

*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*

## **KÖMÜR ÖZELLİĞİ DEĞİŞİMİNİN TERMİK SANTRAL VERİMİNE ETKİSİ**

### **THE EFFECT OF VARIATION IN COAL PROPERTIES ON THE THERMAL POWER PLANT EFFICIENCY**

**Uğur TEKİR**, *DEU, Muh Fak, Maden Muh Bol, İzmir*  
**Mevlüt KEMAL**, *Vedat ARSLAN DEU, Muh Fak, Maden Muh Bol, İzmir*

#### **ÖZET**

Termik santralin işletme döneminde santrale verilen kömür özelliklerinin, santralin tasarımına esas kömür özelliklerinden farklı olması, işletme şartlarının bozulmasına, üretim kayıplarına, teknik, ekonomik ve çevresel etkiler bakımından olumsuz koşulların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır.

Termik santrale beslenen kömür kalitesinin yani ısı değerinin kısa zaman aralıklarında sık sık değişmesi, yük stabilitesinin bozulmasına ve termik santral kazanlarında ritim bozukluğuna neden olmaktadır.

#### **ABSTRACT**

The difference between the qualities of the coal given during the process period of the coal based thermal power and the qualities of those the design of the plant requires causes deprivation in process conditions, production loss, economical and environmental conditions.

Because of the frequent changes in coal quality fed to the coal power plant; namely, heat value causes deprivation in stabilization and inconsistent rhythm in thermal plants.

## 1. GİRİŞ

Termik santrallerin işletme döneminde santrale verilen kömür özelliklerinin, santral dizaynı için esas alınan kömür özelliklerinden farklı olması; santralin düşük yükte çalışmasına, yedek tesisleri devreye alma zorunluluğunun olmasına, teçhizat kapasitelerinin yetersiz kalmasına, elektrofiltrelerin kül yükünün artmasına, yanma odası sıcaklığının yükselmesine veya düşmesine, baca gazı çığlaşma noktasının değişmesine, baca gazı kükürt oksit konsantrasyonlarının artmasına vb. gibi istenmeyen olumsuzluklara yol açmaktadır (Taştekin, 2002).

Kömürün fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişiminden dolayı oluşan olumsuzlukları gidermek için santralde kullanılacak olan kömürü, kömür park sahasında harmanlama ve homojenizasyon işlemine tabi tutmak gerekir. Harmanlama ve homojenizasyon işlemi ile kömürün ortalama ısıl değerinin santralin dizayn değerine yakın tutulması hedeflenmektedir (Yıldır, 1995).

Yakıt harmanlama ve homojenizasyon işlemi, kömür yatağındaki kömürün; kalite parametrelerinin tespiti ile başlayıp, santral kazanlarına beslenmesine kadar olan süreci kapsamaktadır. Bu süreç; bir kömür hazırlama işlemler dizisi olarak kabul edilmeli ve kullanılacak prosesler (açık ocak planlaması, maden makinaları, stoklama yöntemleri, nakliyat sistemleri vb.) ile diğer işletme koşulları bir proje bütünlüğü içinde belirlenmelidir (Taştekin, 2002).

Bu yaklaşımla hem santrale verilen kömürün kalitesi kontrol altında tutularak kömürün, santralin dizayn değerine uygunluğu sağlanacak hem de en düşük vasıflı kömür katmanları değerlendirilerek kömür varlığının israf ve tahribine meydan verilmeyecektir.

