

# LİNYİT İLE ÇALIŞAN ELEKTRİK ÜRETİM SANTRALLERİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLARIN ENERJİ VERİMLİLİĞİNE ETKİLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

<sup>1</sup>Yalçın ALCAN, <sup>2</sup>Ali ÖZTÜRK, <sup>3</sup> M. Kenan DÖŞOĞLU

<sup>1</sup>Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği ABD

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

<sup>3</sup>Düzce Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

can\_alcan@hotmail.com, aliozturk@duzce.edu.tr, kenandosoglu@duzce.edu.tr

## Özet:

Elektrik enerjisinin üretimi sürecinde, kayıplar en aza indirilerek enerji üretiminin sağlanması çok önemlidir. Bu çalışmada, ülkemizin en büyük kurulu güç değerine sahip bir termik santral olan Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali için enerji verimliliği çalışması yapılmıştır. Linyit yakıt ile çalışan santralin mevcut çalışma şartları dikkate alınmak sureti ile çevrim parametrelerinin enerji verimliliğine olan etkileri incelenmiştir. İnceleme sonucunda santralin daha verimli bir şekilde enerji üretimi gerçekleştirilmesi için, mevcut aksaklıklar tespit edilmiş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Termik Santral, Elektrik Enerjisi, Enerji Verimliliği

## Giriş

Ülkemizde her geçen gün enerjiye olan ihtiyacımız giderek artmakta, bunun yanında yerli kaynaklarımızla ürettiğimiz enerji, tükettiğimiz enerjiyi karşılayamadığı için ithal kaynaklara yönelim olmaktadır. Bunun için; kayıpların azaltılması, enerjinin daha tedbirli kullanılması, tasarruf tedbirlerinin artırılması, üretimde ve tüketimde verimlilik önem kazanmıştır. Ülkemizin son yıllardaki ekonomideki istikrarı ve gittikçe gelişen teknolojiyle dünyadaki birçok ülkenin önünde yerini almıştır. Türkiye giderek artan enerji ihtiyacında dışa bağımlılığı azaltacak ve güvenilir bir şekilde tüketilmesine olanak sağlayacak enerji kaynaklarından linyit kömürü haricinde önemli bir fosil yakıt rezervine sahip

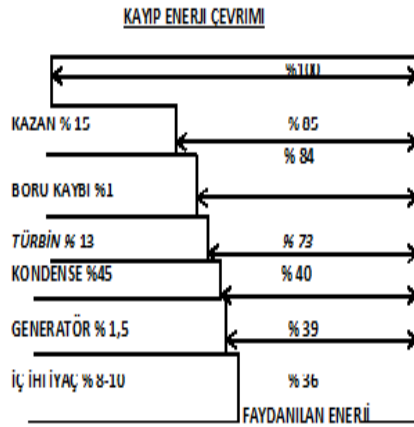
değildir. Bunun için enerji ihtiyacının karşılanmasında; gerek rezerv, gerekse ülke genelinde büyük veya küçük rezervler şeklinde yayılmış olduğundan linyit kömüründen faydalanmak zorunlu bir hal olmuştur. Geçmişte olduğu gibi günümüzde de çevresel etkileri gerekçesiyle sorgulanıp ihmal edilen linyit kömürleri; rezerv- üretim- tüketim aşamalarında daha verimli, daha temiz ve daha ekonomik bir şekilde yararlanabilmek için uygun teknolojilerin kullanılması ile enerji üretiminde yararlanılabilecek yerli kaynaktır [6]. Ülkemizde linyitler ve su potansiyelinden üretilen yerli enerji ilk sıradadır. Dünya linyit rezervinin yaklaşık %6'sı ülkemizde bulunmaktadır. Türkiye'nin toplam linyit rezervi 11,8 milyar ton seviyesinde olup işletilebilir rezerv miktarı ise 3,9 milyar ton düzeyinde bulunmaktadır. Fakat linyitlerimizin büyük kısmının kalorisiz olduğu ve düşük kalorili olduğu için termik santrallerde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada referans alınan Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali, Türkiye Kömür İşletmesine bağlı ve rezervi 4.350.1 milyar ton olup yıllık üretim kapasitesi 8.1 milyar kwh, yıllık kömür tüketimi 18 – 21 milyon tondur [7]. Ülkemiz linyit rezervinin yaklaşık %46 Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır [12]. Kömürün alt ısıl değeri 1100 kcal/kg olan linyit kömüründen 1 x 335 – 3 x 340 = 1355 MW 'lık toplamında kurulu gücü vardır. 1984 ' te ilk ünitenin işletmesine başlanmış olup 1987 yılında tamamı işletmeye açılmıştır [1]. Bugün itibarıyla 26 yılını doldurmuş Türkiye'nin en büyük kurulu güçlü termik santrali olmakla birlikte birçok sebepten dolayı kurulu gücünün çok altında çalışmaktadır. Mevcut kurulu santralde çevrim parametrelerinin

