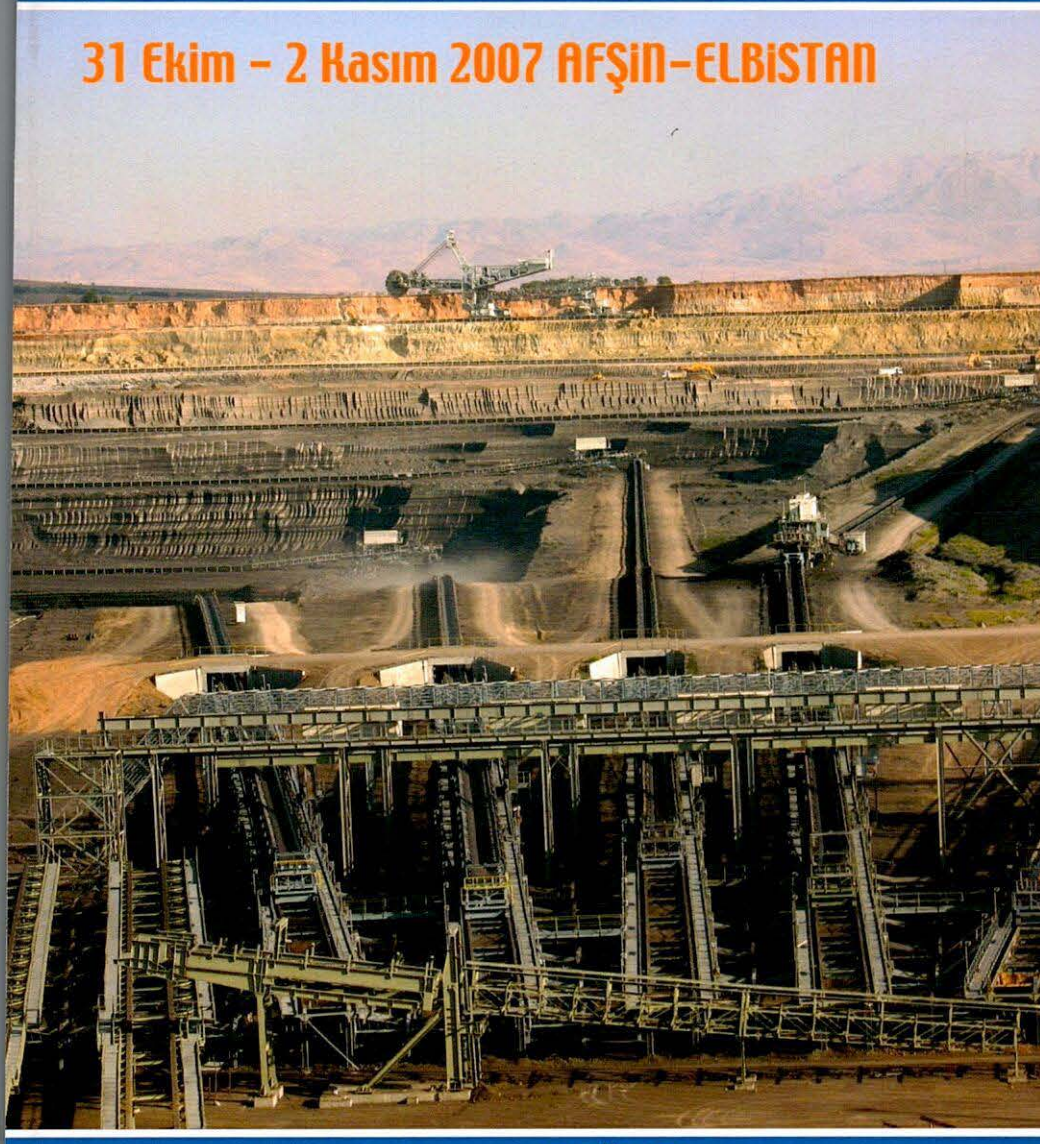
TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ
YAKMA TEKNİKLERİ SEMİNERİ

31 Ekim - 2 Kasım 2007 AFŞİN-ELBİSTAN



EDİTÖRLER
Ahmet Sardar Erşat Akyazılı

TMMOB
Maden Müh. Odası

TMMOB
Makina Müh. Odası

TMMOB
Elektrik Müh.Odası

TM
Kimya

TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ ve YAKMA TEKNİKLERİ SEMİNERİ

31 Ekim – 2 Kasım 2007

Afşin-Elbistan

TMMOB
Maden Müh. Odası

TMMOB
Makina Müh. Odası

TMMOOB
Elektrik Müh.Odası

TMMOB
Kimya Müh. Odası

© Tüm hakları saklıdır. TMMOB Maden Mühendisleri Odası'nın yazılı izni olmaksızın bu kitap ya da kitabın bir kısmı herhangi bir biçimde yayınlanamaz.

Oda Yayın No : 136
Teknik Hazırlık : Maden Mühendisleri Odası
Baskı : Grup Matbaacılık, 0312 384 73 44
İsteme Adresi : TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Selanik Cad. 19/4 Kızılay-ANKARA
Tel : 0312 425 10 80 Faks: 0312 417 52 90
İnternet Adresi : www.Maden.org.tr
E-Posta : maden@maden.org.tr

SUNUŞ

Enerji kaynakları, bilim ve teknolojideki görkemli ilerlemeler rağmen, insanlığın kullanımı açısından bugün hala sınırlılığını korumakta, ülkelerin en temel ekonomik girdileri ve stratejik kaynakları olma özelliklerini sürdürmektedir. Bu özellikleri nedeniyle de dünyadaki çatışmaların temel nedeni olmaya devam etmektedir.

Son yıllarda yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarında çok ciddi ilerlemeler gerçekleştirilmiştir. Ancak bu ilerlemelere rağmen fosil yakıtlar içerisinde özellikle kömür temel enerji kaynağı olma niteliğini sürdürmektedir.

Kömür, dünyadaki yaygın dağılımı, üretimindeki ekonomikliği ve günümüz üretim düzeyleriyle daha uzun yıllar önemini koruyacaktır.

Ülkemiz petrol ve doğalgaz kaynaklarından yoksun olsa da kullanabileceği linyit, taş kömürü ve asfaltit rezervleri vardır. Son yıllarda doğal gaza dayalı elektrik üretimini ağırlık verilmiş olsa da, linyitlerimiz elektrik üretiminde kullanılması gereken önemli bir kaynaktır. Ancak ne yetince kullanılabilmektedir ne de gerektiği gibi kullanılabilmektedir.

Bu seminerde, linyitlerin kaynaklarının kullanım olanakları ve koşulları konusunda var olan ve/veya geliştirilen kimi teknolojiler, bu teknolojilerin özellikle Afşin-Elbistan linyitlerine uygulanabilme olanakları bilim insanları, uygulayıcılar ve kamuoyu ile paylaşılması amaçlanmıştır. Böylece, TMMOB'a bağlı meslek odaları olarak, yerli bir enerji kaynağı olan linyitlerimizin, daha bilimsel yöntemlerle ve daha etkin olarak değerlendirilebilmesi konusunda üzerimize düşen sorumluluğun bir kısmını yerine getirmiş olacağımızı düşünüyoruz.

DÜZENLEYEN ODALAR

MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI

SEMİNER YÜRÜTME KURULU

Agah KÖKER (Kimya Mühendisleri Odası)
Ahmet SARDAR (Maden Mühendisleri Odası)
Erşat AKYAZILI (Maden Mühendisleri Odası)
Haluk DİRESKENELİ (Makina Mühendisleri Odası)
Hasan KÜÇÜK (Kimya Mühendisleri Odası)
Oğuz TÜRKYILMAZ (Makina Mühendisleri Odası)
Şayende YILMAZ (Makina Mühendisleri Odası)

DESTEKLEYEN KURULUŞLAR

EÜAŞ Genel Müdürlüğü
KÖSEOĞLU MADENCİLİK İNŞ. SAN. TİC. AŞ.
PARK TEKNİK ELEKTRİK A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Küreselleşme, Serbestleşme ve Kömür Endüstrisi 7
Nejat TAMZOK

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları 31
Oğuz TÜRKYILMAZ

Enerji Bütünlemesinde Kömürlerimiz ve Havza Planlaması 37
Dr. İlker ŞENGÜLER

TMMOB Maden Mühendisleri Odası Kömür Teknolojileri Semineri 45
Necati İPEK

Elbistan Linyit Rezervinin Elektrik Üretimi Bakımından Önemi ve Doğalgaza Göre Avantajları 49
Çetin KOÇAK

Yakma Öncesi Kömür Yıkama İşlemlerinin Önemi–Dünyada ve Türkiyede'ki Kömür Yıkama Uygulamaları 59
Gülhan Özbayoğlu

Elektrik Üretiminde Kömürün Yeri ve Temiz Kömür Uygulamaları 67
Güven ÖNAL

Asit ve Alkali Oksidasyonu ile Üretilmiş Humik Asit 77
Mehmet ÇÖTELİ
Mustafa USUL
Nevzat DEREKÖY
Dr.Haydar POLAT

Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Yerel Linyit Kömürü Yakma Teknikleri 91
Haluk DİRESKENELİ

Akışkan Yataklı Yakma Teknolojisi 97
Bekir Zühtü UYSAL

EÜAŞ Afşin-Elbistan Linyitleri İşletmesi Rekültivasyon Çalışmaları 109
Hanifi GÜLDOĞAN

Temiz Kömür Yakma ve Gazlaştırma Teknolojileri 115
Fehmi AKGÜN, Serhat GÜL, Davut UZUN, Namık ÜNLÜ, Elif ÇAĞLAYAN

KÜRESELLEŞME, SERBESTLEŞME VE KÖMÜR ENDÜSTRİSİ [*]

Globalisation, Economic Liberalisation and Coal Industry

Nejat TAMZOK
TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ekim 2007

ÖZET

Kömür, insanlık tarihinin en önemli kesitinde ekonomik ve toplumsal kalkınmanın temel araçlarından biri olmuştur. Sanayi Devrimi ile beraber dünya ekonomileri üzerinde belirleyici rol oynayan kömürün, söz konusu konumunu daha çok uzun süre koruyacağı görülmektedir.

Bununla beraber, kömür sektörü, yirminci yüzyılın son çeyreğinden itibaren, özellikle iletişim alanında ortaya çıkan yeniliklerin tetiklediği küreselleşme olgusundan ve aynı süreçte dünyanın büyük bir bölümünde esmeye başlayan ekonomide serbestleşme rüzgârlarından önemli ölçüde etkilenmiştir.

Bu çalışmada, dünya ve Türkiye kömür endüstrileri ele alınmakta, küreselleşme ve serbestleşme süreçlerinin endüstri üzerine olan etkileri ortaya konulmaktadır.

ABSTRACT

Coal has been a fundamental tool of economic and social development in the most important section of human history. It has easily seen that coal that played a determinative role on the world economies since Industrial Revolution will preserve its status for a long time.

However, coal industry is affected fairly from the globalisation fact that was triggerred by the innovations appeared especially in the communication area and synchronously from economic liberalisation winds that had started in the big portion of the world since the last quarter of the twentieth century.

In this study, the coal industries in the world and Turkey have been discussed and the effects of globalisation and economic liberalisation processes on the industry have been exhibited.

---

[*] Bu çalışma, 22-24 Ekim 2007 tarihlerinde Ankara'da düzenlenen TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu'nda sunulmuştur.

1. GİRİŞ

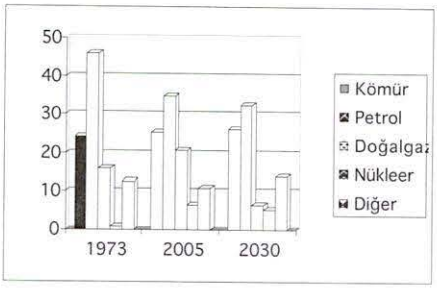
Enerji ile ekonomik gelişme arasında karşılıklı bir ilişki bulunmakta olup, enerji kullanımındaki artış ekonomik gelişmeyi tetiklemekte, ekonomik gelişme ise enerji kullanımını arttırmaktadır. Söz konusu ilişki, yaklaşık 1,5 milyar insanın hala elektriğe erişemediği dünyamızda, enerji kullanımının her yıl biraz daha hızlanarak artışına neden olmaktadır. Bu çerçevede, enerjinin, dünyanın ve insanlığın geleceğindeki belirleyici konumu geçtiğimiz her geçen gün daha da artmakta, ucuz, kaliteli, zamanında ve güvenilir enerjinin teminine yönelik enerji politikaları gerek küresel gerekse ulusal düzeyde gündemi giderek daha fazla işgal etmektedir.

Enerjiye ilişkin söz konusu gündemin odak noktasında her zaman petrol bulunmakta olup, kullanımı giderek artan doğalgazın da son yıllarda petrole yakın bir gündem oluşturabildiği gözlenmektedir. Nükleer enerji, bir diğer popüler enerji gündemi olarak karşımıza çıkmakta, görece daha az olmakla birlikte yeni-yenilenebilir enerji çeşitleri de zaman zaman gündemde kendilerine yer bulabilmektedirler.

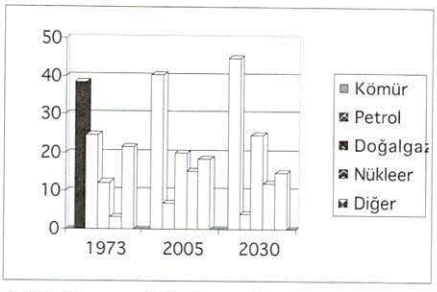
Petrol ve doğalgazın belirli coğrafi bölgelerde toplanması ve ömürlerinin de büyük oranda azalmış olması, nükleer enerjinin ise harp sanayisi ile olan ilişkisi bakımından, dünyanın yönetiminde söz sahibi olma iddiasındaki devletler tarafından stratejik kaynaklar olarak görülmeleri ve birer savunma ya da dış politika unsuru olarak değerlendirmelerinin, gündemi diğer kaynaklara göre daha fazla işgal etmeleri sonucunu doğurduğu açıktır. Dolayısıyla, söz konusu kaynakların, belirtilen niteliklerini sürdürdükleri müddetçe gündemin önemli konuları arasında yer almaları son derece doğal olacaktır.

Kömürün ise, enerji kaynakları içerisinde gerek geçmişte gerekse günümüz ve gelecekteki muhtemel ağırlığına karşın, bir yandan dünya üzerinde diğer enerji kaynaklarına göre çok daha fazla yaygın olması bakımından genellikle çatışma konusu olmaması, diğer yandan küresel ölçekteki ticaretinin ise toplam dünya üretiminin sadece %15-16'lar (WEC 2004: s.6) düzeyinde bulunması nedenleriyle gerek küresel gerekse ulusal enerji gündemlerini diğerleri kadar işgal edemediği görülmektedir.

Bununla beraber, gerek birincil enerji tüketimleri gerekse elektrik üretimi içerisindeki payları incelendiğinde, kaynakların toplam enerji bileşimi içerisindeki ağırlıklarının gündemdeki ağırlıkları ile doğru orantılı olmadığı görülmektedir. Gerçekte, kömür, günümüzde küresel enerji tüketiminin en önemli bileşenidir. Kömürün dünya birincil enerji arzı içerisindeki payı düşük oranda da olsa sürekli artış göstermektedir (Şekil 1). Kömürün 1973 yılında %24,4 olan payı 2005 yılında %25,3 olmuştur. 2030 yılında ise toplam içerisindeki payının %26'ya yükseleceği tahmin edilmektedir (IEA, 2007: s.6,46). Kömürün elektrik üretiminde kullanım payı ise daha da çarpıcıdır (Şekil 2). 1973 yılında elektrik üretiminde %38,3 oranında kullanılan kömürün payı 2005 yılında %40,3'e yükselmiştir (IEA 2007, s.24). Kömürün elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanım payının 2030 yılında ise %45 olması beklenmektedir (EIA 2007: s.199-212).



Şekil 1. Dünya birincil enerji arzı içerisinde kaynak payları (%)
Kaynak: (IEA, 2007)



Şekil 2. Dünya elektrik üretimi içerisinde kaynak payları (%)
Kaynak: (IEA 2007; EIA 2007)

Sanayi Devrimi'nden itibaren dünya ekonomileri üzerinde belirleyici rol oynayan kömürün, söz konusu ağırlığını bugün olduğu gibi gelecekte de sürdüreceği açıktır. Bununla beraber, diğer pek çok endüstri gibi kömür endüstrisinin de, içinde bulunduğumuz küreselleşme sürecinden önemli ölçüde etkilendiği, son 20-25 yıldır gerek küresel gerekse ulusal düzeylerde belirli değişim süreçlerine maruz kaldığı gözlenmektedir.

Özellikle ulaştırma-dağıtım ve iletişim faaliyetlerindeki hızlı gelişim süreçlerinin belirleyici olduğu kömür endüstrisi, aynı süreçte küresel ölçekte etkili olan ve verimlilik ile toplumsal yararın serbest rekabet koşullarında faaliyet gösteren bir piyasa içerisinde elde edilebileceği düşüncesini ileri süren neo-liberal yapılandırmalardan da önemli oranda etkilenmiştir.

Neo-liberal yeniden yapılanma çalışmalarının kömür endüstrisi üzerinde en etkili olduğu alan, şüphesiz elektrik sektörü olmuştur. Son 20-25 yılda hemen her ülke elektrik sektörlerinde gündemde olan yeniden yapılanma, söz konusu sektörün en önemli enerji kaynaklarından birini sağlayan kömür endüstrisini doğrudan etkilemiştir.

Ülkemizde de, elektrik sektöründe 1980 sonrası neo-liberal düşünce çerçevesinde formüle edilen ve Türkiye'nin Dünya Bankası ve IMF gibi uluslararası finans kuruluşlarıyla olan etkileşiminde ya da AB sürecinde olmazsa olmaz bir zorunluluk olarak karşısına konulan enerji politikaları, ülkemiz kömür sektörünü birinci derecede belirleyen unsur olmuştur.

2. DÜNYA KÖMÜR ENDÜSTRİSİ

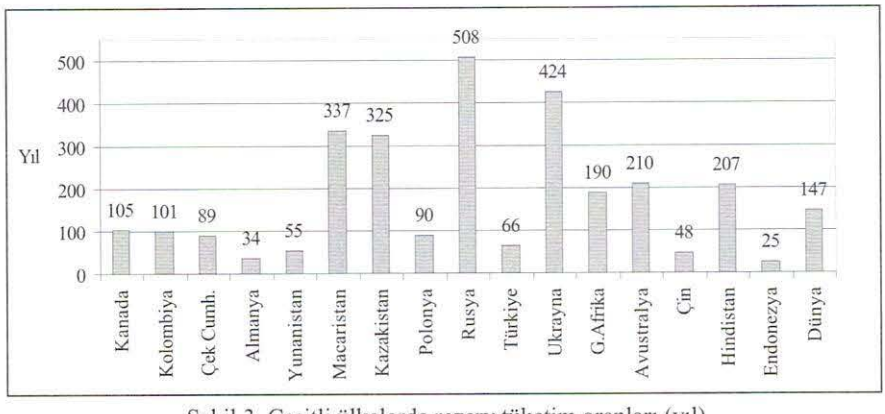
Enerji kaynaklarının gelecekteki kullanımlarına ilişkin olarak her yıl tahminler yapan Uluslararası Enerji Ajansı, 2007 yılında yaptığı tahminlerinde önceki yıllara göre bir değişiklik yapmış ve kömürün gelecekteki kullanım tahminini önemli ölçüde arttırmıştır. Gerçekte, Uluslararası Enerji Ajansı'nın tahminlerinde gelecekteki kömür kullanımının giderek artış gösterdiği izlenmektedir. Ajans'ın, 2030 yılı kömür kullanımına ilişkin tahminini, 2005 tarihli çalışmasında %21,8 ve 2006 tarihli çalışmasında ise %22,9 iken, 2007 yılı çalışmasında %26 şeklinde değiştirmesi çarpıcıdır (IEA 2005a: s.46; IEA 2006a: s.46; IEA 2007: s.46). Söz konusu artışların, büyük ölçüde, dünya kömür endüstrisinin son beş yıldaki yüksek büyüme eğiliminden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Dünya petrol ve doğalgaz

rezervlerinin giderek azalmasıyla eşzamanlı olarak kömürün kullanımının gelecekte daha da artacağı son derece açıktır.

2.1. Rezervler

Dünya kömür rezervlerinin petrol ve doğalgaza göre çok daha yeterli olduğu görülmektedir. 2006 yılı sonu itibariyle dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervi 909 milyar ton olup, bu miktarın 479 milyar tonu antrasit ve bitümlü kömür, 430 milyar tonu ise alt bitümlü ve linyit kömürüdür.

Dünya kömür üretim büyüklüğü dikkate alındığında kömür rezervlerinin 147 yıl ömrü bulunmaktadır. Petrol rezervlerinin kalan ömrü 40 yıl ve doğalgaz rezervlerinin ise 63 yıldır (BP 2007, s.32). Kömür rezervlerinin kalan ömrü; Avrupa Birliği üyesi 27 ülke için 63, OECD ülkeleri için 177 ve eski Sovyetler Birliği ülkeleri için ise 464 yıldır (Şekil 3). Ülkemiz kömür rezervlerinin ise, 2006 yılı kömür üretimi dikkate alındığında 66 yıllık bir ömrü bulunduğu hesaplanmaktadır.