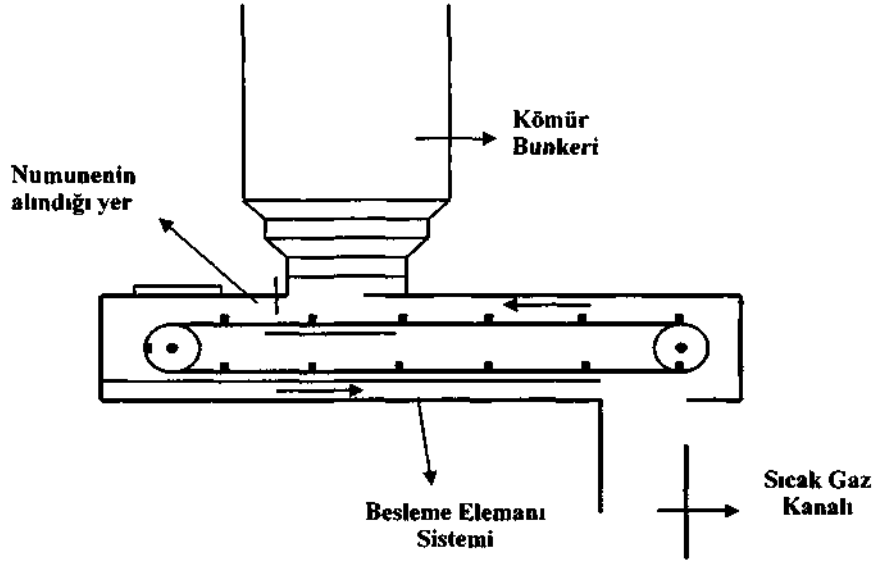
Bu çalışmada, Soma-B Termik Santrali 5. ünitesinin bunker çıkışlarından alınan kömür numunelerine kül, nem ve kalori analizi yapılarak, elde edilen analiz değerleri ve santral işletim parametreleri ile santralin nominal gücü olan 165 M W için kazan içerisine verilmesi gereken ısı miktarının tespiti ve verim değerlendirilmesi yapılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1 Yöntem

Soma-B termik santralında elektrik üretiminin gerçekleştirildiği 6 ünite bulunmaktadır. Yapılacak olan bir aylık verimlilik ölçümleri sırasında aksama olmaması için düzenli çalışan ve ünitenin devre dışı kalmasının az olduğu 5. ünite seçilmiştir.

Kömür stok sahasından bant nakliyatı ile 5. üniteye ait bunker binasına giren kömürler, hangi bunkerin içinde malzeme miktarı az ise onun içerisine aktarılır. Bunker içerisine dökülen kömürler, besleme elemanından sıcak gaz kanalına kömürler aktarıldıkça, bunker çıkışına doğru yol alırlar. Besleme elemanının görevi, sıcak gaz kanalından değirmene aktarılan kömür miktarının düzenli olmasını sağlamaktır (Şekil 1).



Şekil 1. Bunkerden kömürü dozajlayarak değirmene aktaran besleme elemanı sistemi.

Deneysel çalışmalar kapsamında; termik santralin işletilmesi esnasında, bir vardiya (8-16 vardiyası) boyunca her saat başında (9:00-10:00-11:00-13:00-14.00-15.00) 5. ünitenin 6 farklı bunker çıkışından (Şekil 1) alınan numuneler bir kap içinde biriktirildikten sonra numune azaltma yöntemlerinden dörtleme metodu kullanılarak azaltılıp torbalanmıştır.

Numune alma işlemi esnasındaki işletme parametrelerinden; 5. ünitenin elektrik üretim miktarı (MWh), besleme elemanlarından değirmenlere oradan da kazana aktarılan kömür miktarlarını tespit edebilmek için her bir besleme elemanının çalışma %'leri, kumanda odasındaki panolardan kaydedilmiştir.

Torbalanan numuneler, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği bölümüne getirilmiştir. Cevher hazırlama laboratuvarında 2 mm altına kırılan numunelerden temsili olarak alınan 500-600 g numune 25 °C'de havada kuruması için bekletilmiştir.

Numunelere Kimya Laboratuvarında kül, nem ve kalori analizleri yapmak için, havanın nemiyile dengeye gelen kömürden numune alma yöntemiyle alınan yaklaşık 100 g numune halkalı değirmende öğütülmüştür. Yapılan analizler sonucunda, elde edilen kömürün havada kuru yüzdesi, havada kuru kül yüzdesi, higroskopik nem yüzdesi, havada kuru üst ısıl verileri kullanılarak almış olduğumuz numunelerin orjinal bazdaki kül, nem ve alt ısıl değerlerine hesapla ulaşılmıştır.

5. ünitenin 165 MWh elektrik enerjisi üretebilmesi için kazan içerisine saniyede verilmesi gereken maksimum ve minimum ısı miktarlarını tespit etmek amacıyla hesapla bulmuş olduğumuz numunelerin orjinal baz alt ısıl değerleri ile kazana saniyede verilen kömür miktarı çarpılmıştır.