enerji verimliliğine etkisi, görülen aksaklıklar ve çözüm önerileri özet halinde aktararak, elimizdeki bu yerli kaynaktan ve ürettiğimiz enerjiden daha verimli bir şekilde faydalanabilmek amaçlanmıştır.

## Santrallarda Verimliliği Arttırıcı Çalışmalar ve Kazanımlar

Santrallerin, kurulum esnasındaki düşünülen güçlerinde çalışmalarını etki eden faktörler vardır. Bu faktörler yanmanın tam olmaması, kazandaki borulardaki patlaklar, türbin, kül sevkıyatı, su ve çevrimin yardımcı elemanlarında oluşan sorunlar olarak görülmektedir. Bu istenmeyen durumlar üretimde aksaklıklara ve verimin düşmesine neden olmaktadır. Şekil 1’de kayıp enerji çevrimini gösterilmiştir.

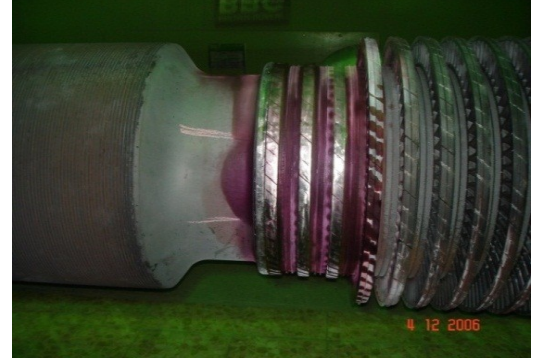


Şekil 1 : Kayıp Enerji Çevrimi [1].

Enerji verimliliği: Üretimden tüketim aşamasına kadar tüm safhalarda kaynaklarımızdan yüksek bir şekilde faydalanabilmektir. Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali incelenerek enerji verimliliğine etki eden sorunlar ve çözüm önerilerine alt başlıklar şeklinde değinilmiştir.

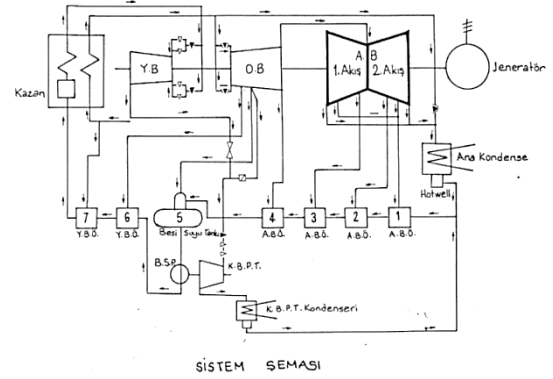
### 1. Türbinden kaynaklı enerji kayıpları

- Taze buhar sıcaklığı ve basıncı,
- Tekrar kızdırıcı sıcaklığı ve basınç kaybı,
- Alçak basınç çıkış basıncı,
- Soğutma suyu debisi ve basıncı,



Şekil 2: Yüksek basınç türbininde kesilen kanatların görünümü [1]

Şekil 2’de görüldüğü gibi zamanla türbin kanatlarında aşınmalar ve çatlaklar meydana gelmektedir. Referans alınan Afşin- Elbistan (A) Termik Santralinde yüksek basınç türbininde meydana gelen çatlak tıraşlanarak giderilmiştir. Bu da verim düşüklüğüne sebep olmaktadır.



Şekil 3 : Termik santrale ait buhar akış şeması [1].