Şekil 3. Çeşitli ülkelerde rezerv tüketim oranları (yıl)

Kömür rezervleri dünya üzerinde 70'den fazla ülkede bulunmaktadır. En büyük rezerv miktarı 247 milyon ton ile ABD'ye aittir. Bu ülkeyi, 157 milyon ton ile Rusya ve 114,5 milyon ton ile Çin izlemektedir (BP 2007, s.32). Dünya kanıtlanmış kömür rezervinin %60'a yakını bu üç ülkede, %90'a yakını ise toplam 8 ülkede bulunmaktadır (Çizelge 1).

Bununla beraber, dünya kömür rezervleri ve rezervlerin kalan ömürleri ciddi şekilde tartışılmaktadır. Dünya kömür rezervleri konusunda kullanılan kaynakların genellikle güvenilir olmadığı, gerek küresel gerekse ulusal ölçekte ortaya konulan rakamların çoğunlukla eski tarihli olduğu ve rezerv rakamlarının abartılarak yayınlandığı sıklıkla ileri sürülmektedir (EWG, 2007). Bu konuda en çarpıcı örnek, Almanya kömür rezervlerine ilişkindir. 2004 yılına kadar 23 milyar ton olarak yayınlanan Almanya kanıtlanmış kömür rezervi, söz konusu yılda yapılan yeni değerlendirme sonucunda rezervin büyük kısmının kanıtlanmış değil spekülatif olduğu gerekçesiyle 0,2 milyar tona düşürülmüştür. Benzer şekilde Polonya da taşkömürü rezervlerini 1997 yılı ile karşılaştırıldığında %50 oranında düşürmüş, linyit ve alt bitümlü kömür rezervlerini ise 1997 yılından itibaren sıfırlamıştır.

Gerçekten, dünya kömür rezervlerinin ömrüne ilişkin yapılan hesaplamalar birkaç yıl öncesine kadar 200-240 yıl rezerv ömrüne işaret ederken, son hesaplamalarda, gerek kömür üretim artışları gerekse rezervlere ilişkin düzeltmeler sonucu 147 yıla kadar düşürülmüştür (BP 2007).

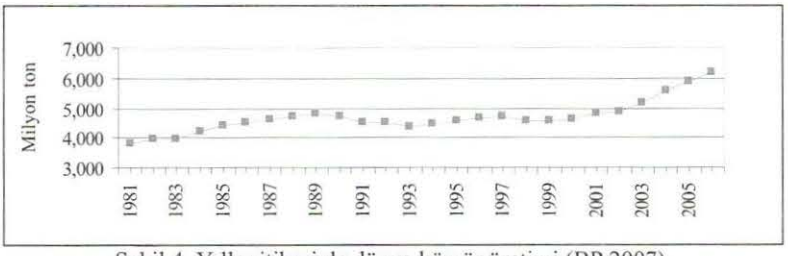
Çizelge 1. Dünya kanıtlanmış kömür rezervi (milyon ton) (BP 2007, s.32)

Ülke	Antrasit ve bitümlü	Alt bitümlü ve linyit	Toplam	Payı (%)
ABD	111.338	135.305	246.643	27,1
Rusya	49.088	107.922	157.010	17,3
Çin	62.200	52.300	114.500	12,6
Hindistan	90.085	2.360	92.445	10,2
Avustralya	38.600	39.900	78.500	8,6
Güney Afrika	48.750	-	48.750	5,4
Ukrayna	16.274	17.879	34.153	3,8
Kazakistan	28.151	3.128	31.279	3,4
Diğer	34.285	71.499	105.784	11,6
Toplam	478.771	430.293	909.064	100,0

Çin kömür rezervlerinin de en son 1992 yılında güncellendiği, bununla birlikte söz konusu tarihten sonra yapılan kömür üretimi sonucunda rezervin yaklaşık %20'sinin tükenmiş olması gerektiği ileri sürülmektedir. Bu tespit, küresel enerji sorunu bağlamında önemlidir. Dünyanın en büyük kömür üreticisi olan ve enerji politikalarını büyük ölçüde kömüre dayandıran Çin'in, 48 yıl olarak belirlenen kömür rezerv tüketim süresinin, söz konusu tespitin doğru olması durumunda yaklaşık 35 yıl olarak güncellenmesi gerekecektir. Çin'in kömür üretiminin son 10 yılda yaklaşık %70 oranında artış gösterdiği gerçeği ile birleştirildiğinde, bu durumun önümüzdeki 20-30 yıl içerisinde Çin'in enerji güvenliğinde önemli sorunlar yaratması, bunun sonucu olarak da küresel ölçekte yeni çatışma alanlarını doğurması kaçınılmaz olacaktır.

2.2. Üretim ve Tüketim

Kömür, 50'nin üzerinde ülkede üretilmekte ve 70'in üzerinde ülkede tüketilmektedir (WCI 2005: 13). Dünya kömür üretimi 2006 yılında 6.195 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (BP 2007). Bu miktarın yaklaşık %85'i taşkömürü ve %15'i ise linyit üretimidir (WCI 2007). Yıllar itibariyle dünya kömür üretimi Şekil 4'de verilmektedir.



Şekil 4. Yıllar itibariyle dünya kömür üretimi (BP 2007).

Dünya kömür üretiminde son yıllarda çarpıcı bir gelişme söz konusudur. Kömür üretiminde 1982 yılından bu yana yılda ortalama %2 oranında bir artış gözlenirken, son dört yıldaki ortalama artış oranı %6,3 olarak gerçekleşmiştir. Sadece 2006 yılındaki bir yıllık artış oranı %5,2 olmuştur. Kömür üretiminde 2000 yılından bu yana gerçekleşen artış oranı ise yaklaşık %35'dir.

Kömür üretimindeki artış, çok büyük kısmı Çin olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak ısınma, taşıma ve sanayi sektörlerinin talebi durağan ya da düşmektedir. Kömür tüketiminin, gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere göre daha fazla artmakta oluşunun nedenleri arasında; yüksek ekonomik büyüme oranları, artan elektrifikasyon ve başta Avrupa Birliği olmak üzere gelişmiş ülkelerin elektrik üretiminde doğalgazı tercih etmeleri gelmektedir.

Dünya kömür üretiminin %38,4'ünü tek başına Çin gerçekleştirmektedir (Çizelge 2). Küresel kömür üretiminin giderek daha büyük bölümünün daha az sayıda ülkenin elinde toplanmaya başladığı gözlenmektedir. 20 yıl önce 1986 yılında üretimin yaklaşık %80'i toplam 10 ülke tarafından yapılmaktayken, 2006 yılı itibariyle %80'i 6 ülke tarafından yapılmaktadır: Çin, ABD, Hindistan, Avustralya, Rusya ve Güney Afrika. Üretimin %56,7 ile en büyük kısmı Asya-Pasifik bölgesinden gerçekleştirilmektedir. Avrupa-Avrasya bölgesinin payı %19,6 ve Kuzey Amerika'nın payı ise %18,2'dir.

Çizelge 2. 2006 yılı dünya kömür üretim ve tüketimi (BP 2007)

Üretim (milyon ton)			**Üretim (milyon ton petrol eşdeğeri)**			**Tüketim (milyon ton petrol eşdeğeri)**		
Ülke	**Mil.ton**	**Payı (%)**	**Ülke**	**Mtpe**	**Payı (%)**	**Ülke**	**Mtpe**	**Payı (%)**
Çin	2.380,0	38,4	Çin	1.212,3	39,4	Çin	1.191,3	38,6
ABD	1.053,6	17,0	ABD	595,1	19,3	ABD	567,3	18,4
Hindistan	447,3	7,2	Hindistan	209,7	6,8	Hindistan	237,7	7,7
Avustralya	373,8	6,0	Avustralya	203,1	6,6	Japonya	119,1	3,9
Rusya	309,2	5,0	G.Afrika	144,8	4,7	Rusya	112,5	3,6
G.Afrika	256,9	4,1	Rusya	144,5	4,7	G.Afrika	93,8	3,0
Almanya	197,2	3,2	Endonezya	119,9	3,9	Almanya	82,4	2,7
Endonezya	195,0	3,1	Polonya	67,0	2,2	Polonya	58,4	1,9
Polonya	156,1	2,5	Almanya	50,3	1,6	G.Kore	54,8	1,8
Kazakistan	96,3	1,6	Kazakistan	49,2	1,6	Avustralya	51,1	1,7
Diğer	729,7	11,8	Diğer	283,9	9,2	Diğer	521,8	16,9
Dünya	**6.195,1**	**100**	**Dünya**	**3.079,7**	**100**	**Dünya**	**3.090,1**	**100**

Son 10 yılda dünya kömür üretimindeki artış %32,7 olarak gerçekleşmiştir. Söz konusu artışta en büyük pay dört ülkeye aittir: Son 10 yılda kömür üretim artışı Endonezya'da %287, Çin'de %70, Avustralya'da %46 ve Hindistan'da %44 olmuştur. Söz konusu zaman diliminde Avrupa kömür üretiminde ise önemli düşüşler söz konusudur: Üretim düşüşleri; Bulgaristan'da %12, Çek Cumhuriyeti'nde %15, Fransa'da %94, Almanya'da %16, Macaristan'da %34, Polonya'da %23, Romanya'da %16, İspanya'da %33 ve İngiltere'de ise

%63 düzeyindedir. Avrupa Birliği'ne bağlı 27 ülkenin kömür üretiminde son 10 yıldaki toplam azalma oranı yaklaşık %20 olmuştur.

Çin, üretimden olduğu gibi kömür tüketiminden de en büyük payı almaktadır. Dünya toplam kömür tüketiminin %38,6'sı bu ülkede gerçekleşmektedir. Çin'in 10 yıl önceki dünya kömür tüketim payının yaklaşık %30 ve 20 yıl önceki payının ise yaklaşık %20 civarında olduğu dikkate alındığında, bu ülkedeki gelişim hızı daha iyi anlaşılmaktadır (BP 2007). Tüketimin yaklaşık %54'ü Asya-Pasifik bölgesindeki toplam 5 ülkeden kaynaklanmaktadır: Çin, Hindistan, Japonya, Güney Kore ve Avustralya. Kömür tüketimi bakımından son 20 yıldaki en önemli farklılık Avrupa Kıtasından kaynaklanmaktadır. 20 yıl önce 1986 yılında dünya kömür tüketiminin %23,1'ini gerçekleştiren Avrupa Birliği üyesi 27 ülkede 2006 yılı itibariyle tüketim payı %10,4'e gerilemiştir.

2.3. Küresel Ticaret

Dünya kömür ticaretinin yaklaşık tamamı taşkömürüne ilişkindir. Linyit kömürünün ülkeler arasında taşınması ya da ticareti günümüzde ekonomik olmamaktadır. Küresel ölçekte ticareti yapılan taşkömürünün iki ana kullanım amacı bulunmaktadır: Elektrik üretimi (buhar kömürü) ve demir çelik endüstrisinin kullanımı için kok üretimi (koklaşabilir kömür). 2006 yılı rakamlarına göre dünya kömür ticaretinin %73'ü buhar kömürü ve %27'si ise kok kömürüdür (WCI 2007).

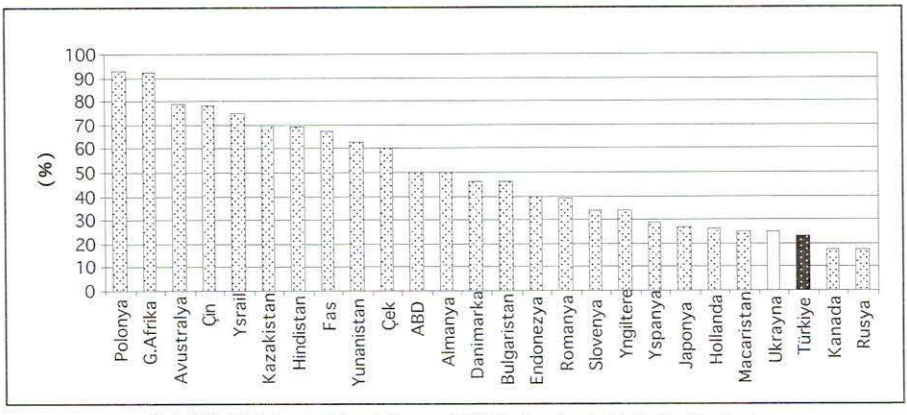
Dünya kömür ticaret hacmi, 2006 yılında 815 milyon tona ulaşmıştır (WCI 2007). En büyük ihracatçı 231 milyon ton ile Avustralya'dır. Dünya kömür ihracatının %80'i 6 ülke tarafından gerçekleştirilmektedir: Avustralya, Endonezya, Rusya, Güney Afrika, Çin ve Kolombiya (Çizelge 3). Kömür ithalatında ise, Asya-Pasifik bölgesindeki 3 ülke %40 ile en büyük payı almaktadır: Japonya, Güney Kore ve Tayvan. 2006 yılı itibariyle Japonya, küresel ticareti yapılan kömürün %21,8'ini satın almıştır. Elektrik ya da ısı üretimi amacıyla kömür ithal eden ülkeler arasında; Almanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, İrlanda, İtalya, Japonya, Güney Kore, Hollanda ve Portekiz de bulunmaktadır.

Çizelge 3. 2006 yılı dünya kömür ticareti (milyon ton) (WCI 2007)

İhracat			İthalat		
Ülke	Mil.ton	Payı (%)	Ülke	Mil.ton	Payı (%)
Avustralya	231	28,3	Japonya	178	21,8
Endonezya	129	15,8	G.Kore	80	9,8
Rusya	92	11,3	Tayvan	64	7,9
G.Afrika	69	8,5	İngiltere	51	6,3
Çin	63	7,7	Almanya	41	5,0
Kolombiya	60	7,4	Hindistan	41	5,0
ABD	45	5,5	Çin	38	4,5
Kanada	27	3,3	ABD	33	4,0
Kazakistan	26	3,2	Rusya	26	3,2
Vietnam	22	2,7	İtalya	25	3,1
Diğer	51	6,3	Diğer	243	29,8
Dünya	815	100,0	Dünya	815	100,0

2.4. Kullanım Alanları

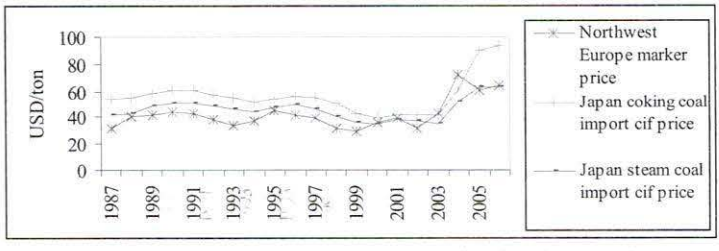
Dünya kömür üretiminin yaklaşık %69'u elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Diğer kullanımları ise ısınma, demir çelik ve çimento sektörlerinde yoğunlaşmıştır. Elektrik üretimi amaçlı kullanımın 2030 yılında %79 düzeyine yükseleceği tahmin edilmektedir (WCI 2005: s.40). 2006 yılı itibariyle dünya toplam elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar içerisinde en büyük pay, %40,3 ile kömüründür (IEA 2007: s.24). Çeşitli ülkelerde 2004 yılı itibariyle elektrik üretiminde kömür kullanım oranları Şekil 5'de verilmektedir.



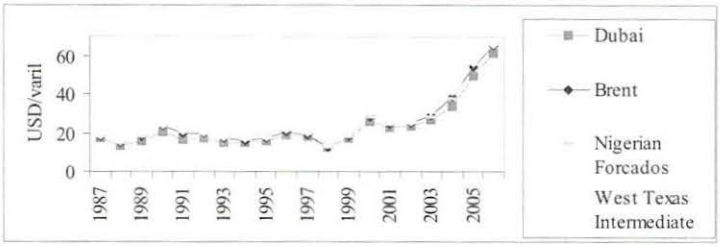
Şekil 5. 2004 yılı itibariyle çeşitli ülkelerde elektrik üretiminde kömür kullanım oranları (IEA 2004).

2.5. Fiyatlar

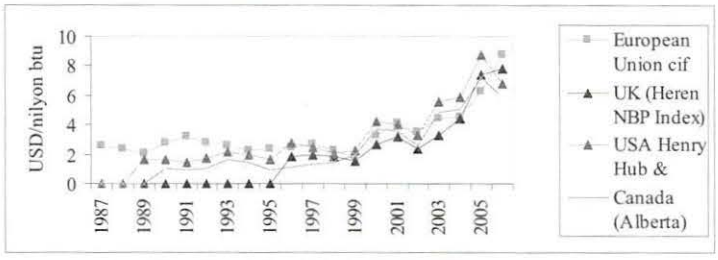
Küresel ticarete ilişkin kömür fiyatları incelendiğinde, diğer enerji kaynaklarına göre önemli oranda bir kararlılık gözlenmektedir. Yıllar itibariyle gerek petrol gerekse doğalgaz fiyatlarında yüksek oranda artış ya da azalış gözlenmekle beraber kömür fiyatları çok daha dar bir aralıkta değişim göstermektedir (Şekil 6, 7 ve 8). Söz konusu kararlılığın en önemli nedenleri, kömürün dünya üzerinde yaygın biçimde bulunabilmesi ve özellikle son yirmi yılda küresel pazarda Endonezya, Rusya ve Çin gibi yeni rakiplerin ortaya çıkmış olmasıdır.



Şekil 6. Yıllar itibariyle dünya kömür fiyatları (BP 2007).



Şekil 7. Yıllar itibariyle petrol fiyatları (BP 2007).



Şekil 8. Yıllar itibariyle doğalgaz fiyatları (BP 2007).

Dünya kömür fiyatlarındaki artış oranları, petrol ve doğalgaz ile karşılaştırıldığında çok daha düşüktür. Buhar kömürü fiyatları son 10 yılda %30 ve kok kömürü fiyatları ise %50-60 civarında artış gösterirken, aynı zaman diliminde petrol %200'ün üzerinde ve doğalgaz ise %300'lere varan oranlarda artış göstermiştir. Son 10 yıl ve son 20 yılda kömür, petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki artış oranları Çizelge 4'de verilmektedir.

Çizelge 4. Yıllık ortalama kömür, petrol ve doğalgaz fiyatları ile fiyat artış oranları (BP2007)

	1987 yılı fiyatları	1996 yılı fiyatları	2006 yılı fiyatları	1987-2006 arası fiyat artışı (%)	1996-2006 arası fiyat artışı (%)
Kömür (USD/ton)					
Kuzeybatı Avrupa marker fiyatı	31,3	41,3	63,6	103,2	54,0
Central Appalachian spot fiyatı	31,6	29,9	63,0	99,4[1]	110,7
Japonya kok kömürü cif fiyatı	53,4	56,7	93,5	75,1	64,9
Japonya buhar kömürü cif fiyatı	41,3	49,5	63,0	52,5	27,3
Petrol (USD/varil)					
Dubai	17,0	18,5	61,5	261,8	232,4
Brent	18,4	20,7	65,1	253,8	214,5
Nijerya Forcados	18,4	21,1	67,0	264,1	217,5
Batı Texas Intermediate	19,2	22,1	66,0	243,8	198,6
Doğalgaz (USD/milyon btu)					
Avrupa Birliği cif fiyatı	2,6	2,4	8,8	238,5	266,7
UK (Heren NBP Index)		1,9	7,9		315,8
ABD Henry Hub	1,7[2]	2,8	6,8	300,0[3]	142,9

Kanada (Alberta)	1,0[4]	1,1	5,8	480,0[1]	427,3

(1) 1990-2006 arası, (2) 1989 yılı fiyatı, (3) 1989-2006 arası, (4) 1990 yılı fiyatı.

2.6. İstihdam

Kömür madenciliği, genellikle, işgücü yoğun bir sektör olarak tanımlanmaktadır. Tahminlere göre, dünyada kömür madenciliğinde yedi milyonun üzerinde bir nüfus çalışmaktadır. Söz konusu nüfusun yaklaşık %90'ının gelişmekte olan ülkelerde ve yaklaşık 5 milyonunun ise tek başına Çin'de çalıştığı tahmin edilmektedir (WCI 2002: s.29). Bazı ülkelerde kömür endüstrisine ilişkin 2000 yılı çalışan sayısı ve birim üretime düşen istihdam Çizelge 5'de verilmektedir.

Çizelge 5. Kömür endüstrisi işgücü istatistikleri (WCI 2002: s.29)

Ülke	Çalışan sayısı (bin)	İşgücü/milyon ton kömür eşdeğeri
Avustralya	17,7	76,0
ABD	77,0	96,0
Kanada	118,0	118,0
İngiltere	7,7	241,0
G.Afrika	53,8	298,0
Endonezya	54,5	861,0
Rusya	197,0	1.195,0
Polonya	158,0	1.561,0
Kolombiya	40,0	1.333,0
Hindistan	456,0	2.171,0
Çin	5.000,0	5.501,0

2.7. İş Kazaları

Kömür madenciliği, iş güvenliği bakımından birinci derecede risk içermektedir. Dolayısıyla, kömür endüstrisinde iş kazaları, diğer pek çok sektöre göre son derece fazla görülmektedir. Üretimde olduğu gibi iş kazaları konusunda da Çin, ilk sırayı almaktadır. 2000 yılında bu ülke madencilik sektöründe meydana gelen iş kazalarında ölenlerin sayısı 5.786 olmuş ve üretilen her milyon ton kömür için 6,36 çalışan yaşamını yitirmiştir. Bazı ülkelerde 2000 yılı kaza sonucu ölüm istatistikleri Çizelge 6'da verilmektedir.