Verim değerlerini hesaplamak amacıyla, kcal ile enerji birimleri arasındaki ilişki araştırılıp, jeneratör çıkışından 1 kwh'lik enerji elde edebilmek için ne kadar kalorinin kazana verildiği hesaplanarak verim değerlerine ulaşılmıştır.

## 2.2 Verilerin Değerlendirilmesi

4 hafta boyunca 8-16 vardiyasında her saat başında bir adet olmak üzere günde 6, haftada 30, toplam 120 adet numunenin analiz sonuçları içeren, işletme parametrelerinden; kazanda saatte yakılan kömür miktarları ve saatte üretilen elektrik miktarlarını gösteren Çizelgeler hazırlanmıştır. Örnek olarak, Çizelge 2 ve 3'te 5. ünitenin maksimum ve minimum verim değerlerinin elde edildiği 2. Haftanın 4. ve 5. Gününde alınan kömür numunelerinin kimyasal analiz değerleri, kazanda saatte yakılan kömür miktarları ve üretilen elektrik miktarları verilmektedir.

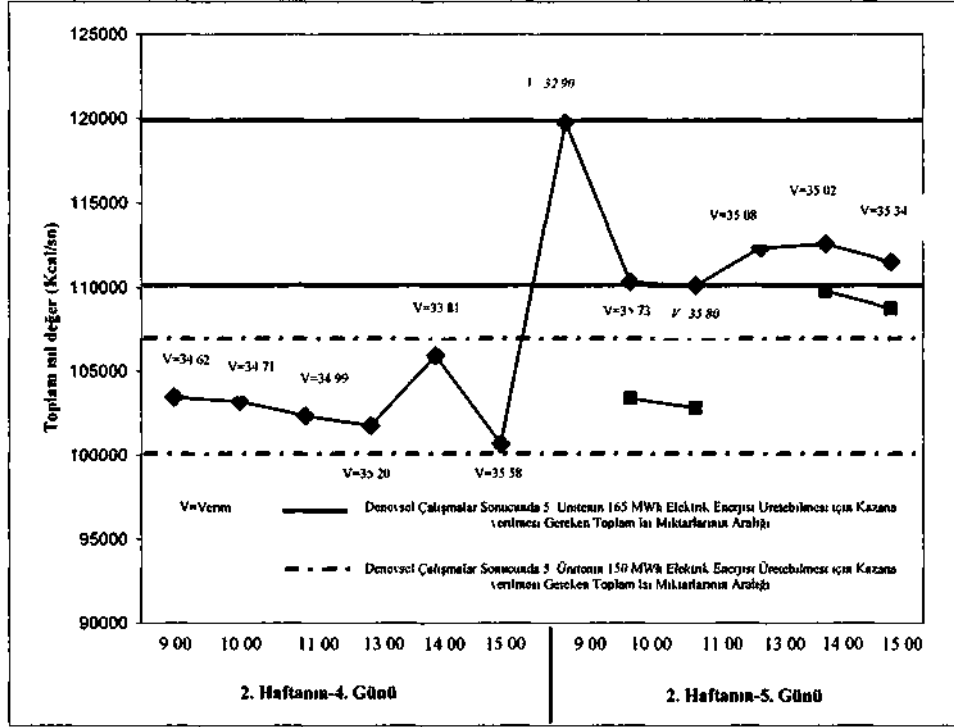
Çizelge 2. "2. Haftanın 4. gününde" alınan kömür numunelerinin kimyasal analiz değerleri, yakılan kömür (ton/saat) ve üretilen elektrik (MWh) miktarları.

2 Haftanın 4. Günü							
Numunelerin Alındığı Saatler		9:00	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00
Kömür özelliği	Orjinal baz nem %	17,55	17,72	17,82	17,90	17,92	17,96
	Orjinal baz kül %	41,80	41,78	41,85	42,01	42,08	43,91
	Orjinal baz alt ısı (Kcal/kg)	2079	2074	2057	2045	2034	1933
Yakılan kömür miktarı (Ton/Saat)		179,195	179,195	179,195	179,195	187,557	187,557
MWh		150	150	150	150	150	150

Çizelge 3. "2. Haftanın 5. gününde" alınan kömür numunelerinin kimyasal analiz değerleri, yakılan kömür (ton/saat) ve üretilen elektrik (MWh) miktarları.

