Tedbirler. *Türkiye Enerji Sempozyumu*, s.143-159

Elevli, S. (2003) Termik Santrallerde Kömür Fiyatlarının Analizi ve Fiyatlandırma Modellerinin Geliştirilmesi. *Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas*

EU AS (2003) www.euas.gov.tr

IE A (1999) Key World Energy Statistics

TKİ (2002) www.tki.gov.tr