Çizelge 6. Kömür endüstrisi 2000 yılı kaza sonucu ölüm istatistikleri (WCI 2002: s.36)

Ülke	Ölü sayısı	Ölü sayısı/milyon ton kömür eşdeğeri
Avustralya	4	0,02
ABD	38	0,05
İngiltere	4	0,05
Polonya	28	0,28
Rusya	137	0,83
Çin	5.786	6,36

Hindistan	100	0,48
G.Afrika	30	0,17

2.8. Küreselleşme ve Serbestleşme Sürecinin Dünya Kömür Endüstrisi Üzerine Etkileri

Son 20-25 yıldaki gelişmeler sonucunda, gerek yeni piyasa yapılanması nedeniyle devlet yardımlarının çekilmesi, gerekse çevresel kaygılar, Avrupa'nın ekonomik ve toplumsal gelişmesinde önemli rol oynayan kömür endüstrisinin, büyük oranda gerilemesine neden olmuştur.

Benzer şekilde, Sovyetler Birliği'nin dağılması ile yeni bir sürece giren geçiş ülkelerinde de, kamu kurumlarının tasfiyesi ya da özelleştirilmesi suretiyle sektörün yeniden yapılandırılması ve sektöre yapılan sübvansiyonların giderek kaldırılması ile kömür endüstrisi önemli ölçüde gerilemiştir. 1990'ların ortalarından itibaren, aralarında Rusya, Ukrayna ve Polonya gibi önemli kömür endüstrisine sahip ülkelerin de bulunduğu geçiş ülkelerinde Dünya Bankası mali ve teknik yardımları çerçevesinde kömür sektörlerinin yeniden yapılandırılması gündeme gelmiştir. Yeniden yapılandırma planı; karlı görünmeyen kömür işletmelerinin kapatılması, sektördeki kamu kuruluşlarının tasfiyesi ya da özelleştirilmesi ve kömür sektörüne devlet yardımlarının kesilmesi şeklinde olmuştur (WEC 2000). Söz konusu ülkelerin bazılarında, yeniden yapılanma öncesi ve sonrasına ilişkin üretimler arasındaki farklılık Çizelge 7'de verilmektedir. Bu ülkelerde, söz konusu tarih aralığındaki üretim düşüşleri çarpıcıdır.

Çizelge 7. Geçiş ülkelerinde yeniden yapılanma öncesi ve sonrasında kömür üretimleri, milyon ton (IEA 2006b)

Ülke	**1990**	**2006**	**Fark (%)**
Bulgaristan	31,7	27,5	-13,2
Çek Cumhuriyeti	102,8	62,4	-39,3
Macaristan	17,6	10,0	-43,4
Kazakistan	131,4	96,3	-26,7
Polonya	215,3	156,1	-27,5
Romanya	38,2	35,1	-8,2
Rusya	395,3	309,2	-21,8
Ukrayna	164,9	80,5	-51,2

Küreselleşme ve serbest piyasaya dayalı sistemlerin küresel kömür pazarındaki en önemli yansıması, kömür üreticileri arasındaki pazar kapma amaçlı rekabet artışı olmuştur. Söz konusu rekabet, özellikle ABD, Avustralya ve Güney Afika'da şirket birleşme ve satın almalarının yaygınlaşmasına ve dünya kömür pazarının bir ölçüde konsolidasyonuna neden olmuştur. Dünya kömür endüstrisinde şirket birleşme ve satın almaları arkasındaki temel dinamik, elektrik üretimi amaçlı düşük maliyetli yakıta olan talebin giderek artmasıdır. Endüstri içerisindeki konsolidasyon, işletme sayısının azalması, buna karşın ölçek ekonomisinden yararlanmak üzere özellikle maliyeti düşük açık işletme yöntemini kullanan işletme üretim büyüklüklerinin artması sonucunu doğurmaktadır. Şirketler, ölçek ekonomisinden yararlanmak, böylelikle genel giderlerinin payını azaltmak istemektedirler. Kömür sektöründe ölçek ekonomisi, beraberinde verimliliği ve fiyat düşüşlerini getirmektedir.

Söz konusu gelişimin sonucunda, ABD'de 1986 yılında ortalama üretim büyüklüğü yılda yaklaşık 180.000 ton olan 4.000 adedin üzerinde kömür işletmesi varken, 1997 yılında ortalama üretim büyüklüğü yılda yaklaşık 540.000 tona yükselmiş ve işletme sayısı ise 2.000'in altına inmiştir. Konsolidasyon sonucunda üretim ölçeğinin büyümesi, ABD kömür işletmelerindeki verimliliğe olumlu şekilde yansımış, 1986-1997 döneminde adam-saat başına üretim iki katına yükselmiştir (Copley 2004a: s. Case Study 2–4).

Bununla beraber, küresel ticarete yönelik kömür endüstrisinde, konsolidasyona ilişkin birbirine zıt iki eğilim mevcuttur. Bir yandan, küresel ölçekte kömür ticareti yapan büyük şirketler düzeyinde önemli oranda konsolidasyon söz konusu iken, diğer yandan yeni ihracatçı ülkeler küresel pazardan aldıkları payı artırmakta, pazara yeni şirketler sokmaktadırlar. 1982 yılında dünya kömür ticaretinin %35,1'i ABD, %17,2'si Avustralya, %10,3'ü Güney Afrika, %3,7'si Almanya ve %2,7'si İngiltere'nin elindeyken, günümüzde özellikle Endonezya, Rusya, Çin ve Kolombiya'nın devreye girmesiyle dünya kömür ticareti yeni bir görünüm kazanmış, bu arada ABD'nin hakimiyeti önemli ölçüde kırılmıştır.

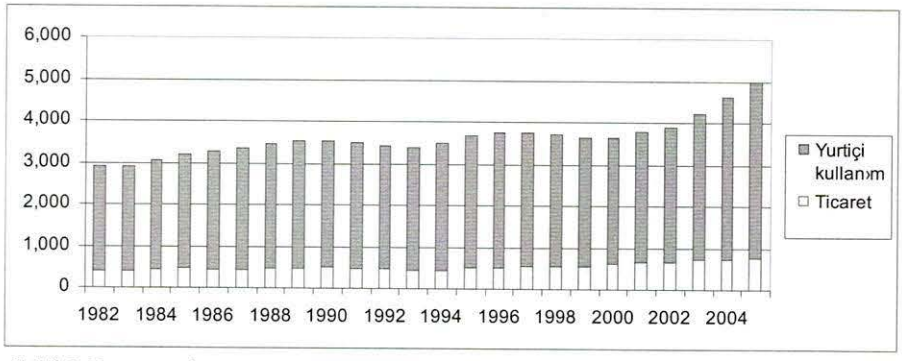
Kömür sektöründe uluslararası şirketlerin etkinliğinin diğer pek çok sektöre göre azımsanmayacak ölçüde olduğu görülmektedir. 2001 yılı itibariyle dünya taşkömürü üretiminin yaklaşık %27'sini toplam 10 uluslararası şirket yapmıştır. Toplam 4 uluslararası şirketin dünya kömür ticaretindeki payı ise 2001 yılı itibariyle %24 olmuştur (Copley 2004a). Dünya kömür üretim ve ticaretinde etkili olan uluslararası şirketler Çizelge 8'de verilmektedir.

Çizelge 8. Dünya kömür üretim ve ticaretinde uluslararası şirketler, 2001, (Copley 2004a)

Şirket	Üretim (m ton)	İhracat (mton)
Peabody	176	2,7
Rio Tinto	150,4	34,0
BHP Billiton	146,3	68,0
Arch Coal	105,5	0,6
RAG	93,4	7,0
Anglo Coal	77,5	34,2
Consol Energy	67,1	8,0
Sasol	57,3	3,5
AEI Resources	41,4	0,0
Massey	40,8	2,8
Triton Coal Co.	39,0	0,0
Luscar/Xstrata	37,0	19,5
Total	1031,7	180,3

Sektörde faaliyet gösteren uluslararası şirketlerin önemli bir özelliği, bu kuruluşların aynı zamanda madencilik sektörünün diğer alanlarında da faaliyette bulunmaları, kömür üretimini faaliyetlerinden sadece biri olarak ele almalarıdır. Bu tarz çalışma, kuruluşların riski dağıtmalarına ve daha karlı alanlarda yatırım yapabilmelerine imkan tanımaktadır. Risk yönetimi bakımından söz konusu kuruluşlar tarafından tercih edilen bir diğer unsur ise, dikey entegrasyondur. Kuruluşlar, bu suretle, özellikle taşıma ve elektrik üretimi alanlarına da yatırım yapmakta ya da bu sektörlerdeki diğer şirketleri satın alma veya onlarla birleşme yoluna gitmektedirler.

Dünya kömür ticareti üretimden daha hızlı artmaktadır. Dünya toplam taşkömürü üretimi 1995-2005 yılları arasında %36 artarken dünya kömür ticareti %57 artış göstermiştir. Aynı şekilde 1985-2005 yılları arasında dünya taşkömürü üretimi %55, buna karşın dünya kömür ticareti %69 artmıştır (IEA 2006b: s.I.33,I.63). Bununla beraber, dünya kömür ticaretinin, toplam üretimle karşılaştırıldığında oldukça düşük olduğu görülmektedir (Şekil 9). 2005 yılı itibariyle dünya kömür ticareti, toplam dünya üretiminin yalnızca yaklaşık %16'sıdır. Bu bakımdan, küresel ticaret söz konusu olduğunda kömür sektörünün pek çok diğer sektöre göre çok fazla küreselleştiği söylenemez.



Şekil 9. Dünya taşkömürü üretiminin yurtiçi kullanımı ve ticareti (milyon ton) (IEA 2006b)

Elektrik sektöründe deregülasyonun başta İngiltere olmak üzere özellikle Batı Avrupa kömür endüstrisi üzerine olumsuz etkileri olmuştur (Baldwin 1998 : s.27). Deregülasyon, ulusal kömür endüstrilerini kısa vadeli ticari baskılara açık hale getirmiş, bu durum uzun vadeli kömür endüstrisi yatırımlarını olumsuz etkilemiştir. Deregülasyon sonrası yeni doğalgaz santrallerinin piyasaya yoğun girişi olmuş, kömür kullanımı aynı oranda azalmıştır. Buna karşın elektrik üretimi amaçlı ithal kömür kullanımı ise artmıştır. Bununla beraber, elektrik üretiminde serbestleşme eğilimlerine daha ihtiyatlı yaklaşan Asya ve Kuzey Amerika ülkelerinde ise, kömür kullanımı artmaya devam etmektedir.

3. TÜRKİYE KÖMÜR ENDÜSTRİSİ

Kömür, yakın zamanlara kadar ülkemizin en önemli enerji kaynağı konumunda olmuştur. Gerek elektrik üretimi amacıyla gerekse ısınma ya da sanayi yakıtı amaçlı olarak yoğun şekilde kullanılan taşkömürü ve linyitleri üreten ülkemiz kömür endüstrisi, son yıllarda küreselleşme olgusunun tetiklediği bir dizi faktörün etkisi altına girmiş, özellikle 1980 sonrası gündeme gelen liberal ekonomi kapsamında kurulmaya çalışılan serbest piyasa mekanizmalarından önemli ölçüde etkilenmiştir.

3.1. Ülkemiz Kömür Rezervleri

Ülkemiz kömür rezervleri, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) kaynakları tarafından 1,1 milyar ton iyi kalite taşkömürü ve 8,3 milyar ton 868-5000 kcal/kg alt ısıl

değerine sahip linyit kömürü şeklinde verilmektedir (MTA 2007). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) ise, taşkömürü rezervini MTA gibi 1,1 milyar ton olarak vermekte, ancak 868-5000 kcal/kg alt ısıl değerine sahip linyit rezervini 7,96 milyar ton olarak yayınlamaktadır (ETKB 2007).

Bununla beraber, özellikle linyit rezervi konusunda son yıllarda önemli tartışmalar söz konusudur. Son birkaç yıldır, gerek kamu kuruluşları gerekse özel sektör tarafından yapılmakta olan yoğun linyit aramaları sonucunda ülkemiz linyit rezervlerinin artmış olması muhtemeldir. Bununla birlikte, bu konuda sağlıklı bilgi elde edebilmenin de, günümüzde, eski yıllara göre daha zorlaştığı gözlenmektedir.

Ülkemiz linyitlerinin genel olarak ısıl değerleri düşüktür. 8,3 milyar ton olarak belirlenen linyit rezervinin %0,84'ü 4.000 kcal/kg'dan yüksek, %5,16'sı 3.001-4.000 kcal/kg aralığında, %24,5'i 2.001-3.000 kcal/kg aralığında, %33,32'si 1.000-2.000 kcal/kg aralığında ve %3,18'i ise 1.000 kcal/kg'dan daha azdır (Anaç : 2003). Ancak, ülkemiz linyit rezervlerinin hemen hemen tamamı termik santrallerde değerlendirilebilecek özelliktedir.

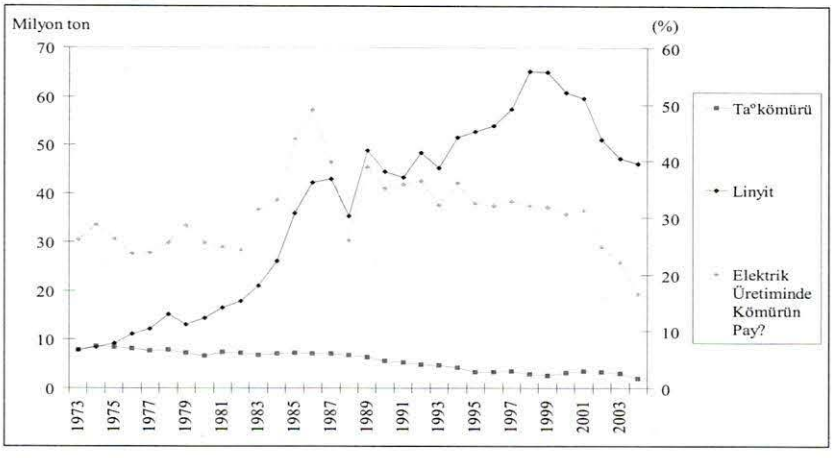
3.2. Üretimler

Osmanlı Dönemi'nde de önemli ölçülerde üretilen taşkömürünün, Cumhuriyet'in kuruluşundaki üretim miktarı 600.000 tonlar civarında olmuştur. Daha sonraki yıllarda hızla artan üretim, Havza'daki tüm sahaların Etibank'a devredildiği 1940 yılında 3 milyon ton düzeyinde gerçekleşmiştir. 1974 yılında 8,5 milyon ton düzeyine kadar yükselen tüvönan taşkömürü üretimi, özellikle 1980'li yıllardan itibaren hızla düşmeye başlamış ve 2006 yılında 2,3 milyon tona kadar gerilemiştir (TTK 2007).

Ülkemiz linyit üretimi ise, taşkömürüne göre çok daha sonra gündeme gelmiştir. Etibank'ın kuruluşuna kadar devlet, ancak zorunlu durumlarda linyit üretimi yapmıştır. Cumhuriyet'in kurulmasıyla beraber, özel sektör tarafından Amasya-Çeltek, Soma, Tavşanlı, Değirmisaz, Yerköy ve Gerenez'de linyit üretimleri yapılmış, ancak 1932 yılına kadar önemli bir üretim artışı gözlenmemiştir. Linyit üretimi bu tarihten itibaren sürekli artarak 1948 yılında 1 milyon ton düzeyine erişmiştir. Etibank; 1938 yılında Kütahya Değirmisaz Linyit Yatağı'nda, 1939 yılında Tavşanlı Tunçbilek Yatağı'nda ve 1939 yılında ise Manisa Soma Yatağı'nda linyit üretimine başlamıştır (Ulutan 1987).

Ülkemiz linyit üretimleri, özellikle 1970'li yılların başlarından itibaren, petrol krizlerine bağlı olarak elektrik üretimine yönelik linyit işletmeleri yatırımlarının başlaması ile hızlanmıştır. 1978 yılında çıkartılan "Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Yasa" ile özellikle elektrik üretimi için gerekli olan linyit yataklarının kamu kesimi tarafından işletilmesi imkânı yaratılmıştır. Bu düzenleme ile, sonraki yıllarda linyite dayalı termik santralların Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) tarafından kurulabilmesi sağlanmış ve petrole olan bağımlılık bu sayede bir ölçüde giderilebilmiştir. 1970 yılında yaklaşık 5,8 milyon ton olan linyit üretimi 1998 yılında yaklaşık 65 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Tamzok 2007a). Ancak, bu tarihten itibaren, özellikle enerji yönetimleri tarafından yapılan doğalgaz alım anlaşmaları nedeniyle, sürekli bir düşüş yaşayan linyit üretimi 2004 yılında 46 milyon tona kadar düşmüştür. Linyit üretimindeki bu azalma, yerli linyitlerimizin elektrik enerjisi amacıyla kullanım oranındaki azalışla paralel gitmektedir. Yıllar itibariyle ülkemiz taşkömürü ve linyit üretimleri ile elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı Şekil 10'da verilmektedir.

1990'lı yıllarda 40 milyon tonlara kadar dayanan Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) satılabilir linyit kömürü üretimi ise, 2006 yılında 27,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TKİ 2007 : s.36). Bu rakam, 2005 yılına göre %2 oranında bir artışı ifade etmekle birlikte, 2000 yılıyla karşılaştırıldığında %30 düzeyinde bir azalışı işaret etmektedir. Aynı durum TKİ'nin termik santral satışlarına da yansımış durumdadır. 2005 yılında 22,4 milyon ton olan santral satışları, ancak %3,7'lik bir artış ile 23,3 milyon ton olabilmiştir. TKİ'nin elektrik üretimi amaçlı kömür üretimi 2000 yılından bu yana %30 oranında azalmıştır.



Şekil 10. Yıllar itibariyle ülkemiz taşkömürü ve linyit üretimleri ile elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı (DEK/TMK 2003 : s.161, TKİ 2007, TTK 2007)

Elektrik Üretim AŞ'nin (EÜAŞ) termik santral amaçlı linyit üretimleri ise, 2005 yılına göre hemen hemen aynı düzeyde seyrederek 2006 yılında 21,1 milyon ton olmuştur. Bununla beraber, 2002 yılı ile karşılaştırıldığında, EÜAŞ kömür üretimleri yaklaşık 3 kat artmıştır.

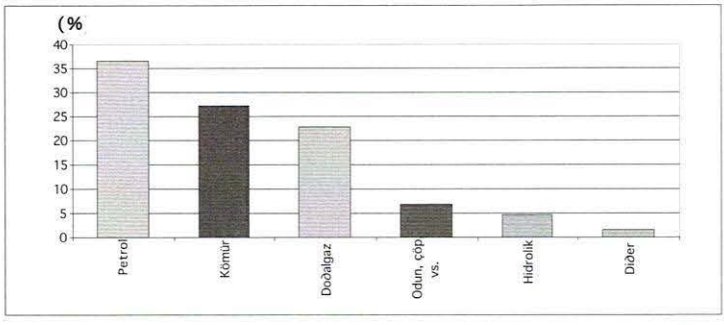
Dolayısıyla, özellikle termik santral amaçlı linyit üretimlerimizde son yıllardaki kan kaybı durmuş görünmektedir. Bununla birlikte, sadece 6-7 yıl önceki üretim değerlerine ulaşabilmek bakımından umutlu olmak için görünürde somut bir neden de bulunmamaktadır.

Linyit için durmuş görünen kan kaybı, taşkömüründe kararlı bir şekilde devam etmektedir. Türkiye Taş Kömürü Kurumu'nun (TTK) 2006 yılı satılabilir üretimi %12,3 oranında düşerek, 1,5 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (TTK 2007). Bu rakam, 2000 yılına göre yüzde 33 oranında bir azalışı ifade etmektedir. TTK'nın kömür üretimi hızla sıfır noktasına doğru ilerlemektedir. Zonguldak Havzası'ndan yapılan termik santral amaçlı kömür üretimi ise, 2006 yılında 1,6 milyon ton olmuştur. Bu miktarın 935 bin tonu TTK'nın kalan kısmı ise rodövanslı sahaların üretimidir.

3.3. Üretilen Kömürün Kullanımı

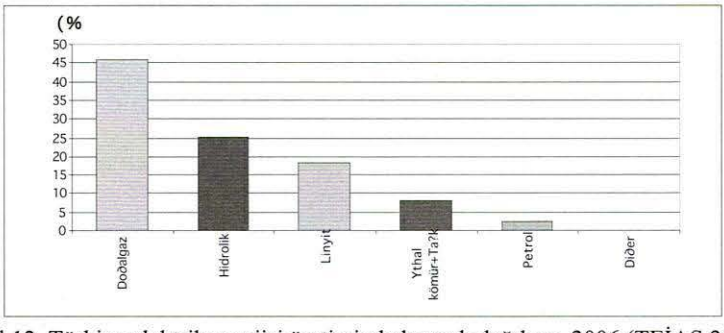
Ülkemizde, 2004 yılı itibariyle toplam birincil enerji arzı, 81,9 milyon ton petrol eşdeğeri olmuştur. Söz konusu arzın kaynaklara dağılımında, %36,7 ile petrol ilk sıradadır. Petrolü,

%27,3 ile kömür (%13,3'ü yerli kömür ve %14'ü ithal kömür), %22,8 ile doğalgaz, %6,8 ile odun, hayvan ve bitki artıkları, %4,8 ile hidrolik ve %1,6 ile diğer kaynaklar izlemektedir (IEA 2004). Söz konusu yılda toplam birincil enerji arzının %29,4'ü yurtiçi kaynaklardan sağlanmıştır. Toplam 24,1 milyon ton petrol eşdeğeri tutarındaki yurtiçi birincil enerji üretimi içerisinde kömürün payı %43,7 olmuştur. Ülkemizde 2004 yılı itibariyle toplam birincil enerji arzının kaynaklara dağılımı Şekil 11'de verilmektedir.