2. Haftanın 5. Günü							
Numunelerin Alındığı Saatler		9:00	10:00	11:00	13:00	14:00	15:00
Kömür özelliği	Orjinal baz nem %	17,77	17,99	18,02	18,09	18,22	18,30
	Orjinal baz kül %	39,19	49,37	49,44	49,43	50,25	50,27
	Orjinal baz alt ısı	2197	1644	1636	1633	1596	1581
Yakılan kömür miktarı (Ton/Saat)		196,273	226,381	226,381	247,641	247,641	247,641
MWh		165	165	165	165	165	165

Şekil 1'de, 2. Haftanın 4. ve 5. gününde alınan kömür numunelerinin orjinal baz alt ısı değerleri ile kazanda yakılan kömür miktarlarının (kg/sn) çarpımından elde edilen toplam ısı miktarları ve hesapla bulunan verim değerleri verilmektedir.

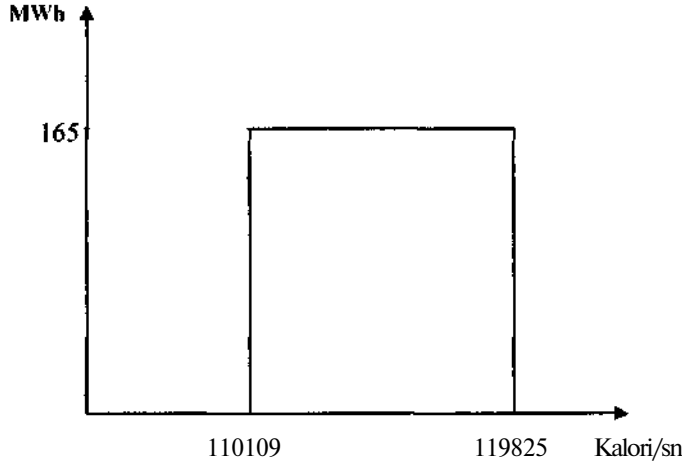


Şekil 1. "2. Haftanın-4. gününde" ve "2. Haftanın-5. gününde" alınan numunelerin ısı değerleri ile kazanda yakılan kömür miktarlarının (kg/sn) çarpımından elde edilen toplam ısı miktarları ve hesapla bulunan verim değerleri.

Sistemin 165 MWh elektrik üretebilmesi için saniyede kazan içerisinde olması gereken ısı miktarı; analiz sonuçlarından elde ettiğimiz kömürün Orijinal baz alt ısı değeri ile saniyede kazan içerisine yakıcı ağızlarından püskürtülen kömür miktarının çarpımı ile elde edilmiştir.

Aylık verimlilik çalışması kapsamında alınan 120 adet verinin değerlendirilmesi sonucunda, 5. ünitenin 165 MWh elektrik üretimi için kazana saniyede verilmesi gereken toplam ısı miktarının minimum ve maksimum değerleri Şekil 2'de verilmektedir.

Verimlilik çalışmaları sonucunda termik santral ünite veriminin %40 olduğu tespit edilirse; 1 kwh elektrik üretimi için  $860 / 0,40 = 2150$  kcal'lik kömür kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bu durumda ancak 2150 kcal'lik bir yakıtla jeneratör çıkışından 1 kwh enerji elde edilebilir (Heper, 1990).



Şekil 2. 5. ünitenin 165 MWh elektrik enerjisi üretebilmesi için kazan içerisine saniyede verilmesi gereken maksimum ve minimum ısı miktarları.

Şekil 2.'de, 165 MWh'lık elektrik enerjisi üretimi için kazan içerisine verilmesi gereken ısı miktarının minimum 110109 kcal/sn olduğu durumda;  $(110109 \times 3600) / 165,000 = 2402$  kcal/kg'lık kömürün, ısı miktarının maksimum 119825 kcal/sn olduğu durumda ise;  $(119825 \times 3600) / 165,000 = 2614$  kcal/kg'lık kömürün kazanda yakılması sonucunda 1 kwh'lık elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu iki durum için elde edilecek verimler ise, sırasıyla %35,8 ve %32,9 olmaktadır.