Kazanda ısıtılan sudan elde edilen buharın tüm işlemlerden sonra yoğunlaşmış olarak kondenseye gelmektedir. Soğuk su vasıtasıyla yoğunlaşan buharın ısı 39 °C dir. Bu buhar tekrardan kullanılmak üzere pompalar yardımıyla 4 adet olan Alçak Basınç ısıtıcılarında her kademe de ısı değeri artarak 150 °C ‘ye ulaşmaktadır. Buradan kazan besleme suyu tankında sıcak buhar verilerek 180 °C ısıyı çıkarttırılıyor. Daha sonra yine pompalarla Yüksek Basınç ısıtıcılarına gönderilen su 230-240 °C çıkmaktadır. Geri beslemeli sistemden kazana gönderilerek çevrim başlatılıyor. Referans alınan santralde yüksek basınç ısıtıcılarının tüm ünitelerde çalışmamaktadır. Kazana geri çevrimde gönderilen suyun ısını düşürmektedir. Buda kazanda ekstra bir yük ve fazla yakıt yakılmasına sebep olmaktadır. Kazan içerisindeki borularda curuflaşma oluşturmakta, ısının daha az iletimine neden olmaktadır.

## Elektrik motorlarından kaynaklı enerji kayıpları

Santrallerin iç ihtiyacını artıran, enerjinin üretimine başlamadan ve üretim esnasında, 6 KV ile çalışan değirmen(öğütücü), kömürün taşınması, yanmış kömürün (kül) taşınması, suyun temini, taze hava, taşıyıcı hava, baca gazı arıtma, fan motorları ve santralin her yerinde kullanılan elektrik motorlarının, periyodik olarak bakımlarının yapılması, arızaların kısa sürede giderilmesi bu motorlardan kaynaklı üretim aksaklığını ve iç ihtiyacı azaltıcı önlemlerdir [2]. Ayrıca devamlı çalışmayan ya da sürekli tam yükte çalışmayan, taşıyıcı sistemlerdeki elektrik motorlarında frekans kontrolü ile hız ve güç kontrolünün sağlanması, bu motorlardan oluşabilecek kayıpları azaltarak iç tüketime ve santralin devreye almak için hazır durumda oluşuna olumlu etki yapacaktır [3].

Santrallerdeki bakım servislerince sadece arıza esnasında bakım yapılmanın dışında, düzenli ve programlı bir şekilde yapılan koruyucu bakımlarının motorlar üzerinde olumlu etkisi olmakla birlikte, bunlarında bilinçli bir şekilde çalıştırılması ile daha uzun vadede üretim devamlılığı sağlanacaktır.

### 1. Ölçme ve kontrol sistemlerinden kaynaklı enerji kayıpları

Elektrik-elektronik teknolojisinde elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi oldukça önemlidir. Santrallerde elektrik enerjisinin verimli bir şekilde kullanılması, çalışan cihazların çalışma şekli ve çalışma devamlılığı kadar çalışma güvenliği ve çıkabilecek muhtemel arızaların önlenmesi çok önemlidir [2].

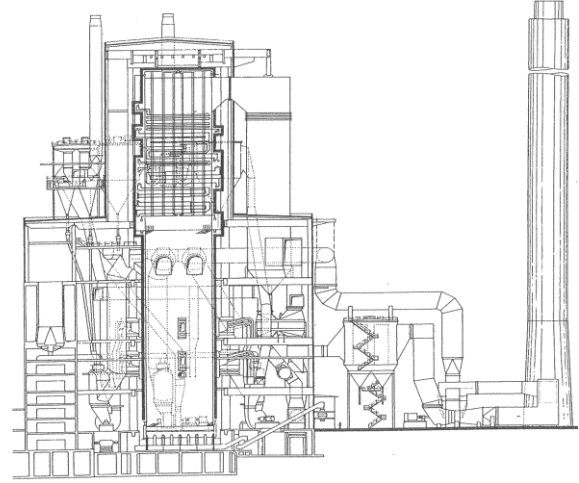
Bunun içinde elektrikli cihazların uygun şekilde çalıştırılması gerekmektedir. Bu durum elektrik enerjisine ait büyüklüklerin hatasız, doğru ve tekniğine uygun ölçümünü gerektirmektedir. Elektriksel büyüklüklerin ölçülmesi ve doğru olarak değerlendirilmesi sistemin doğru ve güvenli olarak çalışma kontrolünü, hata tespiti yapmayı, oluşabilecek arızalara karşı hazırlıklı olmayı sağlayacaktır [11].