Şekil 11. Türkiye toplam birincil enerji arzının kaynaklara dağılımı, 2004 (IEA 2004).

2006 yılı itibariyle, ülkemizde, elektrik üretiminde kömür kullanımı %26,4 olmuştur. Bu oranın sadece %18,4'ü yerli linyit kömürünün, kalan %8'i ise ithal kömür ve taşkömürünün payıdır. 2006 yılı elektrik üretiminde doğalgaz %45,8, hidrolik kaynaklar %25,1, petrol %2,5 ve diğer kaynaklar ise %0,2 oranında kullanılmıştır (TEİAŞ, 2007). Ülkemizde 2006 yılı itibariyle elektrik üretiminde kullanılan kaynak payları Şekil 12'de verilmektedir.



Şekil 12. Türkiye elektrik enerjisi üretiminde kaynak dağılımı, 2006 (TEİAŞ 2007).

3.4. Ekonomide Serbestleşme Sürecinin Ülkemiz Kömür Endüstrisi Üzerine Etkisi

Dünya ekonomisinde 1970'li yıllarda ortaya çıkan durgunluk ile birlikte, mevcut ekonomi politikaları ve bu politikaların dayandığı teorik temeller sorgulanılmaya başlanmıştır. 1929 bunalımı ile başlayan gelişmelerin tam tersi bir hareket olarak ortaya çıkan ve kamu açıklarının en temel nedeni olarak kamu işletmelerinin verimsizliğini gören anlayış, kamu işletmelerinin özelleştirilmesi akımını 1970'li yılların sonlarından itibaren öncelikle

İngiltere'den ve kamu maden işletmelerinden başlatmıştır. Söz konusu akım diğer ülkeleri de etkileyerek hızla gelişerek yaygınlaşmıştır.

"Ekonomi yönetiminde kamusal mekanizmaların yerine piyasa mekanizmalarının konulması gerektiği, verimlilik ve refahın bu yolla sağlanacağı" şeklindeki "Yeni Sağ" politikaların Türkiye'ye yansımaları gecikmemiş ve bu doğrultuda önce planlı dönem üzerine bir sünger çekilmiştir. 1980 yılından itibaren ekonomide dışa açık gelişme stratejisi yürürlüğe konulmuştur. Bu çerçevede, dış ticaretin serbestleştirilmesinden özelleştirmeye, tarımsal destekleme politikalarından enerji politikalarına kadar çok geniş bir alan, Dünya Bankası ile yapılan Yapısal Uyum Kredi anlaşmalarında yer alan taahhütler doğrultusunda biçimlendirilmiştir.

Söz konusu gelişmelerin Türkiye madencilik sektörüne yansımaları, özellikle 1990'lardan itibaren hız kazanmıştır. Bu süreçte, madencilik sektöründe öne çıkan söylem "kamu madencilik kuruluşlarının özelleştirilmesi" olmuştur (Tamzok 2003: s.3).

Madencilik sektöründe, kamu girişimciliğinden vazgeçilerek, kamunun elindeki işletmelerin özelleştirmeler yoluyla özel sektöre devri ve bu yolla madencilik sektöründe yapısal dönüşümün sağlanması gereğini savunan görüşün temel gerekçeleri aşağıda özetlenmektedir:

i) Kamu işletmeciliği verimsizliğe neden olmaktadır, piyasa mekanizması içerisinde kaynakların etkin kullanımı sağlanacak, bu yolla kamu açıkları ortadan kalkacaktır;
ii) Özelleştirmeler ile rekabet sağlanacak, maliyetler ve fiyatlar düşecek, ekonomik verimlilik artacak, hizmet kalitesi yükselecektir;
iii) Ülkedeki sermaye sıkıntısı, yeni yapı ile aşılabilecektir.

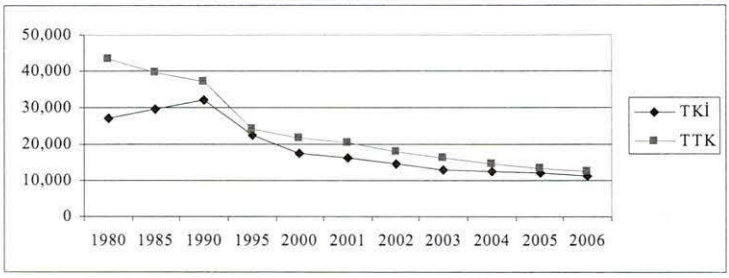
Bu dönemde, yukarıdaki gerekçelerle oluşturulmak istenen yeni yapıya ilişkin somut öneriler de ortaya konulmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından 1993 yılında düzenlenen Türkiye 2. Madencilik Şurası'nda, madencilik sektörünün geliştirilmesine yönelik olarak yapılan öneriler arasında, kömür sektörüne ilişkin olanlar aşağıda sıralanmaktadır (ETKB 1993: s.443-452):

"- *Zonguldak Taşkömürü Havzası'ndaki ocakların tümü göreceli olarak küçültülüp, "leasing" yoluyla özel teşebbüse devredilmeli, merkez atölyeleri ile ulaştırma araçları özel sektöre satılmalı, TTK'nın üretim faaliyeti olmayan tüm taşkömürü ruhsatları satış veya rödovans yolu ile özel şahıslara devredilmelidir,*
- *Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'na ait termik santralları besleyen kömür işletmeleri, beslediği santrallar ile birleştirilerek özelleştirilmelidir.*"

Türkiye 2. Madencilik Şurası'nda da vurgulanan ve madencilik sektörünün gelişmesini sağlayacağı varsayımı ile ortaya konulan öneriler doğrultusunda, öncelikle, söz konusu kuruluşlarda yapılması gerekli olan yatırımlardan vazgeçilmiştir. Yetersiz yatırım sonucunda teknolojik yıpranma ile karşı karşıya kalan kuruluşlar, doğal olarak her geçen gün verimlilikten daha da uzaklaşmışlardır.

Ekonomide serbestleşme sürecinin ülkemiz kömür endüstrisi üzerine önemli etkileri arasında, kamu kuruluşları tarafından dışarıdan sağlanan fayda ve hizmetlerde görülen artışlar ile yıllar

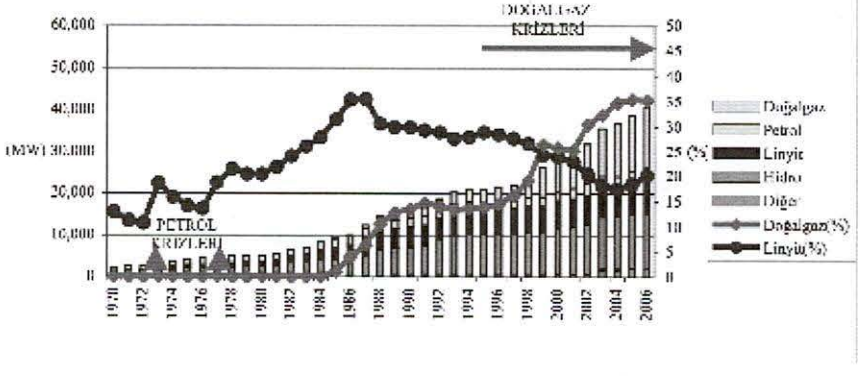
itibariyle kamu kurumlarındaki çalışan sayılarında azalmalar da bulunmaktadır. Yıllar itibariyle TKİ ve TTK'nın çalışan sayısına ilişkin gelişim Şekil 13'de verilmektedir.



Şekil 13. TKİ ve TTK kurumlarında yıllar itibariyle çalışan sayıları (TKİ 2007, TTK 2007).

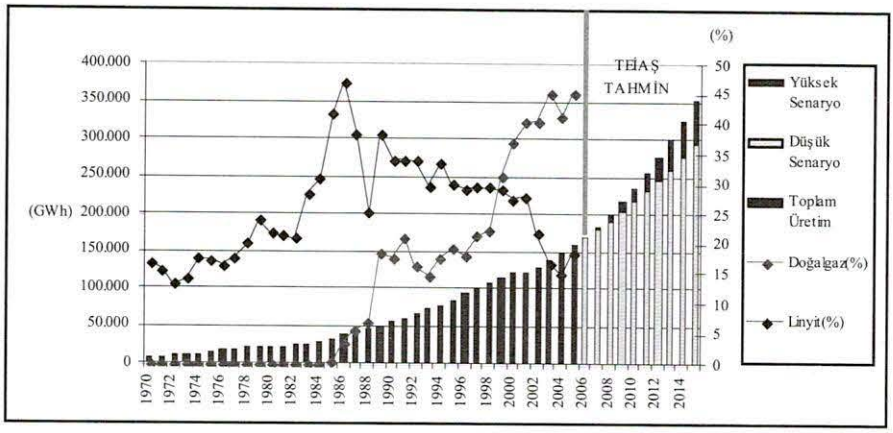
Ülkemiz kömür sektörünü asıl etkileyen unsur ise elektrik sektöründeki serbestleşme süreci olmuştur. Linyit üretimlerindeki düşüş, çok büyük ölçüde linyite dayalı termik santral yatırımlarının gerçekleşmesiyle ilgilidir. 1980 yılı öncesinde kurulan linyit santrallerinin toplam kapasitesi 1.047 MW olup toplam linyit santrali kurulu kapasitesinin %15'ini oluşturmaktadır. Linyite dayalı termik santral yatırımlarının önemli bir kısmı, büyük ölçüde 1973 ve 1977 petrol krizlerini izleyen yıllarda yapılmıştır. 1980 yılı sonrasında yapılan linyit santrallerinin toplam kapasitesi 7.164 MW'dır. Bununla birlikte, 1982-1994 yılları arasındaki 12 yılda toplam 4.219 MW gücünde linyite dayalı santral inşa edilirken 1994-2006 yılları arasındaki 12 yılda ancak 2.392 MW gücünde linyit santrali yapılabilmiştir. Yerli linyit kaynaklarının elektrik üretimi amaçlı kullanımına ilişkin söz konusu olumsuz gelişme, belirtilen süreçte santral yatırımlarının kamu tarafından değil, özel sektör sermayesi ile yapılması gerektiğine dair politika değişikliği nedeniyle ortaya çıkmıştır. Söz konusu politika değişikliğinin sonucu olarak, özel sermaye yerli kaynaklarımızı değil, sağladığı kamu garantileriyle ilk yatırım maliyeti daha düşük ve yatırım süresi daha kısa olan ithal doğalgaza dayalı santralleri tercih etmiştir.

Bu gelişmenin yanısıra, 1998 yılına kadar artış eğilimini sürdüren elektrik üretimi amaçlı linyit üretimi, ağırlığın ithal doğal gaza verilmesi sonucu 1999 yılından itibaren önce duraklama, daha sonra ise, belirgin bir düşüş dönemine girmiştir (Şekil 14).



Şekil 14. Kurulu güç içerisinde linyit ve doğalgaz santrallerinin payları (TEİAŞ 2007)

Elektrik enerjisi üretimi içerisinde linyitin payı bakımından durum daha da olumsuzdur. Santral amaçlı linyit üretimindeki düşüşler nedeniyle, ülkemizdeki linyit santralleri ve linyit işletmeleri, üretim kapasitelerinin son derece altında üretim yapmak zorunda kalmakta, bu durum üretim maliyetlerini olumsuz etkilemektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Brüt elektrik üretimi içinde linyit ve doğalgazın payı (TEİAŞ 2006, TEİAŞ 2007)

Bununla birlikte, ülkemizde, elektrik üretimi amacıyla kullanılabilecek önemli miktarlarda kömür rezervleri bulunmaktadır. Bu rezervlerin projelendirilmesiyle, mevcut linyit sahalarının önemli bir kısmından elektrik üretimi amacıyla yararlanılmış olacaktır. Böyle bir durumun gerçekleşmesi, kömür sektörümüzün geleceği bakımından olumludur. Bu yapı, kömür aramaları ile de desteklendiği taktirde yerli kömür kaynaklarımızdan yararlanabilme hedefimiz de gerçekleşmiş olacaktır.

Ancak, bu olasılığa, uluslararası kuruluşlardan ciddi itirazlar vardır. Aslında, bu itirazlar, ulusal enerji politikası belirleme ve uygulama hakkımıza da bir müdahale anlamına gelmektedir.

Müdahale cümleleri, Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2005 yılı "Türkiye Gözden Geçirme Raporu"ndan izlenebilmektedir (IEA 2005b): "*Kömür talebindeki büyümeye ilişkin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan projeksiyonlar, linyitin elektrik üretimi amacıyla artan bir şekilde kullanımı yönünde bir politikayı işaret etmektedir. Ancak, bu hususun, olacak bir şey değil, ama bir senaryo seçeneği olarak dikkate alınması gerekir. Diğer ülke deneyimleri göz önüne alındığında, kömür talebindeki söz konusu büyümenin liberal bir piyasada özel sektör tarafından gerçekleştirilebileceği şüphelidir. Elektrik üretiminde yerli kömür kaynaklarını kullanmaya zorlayan bir kamu müdahalesi ya da kömür üretimini yatırımcılar açısından cazip hale getirmeye yönelik herhangi bir sübvansiyon ya da teşvik, piyasa mekanizmalarını bozacak ve elektrik sektörünün tüm liberalleşme sürecine zarar verecektir.*" Dolayısıyla, kömür santralleri öngören senaryolar kağıt üzerinde yapılabilir. Ancak, bunların, mevcut piyasa yapısı ortada dururken gerçekleştirilme şansı bulunmamaktadır. Dolayısıyla, ülkemiz enerji gereksiniminde kömürün geleceği, uluslararası kuruluşlar tarafından israrla önerilen elektrik sektörünün neo-liberal yapısına bağımlıdır.

Bununla beraber, ülkemiz elektrik sektöründe 1980 sonrası uygulanan politika, ülkenin kendi iç ihtiyaçlarının analiz edilmesi ve ulusal bilgi birikiminin kullanılması suretiyle formüle edilmiş ya da oluşturulmuş değildir. Söz konusu politika, Türkiye'nin 1980 sonrası liberalizasyon süreci boyunca, Dünya Bankası ve IMF gibi uluslararası finans kuruluşlarıyla olan etkileşiminde ya da AB sürecinde, olmazsa olmaz bir zorunluluk olarak sürekli karşısına konulmuştur. Dünya Bankası danışman firmaları tarafından ülkemiz elektrik sektörünün yeni yapısına ilişkin olarak oluşturulan çerçeve, Dünya Bankası tarafından hemen her ülkeye önerilen standart piyasa modelidir. Ülkemiz koşullarına özgü bir tarafı bulunmadığı gibi, kendi uzmanlarımızın modele katkısı da son derece sınırlıdır.

Bununla beraber, ortaya konulan başlangıç varsayımları son derece cazip olan söz konusu politika, dünyadaki pek çok ülke gibi ülkemizde de uygulanmaya çalışılmıştır. Bununla beraber, politikanın sonuçları başlangıçta beklenildiği gibi olmamıştır.

Yeni yapıda özel sektör, kamu mülkiyetindeki varlıkların satın alınması ya da belirli bir sektörde faaliyet gösterebilme hakkının elde edilmesi amacıyla yatırım yapmış, buna karşılık, yeni tesis yatırımı ya da mevcut tesislerin iyileştirme, yenileme ya da kapasite artırımı şeklinde yapılan yatırımlara ilgi göstermemiştir. Özel sermaye, kamu tarafından uzun dönemli "al ya da öde" anlaşmalarıyla gelir garantileri sağlandığı taktirde yatırıma yanaşmış, elektrik sektöründe risk alma konusunda son derece gönülsüz davranmıştır. Yeni yapı ile, sektörde planlama kavramı yerini piyasa mekanizmalarına bırakmıştır. Bunun sonucu olarak sermaye, devletten çeşitli garantiler sağlayarak ilk yatırım tutarı ve yatırım süresi kısa ama işletme (özellikle yakıt maliyetleri) yüksek projeleri tercih etmiş, bunun sonucunda ülkede enerji arz güvenliği sorunu ortaya çıkmıştır.

Söz konusu olumsuz süreçte, devlet garantileri verilmek suretiyle, elektrik sektörüne bir ölçüde özel sermaye çekilebilmiş, ancak, Elektrik Piyasası Kanunu'nun yürürlüğe girmesinden itibaren yeni garantilerin verilmiyor olması nedeniyle söz konusu yatırımların arkası gelmemiştir. TEİAŞ tarafından yapılan tahminlere göre, Türkiye elektrik talebinin karşılanabilmesi için her yıl yapılması gereken 2 ila 3,3 milyar Dolar tutarındaki yatırımın nasıl yapılacağına ilişkin olarak sektör kilitlenmiş durumdadır. Bu süreçte, kaynak kullanımı yerli kaynaklar aleyhine bozulmuş ve ülkenin enerji güvenliği önemli boyutlarda tehdit altına girmiştir.

Elektrik üretiminde kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre dağılımında özellikle 1990'lı yılların sonundan itibaren, büyük oranda doğalgaza bağımlılık ortaya çıkmıştır. Bu süreçte, yerli kaynaklara dayalı yatırımlardan büyük oranda vazgeçilmiş, ithal kaynaklara yönelinmiştir. Rüzgar, güneş ya da jeotermal gibi kaynakların kullanımları ise neredeyse yok düzeyinde kalmıştır. Elektrik sektörünün bu yapısında, özel sermaye, kömüre dayalı santral kurmayı ise –özellikle garantiler yoksa- tercih etmemektedir.

Bu süreçte, özel sektör tarafından kömüre dayalı yapılan tek santral, 2004 yılında, Adana'nın Yumurtalık İlçesi'nde bir Alman konsorsiyumunca inşa edilen Sugözü Termik Santralı'dır. 1.210 MW gücündeki bu santral, Kolombiya'dan getirilen kömürlerle çalıştırılmaktadır. Sadece 150-200 kilometre uzakta bulunan Adana Tufanbeyli İlçesi'nde ve Kahramanmaraş Elbistan Havzası'nda termik santrallerde tüketime uygun önemli miktarlarda kömür rezervleri

bulunmaktayken, binlerce kilometre uzaktaki Kolombiya'dan Türkiye'ye kömür ithal edilmesi, mevcut yapının çarpıklığını göstermesi bakımından önemlidir.

Oysa, ülkemizin, ne ithal kömüre ne de ithal doğalgaza mahkumiyeti bir zorunluluk değildi ve bugün de değildir. Türkiye'nin, ithal doğalgaz karşısında geliştirebileceği yerli kaynaklara dayalı alternatif projeleri her zaman bulunmaktadır. Söz konusu alternatif projeler arasında en önemlilerinden biri de Afşin Elbistan Linyit Havzası Projesi'dir.

Ülkemizin sahip olduğu linyit rezervlerinin yaklaşık %45'i Afşin-Elbistan Linyit Havzası'nda bulunmaktadır. Yaklaşık 4 milyar ton rezerve sahip Afşin-Elbistan Linyit Havzası, Türkiye'nin elektrik enerjisi amaçlı kullanılabilecek en önemli linyit potansiyeline sahiptir. Havzada mevcut işletilebilir rezerv ile 30 yıl boyunca yaklaşık 8.600 MW santralı besleyebilmek mümkündür. Toplam 2.800 MW'lık santralın devrede olduğu dikkate alındığında, kalan rezervden yapılacak kömür üretimi ile kurulacak termik santral kapasitesi 5.800 MW olmaktadır (Tamzok 2007b). Söz konusu kapasitenin, yapılmakta olan aramalarla daha da yükseleceğine ilişkin somut işaretler bulunmaktadır.

Afşin-Elbistan Havzası'na, elektrik enerjisi üretimi amaçlı olarak öncelik verilmesini gerekli kılan göz ardı edilemeyecek gerekçeler söz konusudur. Havza'nın doğru planlama ile değerlendirilmesiyle, ülkemiz önemli miktarlarda enerji ithalatından kurtulmuş olacaktır. Yerli kaynağın kullanılıyor olması bakımından, ülkemiz enerji güvenliğinin sağlanmasına yönelik ciddi bir katkı söz konusu olacaktır. Havzada mevcut diğer tesislerden elde edilen deneyim ile yeni tesisler çok daha kısa sürede işletmeye alınabilecektir. Havza madenciliği ile yörede önemli bir istihdam yaratılmış olacak, bu durum bölgedeki göçü sınırlayacaktır. Ayrıca, proje ile, yörede diğer bölgesel sanayilerin gelişmesi suretiyle dolaylı istihdam da yaratılmış olacak, bölge için önemli bir gelir kaynağı oluşturulacaktır. Havzadan bugün üretilmekte olan elektriğin üretim maliyetleri hidrolik santrallar ile yarışabilecek düzeydedir. Bu bakımdan, elektrik üretiminde önemli bir maliyet avantajından yararlanılmış olacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye elektrik üretiminde kullanılan birincil enerji kaynak payları yıllar içerisinde önemli bir değişim göstermiştir. Önceki yıllarda yerli kömür ve ithal sıvı yakıtlar[1] ağırlıklı kaynak kullanımı, özellikle son yıllarda ithal doğalgaz lehine gelişmiştir. 1970'li yıllardaki petrol krizlerinden sonra geliştirilen politikalar sonucu 1980'li ve 1990'lı yıllarda bir ölçüde korunabilen yerli kaynak ağırlığı 2000'li yıllarla birlikte büyük oranda bozulmuş ve elektrik üretiminde kullanılan ithal kaynak oranı %55'lere kadar yükselmiştir. Elektrik üretiminde kaynak payları ile yerli kaynak kullanım oranının gelişimi Çizelge 9'da verilmektedir.