Yukarıda tespit edilen verim değerleri santralin, 2402 kcal'lık ısı karşılığı 1 kwh elektrik enerjisi elde edilecek şekilde dizayn edildiğini veya maksimal bu verimde çalıştırılabildiğini göstermektedir.

Diğer taraftan santralin verimi sürekli değişmekte ve yukarıda da verildiği gibi, %35,8 ile %32,9 arasında oynamaktadır. Verimdeki bu oynamanın nedeni kömürün kazana homojen olarak beslenmemesinden kaynaklanmaktadır. 165 MWh elektrik üretilmesi için kazana belirli ısı kapasitesi olan kömür beslenmesi şarttır. Aksi halde elektrik üretim miktarı düşecektir.

Kazan dizayn değerlerinden daha yüksek kalitede kömürlerin kazan içerisine alınması sonucu elektrik üretimi için gerekli olan buhar basıncının özellikleri limitlerin dışına çıkmakta ve oluşan buharın bir kısmı iş gördürülmeden kondanseye yönlendirilmektedir. Bunun sonucu olarak sistemde verim kaybı meydana gelmektedir.

Kömür kalitesinin yani ısı değerinin kısa zaman aralıklarında değişmesi sonucu, kazan içerisinde oluşan alev boyunun stabil kalabilmesi için ve elektrik üretim miktarında herhangi bir düşüşe gidilmemesi için kumanda odasındaki operatörler kazan içerisine ilave yakıt olarak fueloil almaktadırlar. Kaç tane yakıcıyı devrede olduğu ve saniyede kaç kg ilave yakıtın kazan içerisine verildiği kumanda odasındaki panolardan okunabilmektedir. Sisteme ilave yakıt olarak fuel-oil alınması işletme maliyetini arttırmaktadır (Yıldır, 1996).

Örneğin; Çizelge 3'de, 2. haftanın 5. gününde alınan numunelerin (Saat 9 00-Saat 10:00) Orjinal baz alt ısı değerlerinin bir saat içerisinde 2197 kcal/kg'dan, 1644 kcal/kg'a düştüğü görülmektedir. Böyle bir durumda, üretilen elektrik miktarını istenilen seviyede tutabilmek için kazana püskürtülen ilave yakıtın sisteme kazandırdığı ısı miktarı, kazana verilen ilave yakıtın miktarına bağlı olarak kumanda odasındaki panolardan okunup alınan numunenin orjinal baz ısı değerine eklenmiştir. Hesapla bulunan bu değer daha sonra kazanda saatte yakılan kömür miktarı ile çarpılarak kazan verilen ısı miktarı tespit edilmiştir.

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Soma-B termik santralında yapılan çalışmalar sonucunda; 165 MWh'lık elektrik enerjisi üretimi için kazan içerisine verilmesi gereken ısı miktarının minimum 110109 kcal/sn olduğu durumda;  $(110109 \times 3600) / 165,000 = 2402$  kcal/kg'lık kömürün, ısı miktarının maksimum 119825 kcal/sn olduğu durumda ise;  $(119825 \times 3600) / 165,000 = 2614$  kcal/kg'lık kömürün kazanda yakılması sonucunda 1 kwh'lik elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu iki durum için elde edilecek verimler ise, sırasıyla %35,8 ve %32,9 olmaktadır.

Yukarıda tespit edilen verim değerleri santralin, 2402 kcal'lık ısı karşılığı 1 kwh elektrik enerjisi elde edilecek şekilde dizayn edildiğini veya maksimal bu verimde çalıştırılabildiğini göstermektedir. Bu verim günümüz termik santral verimleri için çok düşüktür. Zira, ülkemizde son zamanlarda inşa edilen termik santraller, 2100 kcal'lık ısı enerjisinden 1 kwh elektrik enerjisi elde edilecek, yani %40,9 verimle çalışacak şekilde dizayn edilmektedir. Arada  $(40,9 - 35,8 = 5,1)$  %5,1'lik verim farkı meydana gelmektedir. Örneğin; santral 165 MW yükte ve %40,9 verimle 5000 saat çalıştırıldığında kömür ortalama ısı dizayn değerinde 1.117.741 ton/yıl kömür yakılacaktır, incelenen ünitenin maksimal verimi olan %35,8 verimde 1.278.484 ton/yıl kömür ve en düşük verim olan %32,9 ile ise, 1.390.790 ton/yıl kömüre ihtiyaç olacaktır. Buna göre, Soma-B termik santrali tespit edilen maksimum verimde çalıştığında bile, günümüzde standart hale gelen %40 civarında bir verimle çalışan santrale göre çok düşük verimle çalışmaktadır.