Elektrik enerjisi üretiminde kullanılan tüm sistemlerle ilgili gözlem, ölçüm, kontrol ve gerektiğinde müdahale santral kumanda odalarından yapılmaktadır. Kumanda odalarında bulunan bu cihazların düzenli çalışması için DA (Doğru Akım) gerekmektedir. Bunun için

santrallerde bulunan redresörlerin periyodik olarak bakımları yapılması bu açıdan önemlidir.

### 4. Kazanda oluşan enerji kayıpları

Afşin-Elbistan (A) Termik santralinde kullanılan kömürün nem miktarı %50-64 arasında değişmektedir. Bu oran yanmayı bozacak büyüklüktedir. Kömürdeki bu yüksek nem oranını düşürmek için, santralde ek bir sistem kurulmuştur. Bu sisteme Brüden Sistemi denir [5]. Afşin-Elbistan Termik Santrali 1 x 335 – 3 x 340 = 1355 MW 'lık dört üniteden oluşmaktadır. Her ünite, tekrar kızdırıcı, ocağı vakumlu, linyit yakıtlı, cebri geçişli Benson tipi kazana sahiptir. Bu kazanın seçilmesindeki nedenler: Devreye alma ve devreden çıkarma sürelerinin kısa olması, basınçlarının yüksek olması, kazan içerisindeki boru patlaklarının kısa sürede giderilebilmesi, anlık yük değişimlerine karşı daha dayanıklı olması, basınç değişimlerinde kıvrımlı yüzeyler fazla olmadığından kazanın malzeme dayanımının olması, farklı ateşleme seçeneklerinin olması, yanma odasının büyük olması vb [9]. Afşin-Elbistan Termik Santralinde kazanın ön ısıtıcısı, buharlaştırıcı ve kızdırıcı bölümleri birbiri ardına sıralanmıştır.



Şekil 4: Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali Kazan Kesiti [8].

Santralde kullanılan linyitin ısı değerinin düşük olması ve bununla birlikte kazanda tam olarak yanmanın gerçekleşmemesi enerji kaybının oluşmasına neden olan bir büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır [6]. Şuan ki işletme şartlarında oluşan farklılıklardan dolayı kazanda kullanılan yakıt miktarı tasarım değerinden uzaklaşmıştır.

Ülkemizde kömürün ısı değerinin artırılması, kükürt ve kül yüzdelerinin giderilmesi üzerine yapılan farklı çalışmalar dikkate alınarak, her bir santral için uygun yakma işleminden önce

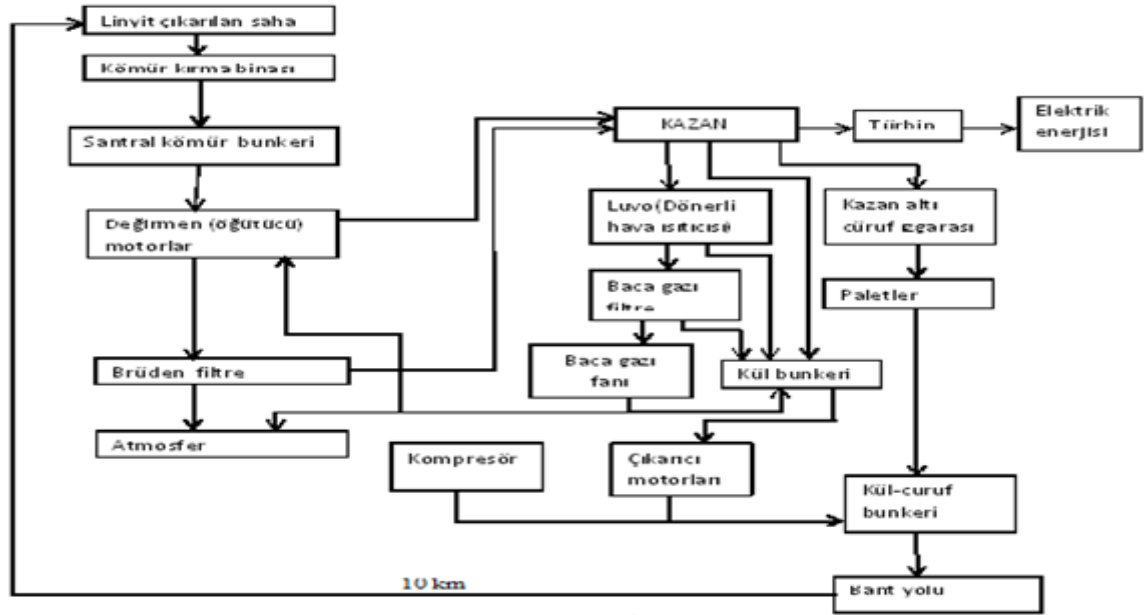
yıkama, toz haline getirme ve karıştırma çalışmalarından biri veya birkaçı yapılabilir. Referans alınan Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali yaklaşık olarak 30 yıla yakın süredir üretimdedir. Bu uzun süre zarfında kazan içerisindeki boruların gerek metal yorgunluğu, gerek kül-curuf sürtünmelerinden dolayı aşınmalar ve korozyonlardan dolayı sık sık boru patlakları meydana gelmektedir. Bu da yüksek yükte çalışmasına engel olmaktadır. Kurulu gücü 340 MW olan ünitelerin ortalama 230-250 MW aralığında çalışmaktadır. Bu şekilde bile çalışırken ayda minimum 3 kez boru patlağından dolayı üretime ara verilmektedir. Bundan dolayı ayda 10 gün enerji üretilmemektedir. Bu açıdan bakıldığında santralin ortalama ancak % 50 verimle çalışabilmektedir.