Söz konusu politikalar sonucu geldiğimiz noktada, kamu[2] kurulu gücü, büyük oranda yerli kömür ve hidrolik kaynaklara dayalıyken (kömür %31,4, hidrolik %48, doğalgaz %16,8 ve %3,8 sıvı yakıtlar), özel sektör büyük oranda dışa bağımlı kaynaklara dayalı santrallar (%1,5 yerli kömür, %10,6 ithal kömür, %11,3 hidrolik, %63,2 doğalgaz, %13,4 sıvı yakıtlar) tesis etmiştir. Dolayısıyla, kamu sektörü kurulu gücünün ithal kaynaklara bağımlılığı %20 düzeyindeyken, özel sektörün ithal kaynak bağımlılığı ise %87 düzeyinde olmaktadır.

[1] Fuel-oil, motorin, lpg ve nafta.
[2] EÜAŞ ve EÜAŞ'nin bağlı ortaklıkları.

Çizelge 9. Elektrik Üretiminde Birincil Enerji Kaynak Payları (%) (TEİAŞ 2007)

Yıllar	Taş-kömürü	Linyit	Sıvı yakıt	Yenilenebilir +atık	Doğalgaz	Hidrolik	Jeotermal+ Rüzgar	Yerli Kaynak Oranı
1960	35,8	18,9	8,3	1,4	0	35,6	0	91,7
1970	16,0	16,7	30,2	1,9	0	35,2	0	69,8
1980	3,9	21,7	25,0	0,6	0	48,8	0	75,3
1990	1,1	34,0	6,8	0	17,7	40,2	0,2	75,5
2000	3,1	27,5	7,5	0,2	37,0	24,6	0,1	55,5
2006	8,1[3]	18,4	2,5	0,0	45,8	25,1	0,1	45,2

Bununla beraber, Türkiye'nin doğalgaz bağımlılığının bir faturası bulunmaktadır. Türkiye'nin petrol ve doğalgaz dahil, ithal ettiği enerjinin faturası yılda 25 milyar doları aşmıştır. Bu düzeyiyle enerji ithalatı, dış ticaret açığının en önemli kısmını oluşturmaktadır. Elektrik üretiminde yerli kaynaklardan uzaklaşılarak giderek ithal doğal gaza bağımlılık, elektrik maliyetlerinin çok büyük oranda artması sonucunu doğurmuştur.

Sonuç olarak, bugün geldiğimiz noktada ülkemiz kömür endüstrisinin önündeki en büyük engel liberal elektrik piyasasıdır. Bu piyasada, 25 yıl boyunca her türlü model denenmiş, sayısız yasal düzenleme yapılmış, yeni strateji belgeleri hazırlanmış olmasına karşın, bugün gelinen noktada, elektrik sektöründeki yatırımların kim tarafından ve hangi yöntemle yapılacağı hala belirsiz görünmektedir.

Yeni yapı ile sektörde, planlama kavramı yerini piyasa mekanizmalarına bırakmıştır. Bunun sonucu olarak sermaye, devletten çeşitli garantiler sağlayarak ilk yatırım tutarı ve yatırım süresi kısa ama – özellikle yakıt olmak üzere- işletme maliyetleri yüksek projeleri tercih etmiş, bunun sonucunda da enerji arz güvenliği sorunu ortaya çıkmıştır. Elektrik sektöründeki söz konusu politika nedeniyle, bugün, ülkemizde yerli kaynaklar kullanılmamakta, enerji güvenliği giderek ulusal güvenlik tehdit altına sokulmaktadır. Politikanın, ulusal güvenlik kaygısını yeterince taşımaması, "transfer" edilmiş olması bakımından doğaldır.

Sonuç olarak, birbirlerini beslemeleri gereken elektrik sektörü de kömür sektörü de bir darboğaz içerisine girmiştir. Her iki sektörde de, yatırımlar ne kamu ne de özel sektör tarafından yapılamamakta, elektrik fiyatlarındaki yükseliş engellenememektedir. Yüksek elektrik maliyetleri nedeniyle sanayi sektörleri rekabet güçlerini büyük oranda yitirmektedirler. Ülkemiz enerji sektöründe yerli kömür kaynaklarımızın geleceği, büyük oranda, ülkemiz enerji yönetimlerinin sorunu doğru teşhis ederek özgün bir enerji modeli ortaya koyabilmelerine bağlı olacaktır.

KAYNAKLAR

Anaç, S. (2003), **Enerji Politikalarında Kömürün Yeri**, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu İnternet Sitesi, <http://www.tki.gov.tr>, (Erişim tarihi: 30 Kasım 2005).

Baldwin, Nick (1998), "The Effect of Electricity Deregulation on the Coal Industry", **Future Role of Coal - Markets, Supply and the Environment**, prepared by International Energy Agency Coal Industry Advisory Board, Paris.

[3] %6,5 oranındaki kısım ithal taşkömürüdür.

Borkowski, Zygmunt (2004), "Coal Production, Productivity and Profitability: The Promise of Restructuring, Integration and Consolidation", **Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal**, A Report of the World Energy Council, Part I, Chapter 2, London.

British Petroleum (BP) (2007), **Statistical Review of World Energy 2007**, London.

Copley, Christine (2004a), "Globalisation and Consolidation in the Coal Industry", **Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal**, A Report of the World Energy Council, Part III, Case Study 2, London.

Copley, Christine (2004b), "Coal Demand and Trade: Growth and Structural Change in a Competitive World Market", **Sustainable Global Energy Development: The Case of Coal**, A Report of the World Energy Council, Part I, Chapter 1, London.

Dünya Enerji Konseyi/Türk Milli Komitesi (DEK/TMK) (2003), **2002 Enerji İstatistikleri**, Türkiye 9. Enerji Kongresi, Eylül, İstanbul.

Energy Information Administration (EIA) (2007), **International Energy Outlook 2007**, Washington.

Energy Watch Group (EWG) (2007), **Coal: Resources and Future Production**, EWG-Paper No. 1/07.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) (1993), **Türkiye 2. Madencilik Şurası**, Kozan Ofset, Ankara.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) (2007), **Türkiye'nin Maden Potansiyeli**, <http://www.enerji.gov.tr/madenpotansiyel.htm>, (Erişim tarihi: Ekim 2007).

International Energy Agency (IEA) (2004), **Energy Statistics 2004**, <http://www.iea.org/Textbase/country/index.asp>, (Erişim tarihi: Ekim 2007).

International Energy Agency (IEA) (2005a), **Key World Energy Statistics 2005**, Paris.

International Energy Agency (IEA) (2005b), **Energy Policies of IEA Countries - Turkey 2005 Review**, Paris.

International Energy Agency (IEA) (2006a), **Key World Energy Statistics 2006**, Paris.

International Energy Agency (IEA) (2006b), **Coal Information 2006**, Paris.

International Energy Agency (IEA) (2007), **Key World Energy Statistics 2007**, Paris.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) (2007), **Türkiye Maden Rezervleri**, <http://www.mta.gov.tr/madenler/turmaden/tur_rez.html>, (Erişim tarihi: Ekim 2007).

Tamzok, Nejat (2003), "Küresel Politikalar ve Türkiye Madencilik Sektörü", **Neoliberal Politikalar ve Kamu Yönetimi Sempozyumu Bildiriler Kitabı**, KİGEM, Ankara.

Tamzok, Nejat (2007a), **Kömür Yerinde Sayıyor**, EMOEnerji Dergisi, Sayı: 1, Ankara.

Tamzok, Nejat, (2007b), "Afşin-Elbistan Linyit Havzası ve Enerji Yönetiminde Planlama Hataları", **EMOEnerji Dergisi**, Sayı: 2, Ankara.

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) (2006), **Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2006 – 2015)**, Ankara.

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ) (2007), **Türkiye Elektrik İstatistikleri**, <http://www.teias.gov.tr>, (Erişim tarihi: Ekim 2007).

Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) (2007), **2006 Yılı Faaliyet Raporu**, Ankara.

Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) (2007), **Taşkömürü Üretim Miktarları**, <http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?entityType=HTML&id=133>, (Erişim tarihi: Ekim 2007).

Ulutan, Burhan (1987), **Etibank, 1935-1985**, Ankara.

World Energy Council (WEC) (2000), **Restructuring and Privatizing the Coal Industries in Central and Eastern Europe and the CIS**, London.

World Energy Council (WEC) (2004), **Sustainable Global Energy Development: The Case Of Coal**, A Report of the World Energy Council, London.
World Coal Institute (WCI) (2002), **Industry As a Partner for Sustainable Development: Coal**, London.
World Coal Institute (WCI) (2005), **The Coal Resource - A Comprehensive Overview Of Coal**, London.
World Coal Institute (WCI) (2007), **Coal Facts**, 2007 edition with 2006 data, London.

Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Oğuz Türkyılmaz

TMMOB
MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI
ENERJİ ÇALIŞMA GRUBU BAŞKANI

DÜNYA ENERJİ DURUMU

2000 YILI TÜKETİMİ KAYNAK BAZINDA

FOSİL YAKITLAR : (petrol-kömür-doğalgaz) 8089 MTEP
HİDROLİK : 610 MTEP
NÜKLEER : 584 MTEP

TOPLAM BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİNDEKİ FOSİL KAYNAKLARIN PAYI %87

DÜNYA BİRİNCİL VE ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMLERİ
2000 YILI
DÜNYA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ : 9285 MTEP
DÜNYA ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ : 15 399 MİLYAR kWh
2020 YILI
DÜNYA BİRİNCİL ENERJİ TÜKETİMİ : 13 529 MTEP
DÜNYA ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ : 24 371 MİLYAR kWh

Enerji tüketiminde ve elektrik enerjisi tüketiminde % 60 ın üzerinde bir artış!
2020 lerde ELEKTRİK ÜRETİMİNDE;
- Petrolün Payı Azalıyor
- Kömür %30 da kalacak
- Doğal Gaz Payı ciddi şekilde artacak
- Nükleer Payı %12
- Yenilenebilir Enerji Payı % 20 civarında

TÜRKİYE'NİN BİRİNCİL ENERJİ DURUMU

· *TÜRKİYE'NİN BİRİNCİL ENERJİ TALEBİ*

- *2020 YILI TALEBİ .....222,1 MTEP*
- *2005 YILINDA .....90,2 MTEP*
- *TALEBİN YERLİ ÜRETİMLE KARŞILANMA ORANI*
- *2005 YILI .....% 26,5*
- *2020 YILI İÇİN İSE .....%29,6 CİVARINDA OLMASI BEKLENİYOR..*
- *2020 YILINDA %80' LERE ULAŞMASI BEKLENEN İTHALATIN %70'LER CİVARINDA TUTULMASI HEDEFLENMEKTEDİR*
- *1990 İLE 2004 YILI ARASINDA ENERJİ KAYNAK LARI TÜKETİM YAPISI DEĞİŞMİŞ*
- *Doğal gazın talebi % 5,9 dan %23'e ve 2005 yılında %25,4'e ulaşmış,*
- *Kömür'ün payı % 31' den % 27'ye düşmüş,*
- *Hidrolik enerjinin payı iki kat artarak % 5'e yükselmiş,*
- *Ticari olmayan kaynakların tüketiminde ciddi bir düşme görülmüştür.*

GENEL ENERJİ TALEP ÇALIŞMASI

ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI TARAFINDAN YAPILAN GENEL ENERJİ TALEP ÇALIŞMASI SONUÇLARI

ELEKTRİK ENERJİSİ ARZ TALEP DENGESİ

ARZ-TALEP DURUMU (ETKB VERİLERİ)

2006 YILI ENERJİ TEMEL GÖSTERGELERİ

Enerji Talebi sürekli artıyor.

Yıllık ortalama;

– Birincil enerji %4-5

– Elektrik Enerjisi % 7-8

Türkiyenin Enerji Yoğunluğu 0,35

– OECD ortalaması 0,19

- Birincil Enerji Tüketimi 92,3 mtep
- Kişi Başına 1,3 tep/yıl

– Dünya ortalaması 1,7 ve OECD ortalaması 4,5 civarında.

- Kişi Başına elektrik tüketimi 2 103 kWh/yıl

– Dünya ortalaması 2-2,5 ve OECD ortalaması 8,5 civarında.

TÜRKİYE ENERJİ KAYNAKLARI REZERV MİKTARLARI

Enerji de Dışa Bağımlılık 2006

İthal Enerji Kaynaklarına Bağımlılık 72 %

Yerli Birincil Enerji Üretiminde Paylar 2006

- Kömür % 43

• Petrol ve Doğal Gaz % 10

• Hidrolik % 16

• Diğer yenilenebilir; rüzgar, jeotermal % 0,5

• Diğer ticari olmayan kaynaklar % 22,7

Birincil Enerji Tüketiminde Paylar 2006

Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi (GWh)

Kaynaklara Göre Kurulu Güç MW

Sektörel Enerji Tüketimi

YENİLENEBİLİR ENERJİ

• Sürekli olarak yenilenen doğal süreçlerden elde edilen Güneş, Rüzgar, Biyokütle, Biyo yakıtlar, Jeotermal, Hidrolik güç, Okyanus kaynakları ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen hidrojen yenilenebilir enerjidir.

• Yenilenebilir enerji doğrudan veya elektrik şeklinde kullanılan sıfır emisyonlu enerji kaynağı olarak kabul edilen enerjidir.

• 2001 yılında küresel ölçekte toplam birincil enerji enerji tüketiminin % 13.5 yenilenebilirden karşılanmıştır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ ÜRETİMİ ve TÜKETİMİ

• Türkiye'de 2006 yılında hidrolik dahil yenilenebilir enerji kaynakları üretim ve tüketimi 10,3 Mtep dir.

• Birincil enerji arzının %12 si yenilenebilirden karşılanmıştır.

• Birincil enerji kaynakları üretiminin üçte ikisinden fazlası biyokütle ağırlıklı olarak odun ve hayvan artıkları formunda

• Geride kalan üçte bir yenilenebilir enerji kaynağının da büyük çoğunluğunu hidrolik enerji oluşturmaktadır.

• Hidrolik enerji 2006 yılında toplam elektrik enerjisi üretiminin % 25 ini sağlamıştır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ

• Avrupa yenilenebilir enerjinin kullanılması konusunda politik düzeyde Dünyada lider konumunda

• Sektörün 2005 yılındaki yıllık cirosu 15 milyar € sektörde 250.000 kişiden fazla istihdam yaratılmıştır.

YENİLENEBİLİR ENERJİ

• 1997 yılında Avrupa Komisyonu Beyaz Bidirisi;

– AB enerji sektörü içindeki yenilebilir enerjinin payını, 2010 yılında % 6 dan % 12 ye, elektrik tüketiminde % 22.1 e

– biyo yakıt kullanımını yakıt kullanımı içinde % 5.75 e çıkartmayı öngörmüştür.

• Şimdilerde ise 2020 yılında yenilenebilir enerjinin

– tüm enerji tüketimi içinde % 20

– elektrikte % 33 pay alması konusunda görüşler hakim olmaya başlamıştır. Bu hedeflerin de yıllık 778 milyon ton sera gazı azalması sağlayacağı hesaplanmaktadır.

• *AB, 2001/77/ec sayılı direktifi ile AB ülkeleri için 2010 yılına kadar tükettikleri elektrik enerjisinin %21'inin yenilenebilir kaynaklardan karşılanmasını öngörülmektedir.*

• *Bu amaçla CO2 emisyonu yaratan yakıtlara ek vergiler getirilmiş, yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji için de yeşil sertifika, yatırım desteği, vergi indirimi, ekolojik vergi geri ödemesi gibi teşvik uygulamaları geliştirilmiştir.*

Rüzgar

Türkiye'nin, bugünkü teknik, coğrafik ve sosyal koşullarda, rüzgâr enerjisi ekonomik potansiyeli 48.000 MW olarak belirlenmiştir.

• Yapılmak üzere lisans verilmiş olan rüzgâr santralarının toplam kurulu gücü 1293 MW

• Toplam 7860 MW'lık rüzgâr santralı kurmak üzere yapılmış 183 adet lisans başvurusu bulunmaktadır. Halen EPDK tarafından değerlendirilmekte olan bu başvuruların gerçekleşmesinde bazı güçlükler görülmektedir.

•Halihazırda şebeke bağlantılı 5 rüzgâr santralarının toplam kurulu gücü 131,35 MWe olup 2006 da 130 GWh enerji üretmiştir.

• 2007 de 156 MW ve 2008 de 405 MW daha kurulu gücün devrede olması planlanmıştır.

Jeotermal Enerji

Güneş Enerjisi

Biyokütle ve Bioyakıtlar

• Ana bileşenleri karbo-hidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler "Biyokütle Enerji Kaynağı", bu kaynaklardan üretilen enerji ise "Biyokütle Enerjisi" olarak tanımlanmaktadır.

• Yıllar bazında genel enerji dengeleri içinde payı azalan biyokütle, 2006 yılında birincil enerji üretiminde %19 ve tüketiminde % 6 pay almıştır. Biyokütle, toplam kömür üretiminden sonra Türkiye'nin birincil enerji üretiminde ikinci sıradadır. Yenilenebilir enerji arzının yaklaşık üçte ikisini (5,2 Mtep) biyokütle (odun, hayvan ve bitki artıkları) oluşturmaktadır.

• Tarımsal atıkların yıllık enerji potansiyelinin 15-20 mtep olduğu hesaplanmaktadır. Çöp ve atıklardan elektrik enerjisi üretimi için toplam 28 MW civarında kurulu güce sahip bir çok ünite resmi lisans sahibidir

•2006 bio-diezel üretim kapasitesi 1,5 miyon ton/yıl bio-etenol üretimi 150 miyon litre/yıl a ulaştı.

Hidrojen Enerjisi

• UNIDO tarafından desteklenen Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojleri Merkezi (International Centre for Hydrogen Energy Technologies (ICHET)) İstanbul'da kuruldu. Bu merkezin uluslararası düzeyde ugulamalı araştırma ve geliştirme çalışmaları yapması planlanmıştır.

• Türkiye'de hidrojen enerjisi konusunda pek çok proje yürütülmektedir.

Sonuç

Türkiye bugüne kadar enerji ihtiyacını esas olarak yeni enerji arzı ile karşılamaya çalışan bir politika izlemiştir. Dağıtımda, kaçaklarla birlikte %20'nin üzerine ulaşmış kayıplar ve nihai sektörlerde yer yer %50'nin üzerine çıkabilen enerji tasarrufu imkanları göz ardı edilmiştir. Enerji ihtiyacını karşılamak üzere çok pahalı yatırımlar yapılmış ve diğer yandan bu kayıplar devam ederek, enerjideki dışa bağımlılık Türkiye için ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bundan sonraki politika "önce enerji tasarrufu için yeni yatırım yapılması, bu yatırımlarla sağlanan tasarruflar yeterli olmaz ise yeni enerji üretim tesisi yatırımı" olmalıdır. Önümüzdeki yıllarda yaşanması beklenen enerji sıkıntısının aşılması için yapılması gereken en önemli uygulama tasarrufa yatırımdır.

Öneriler

1. Ülkemizde enerji sektöründe 20 yıldır uygulanan politikalarla toplumsal ihtiyaçlar ve bunların karşılanabilirliliği arasındaki açı her geçen gün daha da artmaktadır. Enerji politikaları üretimden tüketime bir bütündür, bütüncül bir yaklaşım esas olmalıdır. Ülkemiz gerçekleri de göz önüne alınmak şartıyla, enerji sektörünün gerek stratejik önemi gerekse kaynakların rasyonel kullanımı açısından düzenleme, planlama, eşgüdüm ve denetleme faaliyetlerinin koordinasyonu açısından merkezi bir yapıya ihtiyaç vardır. Enerji sektörüne yönelik politikaların belirlenmesinde toplumun tüm kesimlerinin ve konunun tüm taraflarının görüşleri alınmalı ve söz konusu merkezi yapı özerk bir statüde olmalıdır. Genel olarak enerji planlaması, özel olarak elektrik enerjisi ve doğal gaz üretimi-tüketim planlamasında politika ve önceliklerin tartışılıp, yeniden belirleneceği geniş katılımlı bir platform oluşturulmalıdır.

2. Türkiye'nin bir enerji envanteri çıkarılmalıdır. Kamusal planlama, kamusal üretim ve yerli kaynak kullanımını reddeden özelleştirme politikalarından vazgeçilmeli, kamunun eli kolu bağlanmamalı ve kamu eliyle yatırımlar yapılmalıdır. Yetişmiş ve nitelikli insan gücümüz özelleştirme uygulamaları ve politik müdahalelerle tasfiye edilmemelidir. Enerjinin üretimi ve yönetiminde en temel unsur olan insan kaynağımızın eğitimi, istihdamı, ücreti v.b. konular enerji politikalarının temeli olmalıdır.

3. TEİAŞ tarafından hazırlanan ve 2007-2020 dönemini kapsayan enerji talep tahminleri çalışması, EPDK ile mutabakat sağlanamadığı için yayınlanmamıştır. Ülkenin enerji planlamasında temel alınan bu çalışma taslak olarak kamuoyunun bilgi, görüş ve eleştirisine sunulmalı, ilgili tüm tarafların katılacağı geniş katılımlı, demokratik yapılı tartışmalar sonunda oluşacak görüş birliği temelinde kesinleştirilmelidir.