Çizelge 3. Termik santralde farklı verimlerde yıllık kömür gereksinimleri (ton/yıl).

Santral net verimi %	Yıllık 5000 saat 165 MW elektrik üretimi için 1550 kcal/kg ısı değerli kömür gereksinimi (ton/yıl)	Artış Miktarı %	Artan Miktar (ton/yıl)
40,9	1.117.741	100	-
35,8	1.278.484	114,4	160.743
32,9	1.390.790	124,4	273.049

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, santral verimi %40,9'dan %35,8'e düştüğünde %14,4 daha fazla ve %32,9'a düştüğünde ise, %24,4 daha fazla kömür yakılmaktadır. Bu demektir ki, santral yenilerek ve kömür homojenizasyonu sağlanarak verim %40,9'a çıkarıldığında, bugünkü maksimum verimle çalışmaya göre, %14,4 minimum verime göre ise %24,4 daha fazla elektrik elde edilecektir.

Diğer taraftan santralin verimi sürekli değişmekte ve yukarıda da verildiği gibi, %35,8 ile %32,9 arasında oynamaktadır. Verimdeki bu oynamanın nedeni kömürün kazana homojen olarak beslenmemesinden kaynaklanmaktadır.

Soma-B termik santralının 5. ve 6. ünitelerini besleyen Deniz kömür havzasının düşük kalorili linyitleri açık ocakta damardan damara kalite farklılığı göstermektedir. Açık ocaktan üretilen kömürler bant nakliyatı ile termik santrale ait kömür hazırlama ünitesine gelmektedir. Kömür hazırlama ünitesinde kırma eleme işleminden geçen kömürler kömür harman sahasında nokta dökümü şeklinde stoklanmaktadır. Kömürler stoklandığı şekliyle tekrar geri yüklenerek termik santral kazanlarına beslenmektedir (Soma-B Termik Santral Tanıtım Kitapçığı, 1998)

Santrala homojen özelliğe sahip kömürlerin beslenebilmesi için kömür yatağındaki kömürün; kalite parametrelerinin tespiti ile başlayan, santral kazanlarına beslenmesine kadar olan süreci kapsayan bir planlamanın yapılması gerekir. Bu planlama bir kömür hazırlama işlemler dizisi olarak kabul edilmeli ve kullanılacak olan prosesler (açık ocak planlaması, maden makinaları, nakliyat sistemleri, harmanlama-homojenizasyon yöntemleri, stoklama yöntemleri, kırma ve eleme işlemleri) ile diğer işletme koşullarını kapsamaktadır. Böyle bir planlama ile, hem santrala verilen kömürün kalorisi kontrol altında tutularak kömürün, santralin dizayn değerine uygunluğu sağlanacak, hem de Soma-B termik santralında tespit edilen maksimum verim olan %35,8'e yaklaşmak mümkün olacaktır.

#### 4. KAYNAKLAR

**Heper, Y.** (1990) *Buhar Santralleri*, Türkiye Elektrik Kurumu Eğitim Dairesi Başkanlığı, Ankara, 368 s.

**Soma-B Termik Santral Tanıtım Kitapçığı.** (1998) SEAŞ Genel Müdürlüğü, 17 s.

**Taştekin, C.** (2002) Kömüre Dayalı Santrallede Yakıt Homojenizasyonu, *Madencilik Bülteni*, s. 30-31.

**Yıldır, S. Y.** (1995) *Yanma*, TEAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No: 29, 39 s.

**Yıldır, S. Y.** (1996) *Kazanlarda Yakıt Analizleri*, TEAŞ Soma Elektrik Teknolojileri Geliştirme ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Yayın No: 39, 30 s.