## 5. Kül atma ünitesinden kaynaklı enerji kayıpları

Linyit ile çalışan santrallerde, yanma sırasında uçucu ve taban külü (curuf) olmak üzere iki tip kül oluşmaktadır. Taban külü: kazanın tam

altında biriken daha iri ve ağır olan, su ile birleştirilmesi (curuf) şeklini alan küldür. Kül dağılımında en etkin faktör: Kazan tipidir. Pulverize (toz halinde püskürtülmüş) kömür yakan termik santrallerde oluşan kül atıklarının büyük kısmı (yaklaşık %80) uçucu kül olarak oluşmaktadır [4].

Afşin-Elbistan (A) Termik Santralinde yakıt olarak kullanılan linyitlerinin, yüksek kül içeriği ve düşük kalori değeriyle evsel yakıt olarak kullanılmadığı gibi, elektrik üretiminde bir takım sorunlar yaratmakta ve bu sebeple üretim kayıpları oluşmaktadır. Termik santral yakma kazanlarında hem külün miktarı, hem külün kompozisyonu, ısı transfer yüzeylerine yapışarak yanma sonucu oluşan ısının buhar için gerekli olan ısı olarak suya transferinden önce baca gazı ile atılmasına neden olabilmektedir. Ayrıca kül miktarının çok olması sebebiyle tesis içi ve tesis dışı kül nakliyatının ve depolama maliyetlerinin de yüksek olmasına neden olmaktadır [10].



Şekil 5: Termik Santralin Çalışmasının Akış Şeması

Şekil -5- de linyit havzasından santral için kömür alımdan başlayarak tüm işlemlerin akış şeması gösterilmiştir. Kömürün kazanda yakıldıktan sonra oluşan kül ve cüruf sevki enerji devamlılığı için karşılaşılan en büyük sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunu ortadan kaldırmak için kömür alımını azaltarak yük düşülmektedir. Yük düşümünü istemediğimiz zamanlarda diğer bir fosil yakıt (fuel-oil) almak zorunda kalınmaktadır. Bu da elektrik enerjisi birim fiyatını arttırmaktadır. Elektrik enerjisine olan ihtiyacımızı mevcut olarak kullanılan

kaynaklardan yeterli verimin alınmamasının yanısıra dış kaynaklı fosil yakıt olan fuel-oil'e olan ihtiyacımız artmaktadır.

## SONUÇ ve ÖNERİLER:

Ülkemizdeki diğer termik santraller gibi Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali kurulduğu yıllarda teknik ve ekonomik şartlar açısından verimli olmasına rağmen bugünkü durum itibariyle birçok sebepten dolayı düşük verimdedir.

Türbindeki buhar çevrimde kullanılan buharın tekrardan ısıtılarak çevrime dahil edilmesinde yüksek basınç ısıtıcıların çalışır duruma getirilmesi, kazanda ekstra bir yük ve fazla yakıt yakılmasına önüne geçirilmiş olunacaktır.