4. ETKB Enerji İşleri Genel Müdürlüğünün, Uluslararası Enerji Ajansı modelini esas alarak hazırlık çalışmalarını sürdürdüğü yeni Ulusal Enerji Talep Tahmin Modeli, taslak olarak, kamuoyunun bilgi ve görüşüne sunulmalı, mesleki kuruluşlar, uzmanlar ve akademisyenlerin katılacağı tartışmalar sürecinde oluşan görüş ve öneriler dikkate alınarak modele son biçimi verilmelidir.

5. EPDK, lisans verirken, ulusal ve kamusal çıkarları gözeten ve toplumsal yararı esas alarak hazırlanmış olan Enerji Talep ve Yatırım Tahminlerini esas almalı, ithal kömüre dayalı yeni santral projelerine lisans vermemelidir. Doğal gaz yakıtlı yeni projeler, elektrik enerjisi üretimi içinde doğal gazın payının düşürülmesini öngören hedef ve politikalara uygun olmalıdır.

Öneriler

6. EPDK verdiği lisansları takip etmeli, yatırımlarını gerçekleştirmeyen kuruluşların lisanslarını iptal etmelidir.

7. Enerji üretiminde ağırlık yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına verilmelidir. Enerji planlamaları ulusal ve kamusal çıkarların korunmasına ve toplumsal yararın arttırılmasını hedeflemelidir.

8. Enerji üretiminde yerli teknoloji, makine ekipman üretim çalışmaları desteklenmelidir. Rüzgar türbinlerinin, hidrolik türbinlerin, jeotermal enerji ekipman ve cihazlarının, termik santral kazan ve

ekipmanlarının Türkiye'de üretimine yönelik çalışmalar bir Master Plan dahilinde ele alınmalı, yerli üretim desteklenmelidir. Bu amaçla üniversitelere destek sağlanmalı konuyla ilgili lisans sonrası çalışmalar (master, doktora vb.) teşvik edilmelidir.

9. Enerji sektöründeki kamu kurumlarını küçültme, işlevsizleştirme, özelleştirme amaçlı politika ve uygulamalar son bulmalıdır. Mevcut kamu kuruluşları etkinleştirilmelidir.

10. Özel sektör tarafından yapılan enerji yatırımlarını kamusal çıkarları gözeten bir anlayışla denetlenmesine imkan veren düzenlemeler bir an önce yürürlüğe konmalıdır.

11. Arz yaratma ve/veya arz kaybının önlenmesi ile genel hedeflerin birbirlerine uyumlu olarak ve dünya koşullarının göz önüne alınacağı kısa, orta ve uzun dönem ulusal makro-ekonomik planlara ve enerji politikalarına uygunluğu sağlanmalıdır. Arz güvenilirliği dünya ve ülke içi boyutları ile çok iyi incelenmeli ve tanımlanmalıdır. BOTAŞ'ın yürüttüğü fazla gaz arzını Yunanistan üzerinden İtalya'ya; Bulgaristan, Romanya Macaristan, Avusturya üzerinden Orta Avrupa'ya ulaştırmayı öngören projeler desteklenmelidir.

12. Bir enerji terminali olarak hizmet vermesi öngörülen Ceyhan ile ilgili öncelik ve politikalar, ulusal ve kamusal çıkarlar gözetilerek oluşturulmalıdır.

Öneriler

13. Doğal gazın kentlerde ve sanayide kullanımının yay-gınlaşmasının yanı sıra, yeni tesis edilecek santrallerde yakıt olarak kullanılmasıyla, doğal gaz talebinin daha da artacağı resmi kurumlarca tahmin edilmektedir. Doğal gaz tüketim artışındaki en büyük etken, elektrik enerjisi üretiminin yaygın bir biçimde doğal gaza dayandırılmasıdır. Elektrik üretimi içinde doğal gazın payı bugünkü seviyelerden %25'ler değerine mutlaka düşürülmelidir. Elektrik üretiminde hidroliğin payının üçte bir, kömür ve doğal gazın payının dörtte bir, rüzgarın payının beşte bir olmasını ön-gören politikalar uygulanmalıdır.

14. Genel olarak enerji yatırımlarda, özel olarak elektrik enerjisi üretim yatırımlarında çevreye zarar verilmemesi temel bir ilke olmalıdır. Kömür yakıtlı santrallerde akışkan yataklı teknolojiler kullanılmalı, mevcut santrallere kükürt giderici tesisler ivedilikle inşaa edilmelidir. Hidrolik ve santral ve regülatör yapımında da çevrenin korunması esas olmalı baraj yerlerinin seçiminde su altında kalacak bölgeleri tarihi eser ve kültürel varlıklar içermemesine özen gösterilmelidir.

15. Enerji açısından dışa bağımlı olan ülkemizde enerjinin verimli ve etkin kullanımı ulusal politika haline getirilmelidir. 02.05.2007 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan "Enerji Verimliliği Kanunu"nun gerekleri acilen yerine getirilmelidir. EİEİ tarafından elektrik tüketiminde %15 binaların ısıtma ve soğutmasında %35, ulaşımda %15 olarak öngörülen tasarruf hedeflerine ulaşmak için gerekli düzenlemeler bir an önce yürürlüğe konulmalıdır. Sanayi üretiminde enerji yoğunluğu bugünkü 0.39'dan OECD üyesi ülkeler ortalaması olan 0.19 düzeyine düşürülmelidir.

16. Dışa bağımlı enerji politikalarından bir an önce vazgeçilerek yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarımıza yatırımlar yapılmalıdır. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynak-larımız ülke ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılayacak potansiyeldedir. Yerli, yeni ve yenilenebilir enerji kay-naklarımızın kullanımının özendirilmesi, yaygınlaştırılması ve bu kaynakların kullanımı ile elektrik enerjisi üretim sistemlerini oluşturan malzeme, cihaz ve ekipmanların yerli üretim koşullarının oluşturulması ve bu alanda teknoloji üretebilir bir seviyeye ulaşmamız sağlanmalıdır. Yenilenebilir Enerji Yasası uyarınca gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Enerji Bütünlemesinde Kömürlerimiz ve Havza Planlaması

(Afşin-Elbistan Havzası Bölgesel Kalkınma Projesi)

Dr. İlker ŞENGÜLER

MTA Genel Müdürlüğü Enerji Dairesi 06520 Ankara
Dünya Enerji Konseyi (DEK) Türk Milli Komitesi 06680 Ankara

ÖZET

Enerji sanayileşmenin ve kalkınmanın temel girdisidir ve enerji denildiğinde elektrik enerjisi algılanmaktadır. Günümüzde dünyada elektrik enerjisi üretiminde kömür kullanım oranı tüm çevresel faktörlere karşın diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında çok yüksektir. Dünyada toplam enerji kaynaklarının % 27 sini oluşturan kömür günümüz üretim teknolojileri ile 200 yılı aşkın bir süre talebi karşılayacak durumda olduğundan 21. Yüzyıl için de önemli bir enerji hammaddesi olma özelliğini koruyacaktır.

Ülkemiz elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık ¼ i Güneydoğu Anadolu (GD) Bölgesi ve çevresinden karşılanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) "bölgesel kalkınma" temel anlayışının lokomotifi olan enerji sektörü, söz konusu proje kapsamında %80 gerçekleşme oranı ile başta yer almaktadır.

GD Anadolu Bölgesi kömür ve asfaltit yatakları ile ülkemizin enerji bütünlemesinde büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde belirlenen 9 milyar ton linyit rezervinin 4 milyar ton ile en büyük bölümü Elbistan (Kahramanmaraş) havzasında yer almaktadır. Kuzey'de Kangal kömür sahasından başlayarak güneyde Tufanbeyli sahasını içine alan geniş bölge, ülkemizin en önemli kömür rezervine sahip bölgesidir. Yine Elbistan havzasında kömür ile birlikte bulunan gitya ve leonardit organik tarım için önemli birer hammadde özelliği taşımaktadır.

Türkiye linyit rezevlerinin yaklaşık % 43'ünü oluşturan Afşin-Elbistan linyit havzasının elektrik üretimindeki yeri tartışılmaz. Bölgede halen işletilmekte olan 4x340 MW gücündeki Afşin-Elbistan A Santralına ek olarak 4x360 MW gücündeki Afşin-Elbistan B Termik Santralı tamamlanmış olup işletmeye açılmıştır. Bölgede ayrıca elektrik enerjisi üretmek üzere C, D, E ve F olarak adlandırılan bir seri termik santral inşası planlanmaktadır.

GAP Bölgesel kalkınma projesinde olduğu gibi bölgenin zengin linyit potansiyelinin elektrik enerjisi üretiminde kullanılması yanında diğer alt sanayilerin kurulması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve istihdam konularını da içeren arama, etüt, planlama konusunda çalışma yapmak üzere Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK-TMK) bünyesinde bir çalışma grubu oluşturulmuştur.

MTA Genel Müdürlüğünün Afşin-Elbistan Linyit Havzası rezerv geliştirme ve teknolojik parametrelerin belirlenmesi çalışmaları bu yıl sona erecektir. EÜAŞ' a ait olan sahada gerçekleştirilen bu proje ile **"Afşin-Elbistan Havzası Bölgesel Kalkınma Projesi"** için önemli bir fırsat yakalanmıştır. Proje kapsamında ele alınacak konular; Elektrik Üretimi Ana Projesi, Elektrik Enerjisi Nakli Ana Projesi, Madencilik Ana Projesi, Çevre Ana Projesi, Arazi Kullanım ve Arazi Islah Projesi, Su Kaynakları Kullanım Projesi, Hava Kalitesi ve Kontrolü Projesi, İskân Projesi, Eğitim Öğretim ve Sağlık Projesi, İstihdam Projesi olarak planlanmıştır. Projenin sosyal ve sınaî amaçları doğrultusunda Sağlık ve Eğitim Koşullarının Geliştirilmesi, İstihdamın Arttırılması İçin Yapılacak Çalışmalar, Ulaşım Konularının Geliştirilmesi, Linyit Madenciliği ve Elektrik Üretimi İçin Destek Endüstrilerin Kurulması Çalışmaları, Yeraltı Kaynaklarımızın (maden, jeotermal vs.) Ortaya Çıkarılması gibi konular da yer alacaktır.

GİRİŞ

Kömür, diğer birincil enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında tartışmasız çok fazla olan rezerv ömrü ve yeryüzündeki geniş dağılımı nedeniyle özellikle 2030 yılından sonra çok daha büyük önem kazanacaktır. 2004 yılı sonu itibariyle dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervi 909 milyar ton olup günümüzdeki üretim düzeyi dikkate alındığında, kömür rezervlerinin ömrü 200 yılın üzerinde olarak hesaplanmaktadır. Bu süre petrol için 40 yıl, doğalgaz için 67 yıl olarak verilmektedir.

Kömür rezervleri dünya üzerinde 70' den fazla ülkede bulunmaktadır. En büyük rezerv 247 milyar ton ile ABD' ye aittir. Bu ülkeyi 157 milyar ton ile Rusya ve 114.5 milyar ton ile Çin izlemektedir. Dünya kömür ticaretinin % 91.3 ünü 9 ülke elinde bulundurmaktadır.

Bu ülkeler; Avustralya (% 29), Endonezya (% 14), Çin (% 11.4), Güney Afrika Cumhuriyeti (% 8.9), Rusya (% 8.6), Kolombiya (% 6.9), ABD (% 5.7), Kanada (% 3.6) ve

Kazakistan (% 3) dır.

Dünya kömür üretiminin yaklaşık % 69 u elektrik enerjisi üretimi amacıyla yapılmaktadır. Bu oranın 2030 yılında % 79 düzeyine yükseleceği ön görülmektedir.

Dünyada elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynakları içerisinde ilk sırayı % 40.1 ile kömür almaktadır. Kömürü % 19.4 ile doğalgaz, % 15.9 ile hidrolik, %15.8 ile nükleer, % 6.9 ile petrol ve % 1.9 ile diğer kaynaklar izlemektedir. Elektrik enerjisi üretiminde doğalgazın payı ülkemizde 2006 yılında % 43.96 düzeyinde iken, 2007 yılında gerileme sürecine girmiştir.

AFŞİN-ELBİSTAN HAVZASI

Ülkemiz enerji ihtiyacının % 70' lere varan bölümü dışalım ile karşılanmakta iken bu oran Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) "enerji temininde çeşitlilik" ve "öz kaynaklarımızın kullanımı" ilkesi ile yerli kaynaklarımıza yönelmesi sonucu gerilemiştir. 2005 yılında ETKB çatısı altında oluşturulan ve MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen "Türkiye Maden ve Jeotermal Kaynak Rezervlerinin Geliştirilmesi ve Yeni Sahalar Bulunması Projesi" kapsamında MTA, TKİ, MİGEM, ETİ Maden, EÜAŞ, EİE, TPAO, TTK ve DSİ iş birliği gerçekleştirilmiştir. Yoğun kömür arama ve rezerv geliştirme çalışmaları ile Trakya havzasında ve Soma havzasında yeni kömürler bulunmuş, bilinen sahalarda ise rezerv artışı sağlanmıştır.

Özellikle Afşin Elbistan sahasında yapılan çalışmalar ülkemiz linyit rezervlerine büyük katkı sağlamıştır. Sahada toplam derinliği 2005 yılında 40.000 metreyi, 2006 yılında 90.000 metreyi ve 2007 yılında 35.000 metreyi aşan sondaj yapılmış olup 700 milyon ton üzerinde bir rezerv artışı sağlanmıştır.

Afşin-Elbistan linyit sahasının ekonomiye kazandırılması amacıyla 5 milyar dolar ile Cumhuriyet tarihimizin en büyük projelerinden birisi başlatılmıştır. Proje çerçevesinde Afşin Elbistan C ve D santrallerinin elektrik ya da para karşılığı yaptırılması için ihale süreci başlamış olup Çöllolar sahasındaki kömürün işletilmesi, A santralinin rehabilitasyonu ve

kömür rezervlerinin tam olarak belirlenmesine yönelik çalışmalar sürmektedir.

5 yılda 5 milyar dolarlık yatırım ile 15.000 kişiye istihdam sağlaması öngörülen proje, kömürün enerji hammaddesi olarak tanıdığımız yönü yanında bir diğer önemli özelliğini de ortaya koymaktadır.

AFŞİN-ELBİSTAN A TERMİK SANTRALI

Santral'de bulunan mevcut 4 ünite, havzada bulunan yaklaşık 4 milyar ton kömürün Kışlaköy sektöründeki 440 milyon tonluk kısmını kullanabilecektir. Anlaşılacağı gibi bölgedeki kömür rezervi daha bir çok santrallerin yapılmasına imkan vermektedir.

1967 yılında linyit havzasında araştırmalara başlanmış 1974 yılında saha, tanzim çalışmaları tamamlanmış ve 1975 yılında santral temeli atılmıştır. Santral işletmeye alındığından, 2006 yılı Aralık ayı sonuna kadar 218 milyon ton kömür tüketilerek 94 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmiştir. kWh başına ortalama kömür tüketimi 2.33 kg olmuştur.

Santral kurulduğundan bu yana en yüksek elektrik enerjisi üretimi 1999 yılı içinde 7.7 milyar kWh olmuştur. Santralın su ihtiyacı Elbistan'da bulunan Ceyhan Nehri kaynağından her biri 1 m çapında ve 30 km uzunluğunda iki çelik boru hattı ile karşılanmakta olup, MWh başına 4 m^3'tür

380 kV ve 31,5 kV şalt sahaları santralda üretilen enerjisini enterkonnekte sisteme, linyit işletmelerine ve santral yardımcı sistemlerine gerekli enerjiyi verecek şekilde tesis edilmiştir.

Santralın en önemli özelliği düşük kaliteli, yüksek nem ihtiva eden linyiti yakabilmek için projelendirilmiş olmasıdır. Bunkerlerden değirmenlere alınan kömür burada öğütülerek baca gazı ile kurutulmakta ve kömür tozu karışımının bir bölümü direk kazana verilirken bir bölümü de elektrostatik filtrelere gönderilmektedir. Bu filtrelerde kuru kömür tozu tutulmakta gaz ve buhar karışımı atmosfere atılmaktadır. Filtrelerden çıkan kuru toz kömür ısıl değeri yükseltilmiş yakıt olarak kazana verilmekte olup toplam miktarın yaklaşık % 30'unu oluşturmaktadır.

Çalışmakta olan Afşin-Elbistan A Termik Santralının özellikleri:

Bulunduğu Yer	: Afşin-Elbistan (Maraş)
Kurulu Güç	: 3X340+1X335=1355 MW
Nominal Yıllık Üretim Kapasite	: 8.100.000.000 kWh
Kullanılan Yakıtın Cinsi	: Linyit
Alt Isıl Değer (Dizayn Değeri)	: 950 – 1600 kcal/kg
Santralın Yıllık Ana Yakıt İhtiyacı	: 18.000.000 ton/yıl
Çalışan Personel Sayısı	: 807

Santralın tam yükte kömür ihtiyacı saatte 3.000 ton'dur. Bu miktar kömürün yakılmasıyla saatte oluşan 400–600 ton arasındaki kül, % 99 verime sahip elektro filtrelerde tutulmakta ve bant sistemiyle kömürün alınmasıyla oluşan boşluğa sevk edilmektedir. İşletmenin sıvı atıkları da pis su arıtma, küllü su arıtma ve nötralizasyon havuzlarında gerekli fiziksel ve kimyasal işlemlere tabi tutularak çevre kirliliği önlenmektedir. İşletmede bulunan hava kalitesi ölçüm cihazları ile sürekli olarak emisyon ölçümleri yapılmaktadır.

Yukarıdaki bilgilerden de görüleceği gibi Afşin-Elbistan A Termik Santrali'nin üretim kapasitesi 8.1 milyar kWh'dir. Ancak, bu santral çeşitli nedenlerle 22 yıllık işletme süresince tam kapasiteyle çalışmamış önemli performans düşüklükleri göstermiştir. Bu tip santrallerde kapasite kullanım oranının en az % 80 civarına çıkartılması çok önemli ekonomik faydalar sağlayacaktır. Elektrik enerjisinin çok pahalı olduğu ülkemizde paçal maliyetlerini düşürebilmenin önemli bir adımı Afşin-Elbistan gibi önemli üretim potansiyeline sahip santralleri en verimli şekilde çalıştırmaktır.

Afşin-Elbistan A Termik Santrali'nin ortalama özgül ısı sarfiyatı 3104 kcal/kWh'dir. Bu değer termik santralın işletimi, bakım ve tamiri gibi hususların verimli bir şekilde yapılamadığını göstermektedir. Özgül ısı sarfiyatının % 20 oranında düşürülmesi ile termik santralın kabul edilebilir bir işletme rejimine girmesi olanaklıdır.

AFŞİN-ELBİSTAN B TERMİK SANTRALI

Yeni devreye alınan Afşin-Elbistan B Termik Santralının özellikleri:

Bulunduğu Yer : Afşin-Elbistan (Maraş)

Kurulu Güç	: 4 X 360 = 1440 MW
Nominal Yıllık Üretim Kapasite	: 9.360.000.000 kWh
Kullanılan Yakıtın Cinsi	: Linyit
Alt Isıl Değer (Dizayn Değeri)	: 950-1500 kcal/kg
Santralın Günlük Yakıt İhtiyacı	: 72.000 ton
Çalışan Personel Sayısı	: 557

EÜAŞ'a bağlı termik santrallerin kurulu gücüne göre Afşin-Elbistan A ve B Santrallerinin payı % 22.3 dür. EÜAŞ'a bağlı tüm santrallerin kurulu gücüne göre % 11.8 Türkiye toplam kurulu gücüne göre ise % 6.9'dur. Afşin-Elbistan B Santralinde Aralık 2006 sonuna kadar 20.2 milyon ton kömür tüketerek 9.7 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmiştir. Kömür tüketimi kWh başına ortalama 2.08 kg olmuştur.

Afşin-Elbistan Havzası'nın elektrik üretiminde en verimli şekilde çalıştırılması önündeki engellerin neler olduğu araştırılarak bu eksiklikler giderilmelidir. Günümüzde hem A, hem B Santralleri Kışlaköy kömür ocağından beslenmektedir.

AFŞİN-ELBİSTAN BÖLGESEL KALKINMA PROJESİ

Afşin-Elbistan Linyit Havzasından Elektrik Enerjisinin Nakli ile İlgili Ana Proje

Elbistan da planlanan termik santrallerin üreteceği elektrik enerjisinin tüketim alanlarına nakli için inşa edilecek tesislerin belirlenmesi ve yatırım maliyetlerinin tespiti. Bu tesislerin planlaması inşa edilecek termik santraller ve diğer imkânlar ve ihtiyaçlar göz önüne alınarak yapılmalıdır.

Afşin-Elbistan Havzası'ndaki tüm santral projeleri tamamlandığında üretilen enerjinin büyük bir bölümünün Batı ve Kuzey Batı Anadolu'ya nakli gerekeceğinden bu nakle imkan verecek en uygun ve ekonomik çözüm olarak düşünülen 765-800 kV'luk bir üst gerilimli enerji nakil hattı inşası konusu da havza projesi içinde incelenmelidir.

Afşin-Elbistan Linyit Havzası Linyit Madenciliği Ana Projesi

- Kurulması ekonomik açıdan uygun bulunan termik santrallerin kapasiteleri ve terminlerine göre açılması gereken madenlerin planlaması
- Linyit madeni planlaması yapılırken rezerv kaybına neden olacak düzenlemelerden kaçınılmalı ve toprak dökümünün mükerrer olarak yapılmasını önleyici tasarımların planlanması
- Planlanan termik santraller ile birlikte devreye alınacak linyit madenlerinin teknolojisi ve yatırım maliyetlerinin tespiti
- Linyitin üretim maliyetlerinin tespiti
- Linyit madenciliğinin yaratacağı katma değerin hesaplanması

Afşin-Elbistan A Termik Santrali' ne kömür temin eden linyit madeninin yıllık üretim kapasitesi 18 milyon ton olmasına karşın bu maden geçen 22 yıl zarfında ortalama % 56 kapasite ile çalışmıştır. Bu değerin de termik santral gibi % 80'nin üzerine çıkarılması önemli maliyet düşüşleri ve elektrik üretiminde de büyük ekonomi sağlayacaktır. Maden yatırımlarının ve modernizasyonun ele alınması önemlidir.

Mevcut planlamaya göre Afşin-Elbistan Linyit Havzası'nda toplam üretilebilir rezerv 2.8 milyar ton olarak kabul edilmektedir. MTA tarafından yapılan sondajlı çalışmalar ile önemli ölçüde rezerv artışı sağlanmıştır. Ancak kapasite 5696 MW olarak planlanmış olup bu kapasitesinin yeni rezerv artışları ile 7730 MW'a çıkarılması olanaklı görülmektedir. Ayrıca dikkate alınmamış bazı rezerv bölümlerinin projelendirilmesi ve modern teknolojiler ile termik santrallerin kurulması bu kapasitenin yaklaşık 1000 MW daha artabileceğini göstermektedir. Böylece havzanın elektrik üretim kapasitesinin 8600 MW'a kadar çıkartılabileceği düşünülmektedir. Afşin-Elbistan Havzası'nda yeni termik santraller kurulması için özel sektörün finansman gücünün de kullanılması projeleri gerçekleştirebilmeyi kolaylaştıracaktır.

Arazi Kullanım, Islah ve İskan Projesi

Açılacak olan linyit madenlerinin kapsadığı alanların kullanım planlarının çıkarılması ve bu plana göre ıslahı, projenin esasını teşkil etmektedir. Bu çalışmalarda arazinin kullanım planına (iskan, ormanlaştırma, tarıma elverişli hale getirme ve seracılık, dinlenme alanları yaratma, sınai tesisler kurma vb.) göre arazinin ıslahı belirlenecektir.

Havza'daki toplam üretilebilir rezerv günümüzde 8600 MW için yeterli olacağından yapılacak madencilik planlaması buna göre ele alınmalıdır.

Linyit sahasında yer alan gitya ve leonarditlerın, bölgede tarım sektöründe toprak güçlendirici olarak kullanılması organik tarım açısından dikkate alınabilir.

Elbistan Havzası'nda MTA Genel Müdürlüğü tarafından 2005 yılından bu yana yürütülen etüt ve sondaj çalışmaları sonucunda havzanın linyit rezervinin önemli ölçüde artacağı görülmektedir. Planlamada yeni gelişen bulguların değerlendirilmesi yapılmalıdır.

İskân Projesi

- Kömür havzasının uzun vadeli arazi kullanım planının oluşturulması
- Afşin-Elbistan Linyit Havzasında geniş alan kullanımı gerektirecek linyit madenleri ve endüstriyel tesisler dikkate alınarak yerleşim alanlarının planlaması ve iskana kapalı tutulacak alanların belirlenmesi
- Afşin ve Elbistan ilçelerinin imar planına esas olacak kriterlerin belirlenmesi
- Afşin ve Elbistan ilçelerinin yerleşim alanlarının yeni kent oluşum kapsamına alınması ve ilçelerin havası ve çevresi daha temiz alanlara taşınması. Linyit havzasındaki yerleşim birimlerinin uygun yerlere taşınmasının teşvik edilerek sağlanması. Bu yerleşim yerlerine santrallerle ilgili olmayan yatırımların yapılmaması.

Su Kaynakları Kullanım Projesi

- Havza'da inşa edilecek termik santrallerin seçilecek teknolojik tiplerine göre su talep tahminlerinin yapılması
- Afşin-Elbistan Havzası'ndan yeraltı ve yerüstü sularının (nehirlerin) sosyal ve endüstriyel amaçlı kullanım planının çıkartılması
- Endüstriyel faaliyetler sonucu yeraltı ve yerüstü sularının kirliliğinin önlenmesi için alınacak tedbirlerin belirlenmesi
- Endüstriyel ve sosyal tesislerde yapılması gerekecek atık su projelerinin tasarımı ve planlaması

Türkiye'nin 4. büyük ovası olan Afşin Elbistan Göksun ovası verimli topraklarına sahip olmasına rağmen halen çok büyük bir kısmı sulanamamaktadır. 254.653 hektar arazisi ile çok büyük bir tarım potansiyeline sahiptir. Ancak bunun 137.086 hektarı tarım arazisidir. Sulanan arazi 39.600 hektar olmasına rağmen 97.486 hektar arazi halen susuzdur. Yapılan Adatepe barajı ve planlanan Karakuz barajları bu bölgenin neredeyse tamamının sulanmasını sağlayacaktır.

Elbistan'ın en büyük su kaynağı olan Ceyhan nehri şehrin merkezinden doğup büyük bir kısmı şehrin içinden geçmekte ve sadece çevresindeki tarlaların sulanmasını sağlamaktadır. Ayrıca bölgede tarımda kullanılabilecek birçok dere ve çaydan yeterince yararlanılmamaktadır. Böylesine büyük bir tarım potansiyelinin ve kullanılması imkân dahilinde olan su kaynaklarının kullanılmaması milli servetin boşa gitmesi ve halkın yaşam seviyesinin de buna bağlı olarak düşmesine neden olmaktadır.

İlçenin sınırları içerisinde susuz olan arazilerin sulanabilmesi için birçok çalışmalar yapılmış ve bazı projeler maddi desteğin yetersizliği sonucu bitirilemezken bir kısım projeler ise sadece etüt aşamasında kalmıştır.

Birim alanda en yüksek verimi hedefleyen 21. Yüzyıl tarımında birim alandan alınacak olan ürün miktarını etkileyen en önemli faktör olan suyun böylesine imkânlar varken kullanılamaması çok önemli bir eksikliktir.

Elbistan ovasında halen 97.486 hektar arazide susuz tarım yapılmaktadır. Ancak, tarımın en önemli unsurlarından birisi olan suyun yokluğu çok büyük dezavantajlar yaratmaktadır. Sulu bir arazide dekara 700 kg buğday alınırken, kıraç arazide bu rakam 100-200 kg' a düşmektedir.

Gübre fiyatlarının ve diğer tarımsal girdilerin oldukça pahalı olduğu günümüzde elde edilen mahsul, girdileri karşılayamamakta ve çiftçileri çok zor durumda bırakmaktadır. 2004 yılında 63.850 hektar arazide buğday ekimi yapılmış ve 140.470 ton buğday üretilmiştir. Yine 10.000 hektar arazide arpa üretimi yapılmış 32.000 ton arpa üretilmiştir. Hububat üretilen arazilerin büyük kısmının kıraç olması toplam üretimi düşürmektedir.

Kıraç arazide ise çiftçi genellikle hububat üretimi yapmakta su olmadığı için birim alandan alınan ürün miktarı düşük olmaktadır.

Elde bulunan imkânların kullanılmaması sonucu halkın gelir seviyesinin düşmesi, buna bağlı olarak eğitim seviyesinin düşmesine neden olmakta ve uzun vadede hem ilçe hem de ülke açısından zararı büyük olmaktadır.

İlçe sınırları içerisinde tarla bitkilerine yönelik ziraatın yanında bahçe ziraatıyla da uğraşılmaktadır. Elbistan ovasında halen 400 hektar bağ, 6.600 hektar bahçe bulunmaktadır. Bu alanlar içerisinde 300 hektar elma, 5.740 hektar kayısı ağacı, 30 hektar armut ağacı bulunmaktadır. Toplam sulanabilir arazi miktarın artması ile hem bahçecilik gelişerek alan artacak, hem de ürün miktarında artış meydana gelecektir.

İlçe sınırları içerisinde yetişen diğer en önemli kültür bitkilerinden olan şeker pancarı Elbistan ovasında yetiştirilmektedir. Ancak sulanabilir arazinin az olması şeker pancarı yetiştiriciliğinin yapıldığı alanı da kısıtlamaktadır. Elbistan' da bir şeker fabrikası mevcut olup bölgede 24.700 dekar arazide şeker pancarı ekimi yapılmaktadır. Elbistan şeker fabrikası 2004-2005 kampanya dönemi içinde yaklaşık olarak 420 bin ton şeker pancarı alımı yapmış, 380 bin ton şeker pancarı işlemiş, işlenmiş olan 380.000 ton şeker pancarının 48.000 tonu Malatya şeker fabrikasına gönderilmiştir. Elbistan'da üretilen şeker pancarı, 2 fabrikayı çalıştıracak kadar olup bu da Elbistan ovası'nın büyüklüğü hakkında bir fikir vermektedir

Şeker pancarının Elbistan ovasındaki yetiştirme sahası susuz olan yerlere su götürülmesi ile çok daha büyük miktarlara ulaşacak, hem üretim yapan çiftçi sayısı artacak, hem de buna bağlı olarak şeker pancarı üretiminde artış meydana gelecektir. Böylece hem ülke ekonomisine önemli ölçüde katkıda bulunacak hem de bölgede çiftçilik yapan halkın gelir seviyesi yükselecektir. Bölge için önemli bir iş kaynağı olan şeker pancarı fabrikasında pancar üretimi artınca çalıştırılacak işçi sayısında da artış olacaktır. Sonuç olarak su, pancar üretimine canlılık getirecek ve ilçenin ekonomik durumunu önemli ölçüde iyileştirecektir.

Çevre ilçeler ve Türkiye'nin tarım yapılan diğer ovaları ile karşılaştırıldığında çok büyük bir potansiyele sahip olan Afşin-Elbistan ovasına gereken ilginin gösterilmesi hem ülkemiz hem de bölge açısından yararlı olacaktır. Adatepe, Karakuz, Kavaktepe barajları ile Büyük Yapalak göleti, Sarsap göleti, Tapkıran 1 ve Tapkıran 2 göletlerinin tamamlanmasıyla sulanabilir arazi miktarında çok büyük bir artış olacak, buna bağlı olarak tarımsal istihsalin artması sağlanacaktır.

Tarımın gelişmesi ile diğer tarıma bağlı sanayi kollarında gelişmeler olacak ve yeni iş sahaları açılacaktır. Bütün bunların olabilmesi için kalkınmaya çok elverişli Afşin-Elbistan ovası'na gereken ilginin gösterilmesi ve tarıma dayalı olan ekonominin en önemli unsuru olan sulama projelerine gereken ilginin verilmesi gereklidir. Adatepe barajı ve sulama kanallarının hayata geçirilmesi bölge halkının işsizliğini tamamen ortadan kaldıracak ve bölgeye santrallerden daha çok yararlı olacaktır.

Çevre Kirliliği ve Hava Kalitesini Kontrol Projesi

Havza'da yapılacak termik santral ve endüstriyel tesislerin yaratacağı hava kirliliğini çevre standartlarında tutabilmek için yapılması gereken tesis ve endüstriyel önlemler bu projenin önemli bir faaliyeti olarak ele alınacak ve buna göre planlamalar yapılacaktır. Linyitlerin kükürt oranlarının yüksek olması baca gazı emisyonlarındaki SO_2 konsantrasyonlarının endüstriyel kaynakları hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliğinde verilen limit değerlerin aşılmasına neden olmaktadır. Linyitlerin kül içeriklerinin de yüksek olması baca gazı toz emisyonlarının da yüksek olmasına neden olmakta ve Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde verilen sınır değerlere uyulması için yüksek verimli elektro filtrelerin kullanılması gerekmektedir.

Afşin-Elbistan linyit havzasında mevcut olan A ve yeni kurulan B Santralına ilaveten C ve D Santrallerinin planlanmasının gündemde olması, dolayısıyla büyük çapta bir enerji üretiminin yapılması bu bölgede sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan önemli etkiler yaratacaktır. Burada yapılacak olan ilave enerji

yatırımları istihdamın artmasına ve ekonomik, sosyal ve kültürel kalkınmaya olumlu katkılar sağlayacaktır. Ancak, diğer taraftan olumsuz çevresel etkiler yaratabilecektir. Özellikle, linyit kalitesinin düşük olması, kükürt ve toz içeriğinin yüksek, ısıl değerinin düşük olması bu bölgede çevresel kirlilik yükünü artırabilecek olup, önemli ölçüde çevresel önlemlerin alınmasını ve çevre yatırımlarının yapılmasını gerekli hale getirecektir.

Bu nedenle, bu yörede enerji yatırımlarının bir plan ve program dahilinde, çevresel değerlere ve insan sağlığına önem vererek, linyit kaynaklarını verimli bir şekilde değerlendirerek ve gelişmiş teknolojiler kullanılarak yapılması zorunlu hale gelmektedir. Bu bağlamda çevresel etkileri en aza indirmek için;

- Linyit kalitesine en uygun, maliyet-etkin, verimli ve çevre uyumlu teknolojilerin belirlenmesi
- Çeşitli alternatifler için çevresel faktörlerin daha üst düzeyde, kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi
- En uygun yer seçimi alternatiflerinin incelenmesi
- Havza için özellikle hava kalitesi modellemesi olmak üzere, gerekli çalışmaların yapılması
- Hava, toprak, su vb. alıcı ortamların çevresel açıdan bütünsel bir şekilde değerlendirilmesi
- İlave santrallerin planlanması aşamasında bu hususların dikkate alınması uygun olacaktır.

Sağlık ve Eğitim Koşullarının Geliştirilmesi Projesi

Afşin-Elbistan Havzasının mevcut durumda sağlık ve eğitim koşullarının **"Bölgesel Kalkınma"** Planı kapsamında ele alınarak geliştirilmesine yönelik planların yapılması gerekmektedir. Projenin yaratmış olduğu ve gelecekte yaratacağı istihdam ve ekonomik kalkınma sağlık ve eğitim özellikle teknik eğitim yönünden yeni imkânlar yaratılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu amaçla nüfus, eğitim durumu, mevcut sağlık ve eğitim tesisleri dikkate alınarak teşekküllü bir hastane, mesleki eğitim veren liseler ve yüksek okullar gibi rasyonel planlamalar yapılmalıdır. Özellikle mevcut ve gelecekte yapımı planlanan endüstriyel tesisler bu havzada fakülte veya yüksek okul açılmasını gerekli kılacaktır.

İstihdamı Arttırma Projesi

Mevcut ve planlanan endüstriyel tesislerde yaratılacak doğrudan ve dolaylı istihdam için insan gücü planlaması yapılmalı ve böylelikle bölgenin en önemli sosyal problemine çözüm aranmalıdır. Endüstriyel tesislerin ihtiyacı olan kalifiye iş gücünün geliştirilmesi için yapılacak planlar "Sağlık ve Eğitimin Geliştirilmesi" Projesine önemli girdiler sağlayacaktır.

Ulaşım Alt Yapısının Geliştirilmesi Projesi

Mevcut ve planlanan linyit madenleri ve termik santrallerin yaratacağı nüfus yoğunluğu ulaşımının Elbistan ovasının topografyasının sağladığı avantajlar dikkate alınarak planlanması faydalı olacaktır. Özellikle Elbistan ve Afşin ilçelerinin raylı sistemle birbirlerine bağlanarak endüstriyel tesislere ulaşımın etkili ve verimli bir şekilde düzenlenmesi mümkündür. Kapıdere-Elbistan-Afşin demiryolu bağlantısı yapılmalıdır. Nüfus yoğunluğu, arazi yapısı ve mücavir şehirler dikkate alınarak Elbistan havzasına hava alanı inşası genel hatlarıyla uygun görünmekte olup incelenmesi yararlı olacaktır. Ayrıca Afşin-Elbistan-Kapıdere kara yolunun Adıyaman Gölbaşı'na bağlanması ulaşımda rahatlık sağlayacaktır.

Elektrik Üretimi ve Linyit Madenciliği İçin Destek Endüstrilerin Kurulması Projesi

Afşin-Elbistan Havzasında mevcut ve planlanan elektrik üretim ve madencilik tesislerinin endüstriyel olarak yerel tesisler ile desteklenmesi **"Bölgesel Kalkınma"** planının bir parçası olmalıdır. Bu amaçla;

- Ağır ve hafif makine aksamı imali ve tamir bakım tesisleri
- Elektrik ve elektronik tamir bakım tesisleri
- Bant konveyör imali ve tamir bakım tesisleri

- Termik santraller ve linyit maden işletmeciliğinin ihtiyaç duyacağı imalat ve hizmet sektörlerinin belirlenmesi yapılmalıdır.

SONUÇ

Ülkemiz linyit rezervleri, yeni saha ve rezervler ile 10 milyar tonu geçecektir. Günümüz kömür üretimi 60 milyon ton/yıl dır. Ülkemizde kömür aramalarının hızı kesilmemeli, artırılarak devam edilmelidir. Artan rezervler ile üretim 100 milyon ton/yıl' a yükseltilmelidir. Ülkemizde enerji güvenliğinin sağlanmasında en kolay ve emin yol budur. Kömürün elektrik üretiminde kullanım oranının yükseltilmesi yanında serviste olan santrallerin rehabilitasyonu ve yeni yakma teknolojilerinin devreye girmesi sağlanmalıdır. Temiz kömür teknolojileri ve modern yakma sistemlerinin geliştirilmesi yönündeki araştırma ve uygulamalar özendirilmeli ve desteklenmelidir. Ülkemizin enerji planlamalarında, yerli kaynakları içerisinde kömür bulunmayan ülkelerin, elektrik üretiminde kömürün payı olarak korudukları % 45 düzeyi kesinlikle ülkemizde de oluşturulmalıdır. Dışalım ile kullanılan doğalgaz ve petrolün payı elektrik üretiminde % 20' yi geçmemelidir.

Dünyanın ileri gelen ülkeleri arasında yer alacak bir gelişmişlik düzeyini yakalamak ve bu vizyonu gerçekleştirmek için sürdürülebilir enerji kaçınılmazdır. Bunun için de ihtiyacımız olan enerjiyi güvenli, güvenilir, ekonomik, verimli ve çevreye duyarlı teknolojilerle üreten, ileten, depolayan ve kullanan bir ülke olmalıyız.

Ülkemizin yerli kaynaklara dayalı enerji üretimi, dışa bağımlılık oranını bir ölçüde azaltmaya yönelik bir strateji olması nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Bu stratejiyi geliştirmek açısından ülkemizin önünde duran en önemli imkan Afşin-Elbistan Linyit Havzası'nın geliştirilmesidir. Bu büyük projenin gerçekleştirilebilmesi için faaliyetlerin bir bölgesel kalkınma planı çerçevesinde ele alınması faydalı olacaktır. Bu çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

1. Afşin-Elbistan Linyit Havzası'ndan Elektrik Üretimi Amenajman Projesi
2. Afşin-Elbistan Linyit Havzası'ndan Elektrik Enerjisinin Nakli ile ilgili Ana Proje
3. Afşin-Elbistan Linyit Havzası Madencilik Ana Projesi
4. Arazi Kullanım ve İskan Projesi
5. Arazi İslah Projesi
6. Su Kaynakları Kullanma Projesi
7. Çevre Kirliliği ve Hava Kalitesini Kontrol Projesi
8. Sağlık ve Eğitim Koşullarının Geliştirilmesi Projesi
9. İstihdamı Artırma Projesi
10. Ulaşım Alt Yapısının Geliştirilmesi Projesi
11. Elektrik Üretimi ve Linyit Madenciliği için Destek Endüstrilerin Kurulması Projesi

Ülkemiz ve bölge açısından büyük önem taşıyan bu proje ivedi olarak ele alınmalı ve GAP deneyiminden de yararlanarak hayata geçirilmelidir.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Kömür Teknolojileri Semineri

Türkiye Elektrik Sisteminde AFŞİN-ELBİSTAN Linyitlerinin Yeri

Necati İPEK

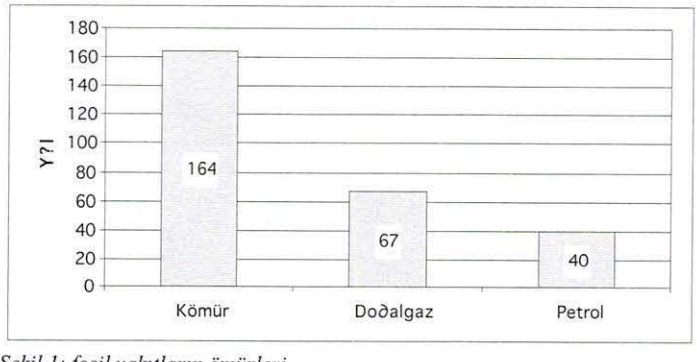
TMMOB – EMO
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
Enerji Birimi Koordinatörü
necati.ipek@emo.org.tr

AFŞİN-ELBİSTAN
"KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ SEMPOZYUMU"
TÜRKİYE ENTERKONNEKTE ELEKTRİK AĞINDA KÖMÜRÜN YERİ

• Ülkemizde de önemli enerji kaynaklarından biri olan kömürün dünya toplam enerji arzı içerisindeki payının 2030 yılına kadar önemli bir değişim göstermeyeceği kestirilmektedir. Bu öngörüde, kömür rezervlerinin petrol ve doğalgaz gibi diğer enerji kaynaklarına göre dünya üzerinde daha geniş bir yayılım gösteriyor olması rol oynamaktadır.