Afşin-Elbistan (A) Termik Santralinde kömürün ısı değerinin az ve külün çok olması yanmayı zorlaştırmaktadır. Santral için uygun yakma işleminden önce kömürün ısı değerinin artırılması, kükürt ve kül yüzdelilerinin düşürülmesi çalışmaları yapılmalıdır.

Kül-curufun fazla olması ve bunun sevki için kompresör, çıkarıcı, kül-curuf bunkerinden oluşan sistemin yetersiz kaldığı görülmüştür. Bu sorunun ortadan kaldırılabilmesi için kül bunkerine 4 kanaldan gelen (elektro filtre altı, luva altı bunker, kazan geçişi ve baca altı) küllerinin ikisini (kazan geçişi ile luva bunker küllerini) bir hat ile birleştirerek kazan altı ızgara bölümüne vermek suretiyle kül bunkerine giden kül miktarı azaltılmış olunacaktır. Böylece kül sevki problemi olmayınca yük düşümü ve sıvı yakıt yakma gereksinimi olmayacaktır. Hem sıvı yakıttan tasarruf olacak hem de kül nakliyatı yapılamayışından kaynaklı enerji kayıpları da azalacaktır.

Kazanda yapılacak iyileştirilmelerle, enerjinin daha ekonomik kullanılmasının sağlanması yanında, enerji tasarrufu da gerçekleşmiş olacaktır.

### Referanslar:

- [1]Afşin-Elbistan (A) Termik Santrali İşletme Müdürlüğü. (2012). Santral Hakkında Genel Bilgiler. T. S. Yılmaz içinde, *Türbin ve Yardımcı Sistemler Eğitim Notları* (s. 1-207). Kahramanmaraş: EÜAŞ.
- [2]Aslan, H. (1996). Kömüre Dayalı Termik Elektrik Santrallerinde Verim ve Kapasite Kullanım Oranı Düşüklüğünün Nedenleri ve Bunların Yükseltmesi için Alınması Gereken Tedbirler. *I. Enerji Sempozyumu* (s. 143-159). Ankara: TMMOB.
- [3]Bulut, M., Tiryaki, H., Demir, Ş., & Taplamacıoğlu, M. (2009). Linyit Yakıtlı Elektrik Üretim Santrallerinde Verimlilik Parametrelerinin Değerlendirilmesi. *III. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu* (s. 1-5). Kocaeli: TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası.

[4]Durgun, D. (Haziran 2008). *Kömür Kalitesine Bağlı Olarak Çatalağzı Termik Santralinde Katı Atık Miktarının Belirlenmesi*. Zonguldak: ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı.

[5]Ekizer, A., & Volkan, O. (1990). Kazan İşletme Bilgileri. *Afşin- Elbistan (A) Termik Santrali Eğitim notları* (s. 4-5). içinde Kahramanmaraş: EÜAŞ.

[6]Ersin, M. (2006). *Türkiye'de Linyit Kömürlerinin Enerji Kıyanağı Olarak Önemi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi/ Sosyal Bilimler Enstitüsü/ Coğrafya Anabilim dalı.

[7]EÜAŞ. (2011). *Elektrik Üretim Sektör Raporu*. ocak 26, 2013 tarihinde [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr): [http://www.enerji.gov.tr/yayinlar\\_raporlar/Sektor\\_Raporu\\_EUAS\\_2011.pdf](http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Sektor_Raporu_EUAS_2011.pdf) adresinden alındı

[8]Heper, Y. (2001). *Buhar Santralleri Teorisi ve Uygulaması*. Ankara: ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş - METU PRESS Yayınları.

[9]Klein, M., Kral, R., & Wittchow, E. (1996). BENSON Boilers - Experience in Nearly 1000 Plants and Innovative Design Promise Continuing Success. *Siemens Power Journal* , 26-30.

[10]Kurumuş, İ., & Yıldırım, M. (02-04 Haziran 2004). Afşin- Elbistan Linyitlerindeki Külün Azaltılması. *Türkiye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 141-148). Zonguldak: TMMOB.

[11]Tiryaki, H., Bulut, M., Kocaaslan, İ., & Taplamacıoğlu, C. (2008). Termik Santrallerin Kontrol Sistemlerinde Teknolojik Gelişmeler ve Verimlilik. *Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu* (s. 46-50). Bursa: ELECO'2008.

[12]Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. (2012). *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2011*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.