• 2004 yılı sonu itibariyle dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervinin 909 milyar ton ve 164 yıl ömrü olduğu hesaplanmaktadır. (BP 2005, Statistical Review of World Energy2005)

• Bu süre, yeni rezervlerin bulunması halinde petrol için yaklaşık 40 yıl ve doğalgaz için ise 67 yıl olarak tahmin edilmektedir. (Ş. 1)



Şekil 1: fosil yakıtların ömürleri

Kömürün kullanım oranları

• Dünya kömür üretiminin yaklaşık %70'i elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Diğer kullanımları ise ısınma, demir çelik ve çimento sektörlerinde yoğun-laşmıştır. Elektrik üretimi amaçlı kullanımın 2030 yılında %80 düzeyine yükseleceği tahmin edilmektedir (WCI 2005a : s.40)

• Dünya toplam elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar içerisinde en büyük pay, %40,1 (6,681 TWh) ile kömüründür. Kömürü %19,4 ile doğalgaz, %15,9 ile hidrolik, %15,8 ile nükleer, %6,9 ile petrol ve %1,9 ile diğer kaynaklar izlemektedir (IEA 2005a : s.24).

Enerji :

• Enerji, ekonomik kalkınma ve toplumsal gelişimin en temel girdisidir. Gelişmiş ülkelerde, enerji ihtiyacının; her dönemde yeterince, verimli, güvenilir, ekonomik, sürekli ve çevreye zarar vermeden sağlanması temel hedefler arasında yer almaktadır. Ülkemizin de sanayileşebilmesi ve sürdürülebilir gelişme amacına ulaşabilmesi için tüm politikaların merkezine enerjiyi koyması gereklidir.

Enerji ve bağımsızlık :

• Kendi ihtiyaç duydukları enerjiyi, kendi öz kaynaklarını kullanarak üretebilen ülkeler, gelişmişler ve gerçek anlamda ulusal bağımsızlıklarına kavuşabilmişlerdir. Ülkemizin kalkınabilmesi, enerji alanında bağımsızlığını ilan edebilmesi de, uzun zamandır ihmal edilen yerli enerji kaynaklarımızın geliştirilmesine ve değerlendirilmesine bağlıdır.

Enerji ve bağımsızlık :

• Türkiye özelinde olduğu gibi kendisine ait enerji potansiyelini bilmeyen, geliştiremeyen ülkeler, enerjide ve ekonomide giderek artan oranlarda dışa bağımlı kalmaya mahkumdurlar. Enerji ihtiyacımızın karşılanmasında, yerli enerji kaynaklarımız unutulmuş; elektrik üretiminde, başta hidroelektrik, rüzgar, jeotermal, güneş gibi yenilenebilir kaynaklarla, yerli kömür potansiyelimiz büyük ölçüde dışlanmıştır.

Yerli potansiyellerimiz :

• Ekonomik olarak değerlendirilebilecek 128 milyar kWh olan su kaynaklarımızın yüzde 65'i, 10.000 MW'lık "ekonomik rüzgar potansiyeli"mizin %99'u, jeotermal potansiyelimizin %97'si ve ülkemizin her bölgesinde parıldayan güneş elektrik üretiminde hiç kullanılmamaktadır. 2006 yılındaki elektrik üretimi dağılımımız incelendiğinde, kömürden elektrik üretimimizin de yüzde 26'ya düştüğü görülmektedir.

Bağımlılık sembolü : D.Gaz

• Buna karşılık, 2006 yılında doğalgaz kullanılarak elektrik üretimi yüzde 44 olarak gerçekleşmiştir. 2007 yılında sıcak ve kurak geçen yaz aylarında elektrik kullanımında beklentilerin üzerinde gerçekleşen "Talep", doğalgaz çevrim santralları ile karşılanmaya çalışılmıştır. Bu nedenle, yaz aylarında doğal gaz kullanarak elektrik üretimi % 50'ye kadar çıkmıştır.

Kaynak fakiri miyiz ?:

• Ülkemiz, iddia edildiği gibi enerji kaynaklan açısından çok fakir bir ülke değildir. Elektrik üretiminde kullanılacak hidroelektrik kaynak-larımız ve ısıl değeri düşük de olsa elektrik üretebileceğimiz yerli linyitimiz değerlen-dirilmeyi beklemektedir. Buna karşılık son dönemde gerek sanayinin, gerek meskenlerin artan elektrik ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için kolay ancak pahalı olan doğalgaz seçeneği tercih edilmeye başlanmıştır.

Doğal Gaz sevdası :

• Doğalgaz kullanılarak yapılan elektrik üretimi-nin, üretim maliyetlerinin yüksek oluşu ve dışa bağımlılığı artırması gibi iki önemli problemi bulunmaktadır. 2006 yılında elektrik üretiminin yüzde 44'ünü doğalgazdan sağlayan ülkemiz, kullandığı doğalgazın yüzde 65'ini de Rusya' dan ithal etmiştir.

Doğalgaz kullanımında yüksek oranlarda Rusya'ya bağımlılık, elektrik üretiminde yerli kaynakların kullanımını da önemli oranlarda düşürmektedir.

Linyitin önemi :

• Elektrik üretiminde kullanabileceğimiz yerli kaynaklarımız arasında, Linyit'in önemli bir yeri vardır.

Afşin-Elbistan :

• Ülkemizin linyit potansiyelinin önemli bir bölümü Afşin-Elbistan Bölgesi'nde bulunmaktadır. Türkiye'nin 8,3 milyar ton olan linyit rezervinin, yüzde 40'ı bu bölgededir. Afşin-Elbistan Bölgesi, kömürle çalışan termik santralların kurulması için ideal bir bölge olarak kabul ediliyor.

Afşin-Elbistan :

• Ülkemiz elektrik enerjisi ihtiyacının yaklaşık ¼ i Güneydoğu Anadolu (GDA) Bölgesi ve çevresinden karşılanmaktadır. Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) "bölgesel kalkınma" temel anlayışının lokomotifi olan enerji sektörü, söz konusu proje kapsamında %80 gerçekleşme oranı ile başta yer almaktadır.

GD Anadolu Bölgesi

• GD Anadolu Bölgesi kömür ve asfaltit yatakları ile ülkemizin enerji bütünlemesinde büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde belirlenen 9 milyar ton linyit rezervinin 4 milyar ton ile en büyük bölümü Elbistan (Kahramanmaraş) havzasında yer almaktadır. Kuzey'de Kangal kömür sahasından başlayarak güneyde Tufanbeyli sahasını içine alan geniş bölge, ülkemizin en önemli kömür rezervine sahip bölgesidir. Yine Elbistan havzasında kömür ile birlikte bulunan 'Gitya' ve 'Leonardit' organik tarım için önemli birer hammadde özelliği taşımaktadır.

Afşin-Elbistan :

• Bu bölgede şu anda çalışmakta olan Afşin-Elbistan A TES'in Kurulu Gücü 1.355 MW, B TES'in Kurulu Gücü de 1.440 MW' tır. EİEİ verilerine göre Afşin-Elbistan Bölgesi'nin toplam Kurulu Güç kapasitesi 6.800 MW seviyesinde.

• Türkiye linyit rezevlerinin yaklaşık % 43'ünü oluşturan Afşin-Elbistan linyit havzasının elektrik üretimindeki yeri tartışılmaz. Bölgede halen işletilmekte olan 4x340 MW gücündeki Afşin-Elbistan A Santralına ek olarak 4x360 MW gücündeki Afşin-Elbistan B Termik Santralı tamamlanmış olup işletmeye açılmıştır. Bölgede ayrıca elektrik enerjisi üretmek üzere C, D, E ve F olarak adlandırılan bir dizi termik santral inşası planlanmaktadır.

Doğal Gaz bizi boğar...

• 2006 yılı itibariyle, ülkemizin toplam elektriksel kurulu gücünün 40.500 MW olduğu dikkat alındığında, Afşin-Elbistan Bölgesi'nin değerlendirilmeyi bekleyen önemli bir potansiyel olduğu daha da iyi anlaşılmaktadır. Elektrik üretiminde, dışa bağımlı olduğumuz doğalgazın kullanımının düşürülebilmesi için bu bölgedeki linyit potansiyelinin hızla değerlendirilerek, elektrik üretimine başlanılması bizim için ihtiyaçtan çok zorunluluk haline gelmiştir.

İhale süreci :

• Bu bölgedeki linyit potansiyelinin değerlendirilebilmesi amacıyla, Afşin-Elbistan A ve B TES' in yanına iki yeni santral kurulması için 31 Temmuz 2006'da ihale yapılmıştır.

• Daha önce, 35 yerli ve yabancı firma ihale dosyası alarak, ön başvuru yapmasına rağmen, 31 Temmuz'daki ihaleye hiçbir firma katılmamıştır.

İhale süreci :

• İhale şartnamesinde, 5 milyar dolara yapılması planlanan santrallerin, maksimum 5 yıl içerisinde tamamlanması isteniyordu. Her bir santralın 50 yıllık kömür ihtiyacını karşılayacak şekilde linyit

sahaları firmalara tahsis edilecekti. Ayrıca, en az 1.200 MW kurulu güç kapasitesi ile yatırım yapacak firmalara devlet, 15 yıl elektrik alım garantisi de verecekti.

İhale süreci :

• Görünüşte cazip olan şartlar için 35 firmanın ihale dosyası almasına rağmen, hiçbirinin ihaleye katılmaması oldukça ilginçtir. Ülkemizin içinde bulunduğu elektrik probleminin çözümüne önemli katkıları olacak bu büyük projenin başlaması için özel sektörün isteksiz davranması nedeniyle, ihalenin iptali yakın gelecekte daha büyük problemleri de beraberinde getirebilecektir.

İhale süreci :

• Afşin-Elbistan C ve D santralleri devreye alınabilseydi ülkemizin toplam elektrik ihtiyacının yaklaşık % 10'u bunlardan karşılanabilecekti. Ayrıca, santralların tesisinde 15.000, işletilmesi sürecinde ise 8.500 kişi iş sahibi olabilecekti.

İhale süreci :

• Ülkemiz için bu kadar kritik olan bir projeye hiçbir firma niçin girmek istememiştir? Bu sorunun yerli ve yabancı özel sektör temsilcileri için cevapları çok farklı olmasına karşın temelde iki nedeni bulunmaktadır. Birincisi, termik santral yatırımı yaparak elektrik üretecek yatırımcıların, ürettikleri elektriği, devletin hangi kurumuna ve nasıl bir fiyat ile satacakları ile ilgili netlik olmayışı, ikincisi ise üretilen elektriği, ihtiyacı olan bölgelere taşıyacak enerji iletim hatlarıyla ilgili yatırımların devlet tarafından ne zaman yapılacağının belli olmamasıdır.

İhale süreci :

• Sonuç olarak, Afşin-Elbistan C ve D üniteleri için bu ihale süreci başarısız olmuştur. Hızla yeni bir ihale sürecinin başlatılması gereklidir. Çünkü, ülkemizin elektrik ihtiyacı, ekonomik gelişme ve büyümemize paralel olarak sürekli artmaktadır. İhale süreci tamamlandıktan sonra, tesisin tamamlanması ve santralin üretime geçmesinin beş yılı bulacağı düşünüldüğünde, zaman aleyhimize çalışmaya devam etmektedir. Bu büyük proje, elektrik problemimizin çözümü için tek başına yeterli değildir. Ancak, elektrik problemimizin çözümünün önemli bir parçası olduğu da asla unutulmamalıdır

C, d,...

• Ayrıca, projenin gerçekleşmesi durumunda ani olarak değerlendirmeyi bekleyen, ısıl değeri düşük olan linyitimizde, elektrik üretiminde kullanılabilecek, bu da dışa bağımlılığımızın azaltılmasını sağlayacaktır. Bu sayede, petrol ve DG fiyatlarındaki yüksek oranlardaki artışlara karşı, yerli olan linyitimiz, elektrik üretimindeki fiyat istikrarının sağlanması açısından da yardımcı olacaktır. Kapımıza kadar dayanan elektrik arz güvenliği için Afşin-Elbistan C ve D gibi en az 10 projeye daha ihtiyacımız varken, henüz daha birincisinin ihalesinin tamamlanamaması, elektrik krizinin daha kısa sürede var olmasına neden olabilecektir.

Enterkonnekte Sistem

• Bütün bu açıklamalardan sonra Afşin – Elbistan linyitlerinin Türkiye Enterkonnekte Elektrik Şebekesi (Ağı) içindeki yeri ve önemi üzerine fazla söze gerek yok görünüyor.

• Temiz Kömür Teknolojileri ile desteklendiğinde Afşin-Elbistan linyitlerinin değerlendirilmesi sonucu Elektrik Enerjisi Üretiminde Doğal Gaza, Petrole, İthal Kömüre kısacası dışa bağımlılığımızın "azaltılması" bile bu ülke insanı ve toplumsal refahımız için çok çok önemsenmesi gereken bir husustur.

Bizleri bu güzel Ortamda buluşturan
TMMOB - MADEN MO' na Teşekkürler..!
TMMOB-EMO
ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI
http://www.emo.org.tr **http://www.enerjinesahipcik.org**
e-ileti : necati.ipek@emo.org.tr

Elbistan Linyit Rezervinin Elektrik Üretimi Bakımından Önemi ve Doğalgaza Göre Avantajları

Çetin KOÇAK

Jeofizik Y. Mühendisi, JFMO Maden Komisyonu Başkanı ve Enerji Komisyonu Üyesi, DEKTMK Üyesi

ÖZET

1967 yılında bulunan Elbistan Linyit Havzasında üretilebilir rezervi 3,8 milyar ton olup, MTA'nın yapmakta olduğu inceleme ve sondajlara göre daha da artabilecektir. Kalori değeri bakımından bu rezerv yaklaşık 486milyar m^3, doğal gaz santrallarıyla aynı miktarda elektrik üretilmesi durumundaki rezervi ise 282 milyar m^3 doğalgaza eşittir. Elbistan rezervinin tamamının tüketilmesi halinde bugünkü değerlerle doğalgaza göre 62 milyar$ daha karlı ve ayrıca kazanılan 15 kat fazla istihdamla en az toplam 20 bin kişi doğrudan istihdam edilmiş olacaktır.

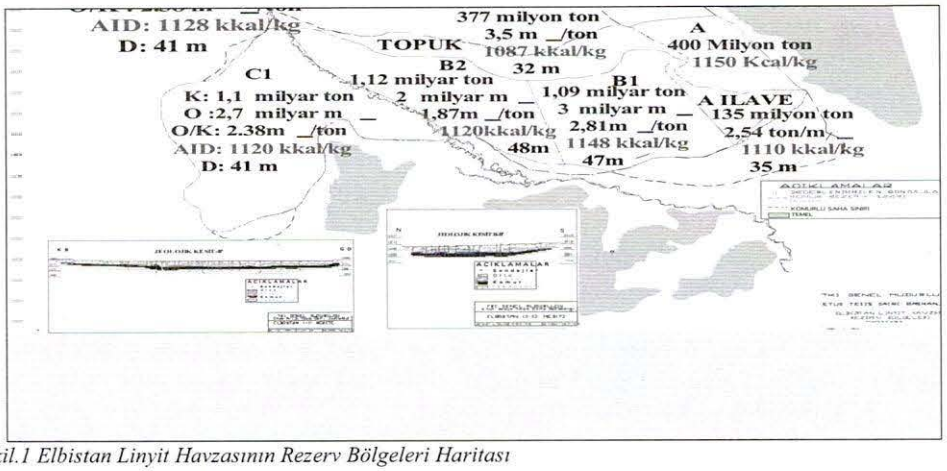
Elbistan havzasındaki mevcut ve planlanabilir kurulu gücü en az 9450 MW olan santral potansiyeli ile yılda 55–60 milyar kwh elektrik üretilebilecektir. Bu değer, Türkiye'nin 2005 yılı elektrik üretiminin %34–37' si kadardır. Kurulacak santralların termik verimi artması durumunda havzanın santral potansiyeli daha da artacaktır. Havzada madencilik planlaması buna göre yapılmadığından, havzanın santral potansiyeli yaklaşık 3000 MW azalmış görüntüsü vermektedir. C ve D sahalarının ihalesinden önce havzanın madencilik planlamasının yeniden yapılması son derece önem arz etmektedir. Böylece kömür üretim maliyeti düşecek sahaların ekonomikliği artacaktır. Çevre ve teknik nedenlerle havzanın tüm santral potansiyelinin kısa sürede gerçekleşmesi mümkün olmasa da gelişmiş teknoloji içeren yeni santrallar yapılabilmesi için uygun rezerv alanları bırakılmalıdır. Doğal gaz santrallarıyle aynı miktarda net elektrik üretilmesi bakımından Elbistan linyitinin doğal gaz eşdeğeri üretim maliyeti 81 $/1000m3 olup yakıt olarak doğal gaz Elbistan linyitinden 3,7 kat daha pahalıdır.

Bu durumda ucuz elektrik üretilmesi için yeni linyit santrallarının yapılması gerektiği halde linyit santrallarının yapımına zamanında başlanamaması yatırım süresinin kısa ve ilk yatırımın % 40'a varan oranda daha düşük olması nedenleriyle doğal gaz santrallarının yapımını gündeme getirmektedir. Bunun sonucunda mevcut linyit santrallarının da kapasitelerinde çalışamaması, elektriğin maliyetini artırmakta enerji ve madencilik sektörünü olumsuz etkilemektedir.

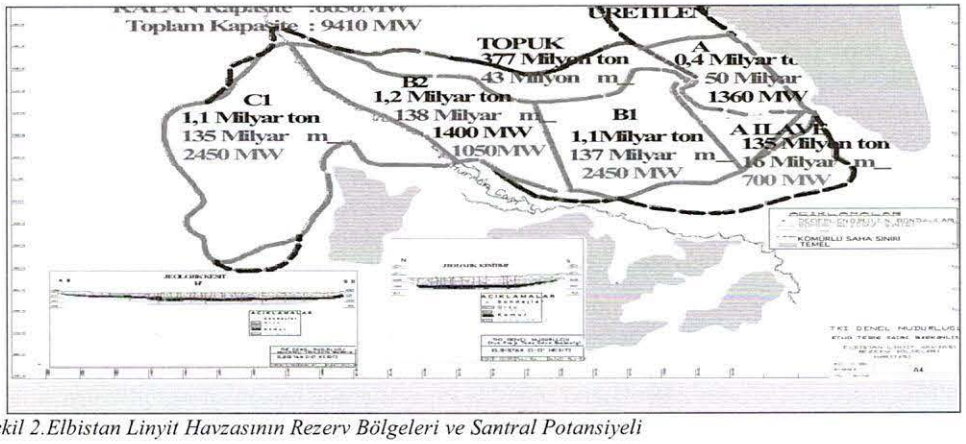
I. ELBİSTAN LİNYİT HAVZASININ REZERVİ VE SANTRAL POTANSİYELİ

Elbistan Linyit Havzası işletilmekte olan A sektörü dışında havza bazında yeniden değerlendirilmiştir. A sektöründeki bazı sondajlar da dahil olmak üzere 600 civarında sondaj bilgisayar ortamında surpac madencilik proğramı ile değerlendirilerek kömür damarı eşkalınlık, üst örtü eşkalınlık, kömüre giriş, kömürden çıkış, nem, kül, kalori haritaları ile jeolojik kesitler yapılmış ve havza B1,B2,C1, olmak üzere 3 sahaya bölünmüştür. Kuzeyde A ve B Santralları ile Çoğulhan'dan dolayı Topuk bırakılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda Afşin-Elbistan Havzasının A sektörü dahil toplam görünür rezervi 4,3 milyar ton ekonomik işletilebilir linyit rezervi ise; 3,84 milyar ton bulunmuştur. Bu çalışma konusunda uzman olan 25 civarında teknik eleman tarafından 1,5 yıl civarında bir zamanda yapılmıştır (TKI, 1999). Sahadaki kömür rezervi ve kalitesinin tespitinde; mevcut açık işletmedeki kazı ve yakma deneyimleriyle belirlenen kriterler kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil.1 Elbistan Linyit Havzasının Rezerv Bölgeleri Haritası



Şekil 2.Elbistan Linyit Havzasının Rezerv Bölgeleri ve Santral Potansiyeli

Elbistan havzasının santral potansiyeli mevcut 2800MW dışında; 6650 MW olup havzanın toplam santral potansiyeli 9450MW olacaktır (Şekil.2) (Koçak, 2003).

Ancak yapılacak yeni termik santrallarda; Çevre etkisinin en aza indirilmesi ve termik veriminin % 6–7 artırılacak teknolojileri içermesi halinde havzanın kalan santral potansiyeli (6650 MW) en az % 20 artarak 8000 MW olabilecek olup bu takdirde mevcutlarla birlikte havzanın toplam santral potansiyeli 10800 MW olacaktır.

MTA tarafından yapılan araştırmalarla rezervin artış miktarı ve havzanın santral potansiyeli daha da artacaktır.

Yukarıdaki bilgiler çerçevesinde havzanın madencilik planlaması yeniden yapılması son derece önem arz etmektedir. Kışlaköy işletme sınırından başlayarak batıya doğru ihaleye çıkılacak santralların saha sınırları belirlenmelidir. Böylelikle havzanın santral potansiyelinin korunması yanında ortak sınırlarda; şev dekapajı ve drenaj avantajları nedenleriyle kömür üretim maliyeti azalacaktır. Ayrıca gelişmiş teknoloji içeren yeni santrallar yapılabilmesi için uygun rezerv alanları bırakılacak, önemli büyüklükteki tarım alanının uzun süre yöre tarımına daha verimli hizmet vermesi sağlanacaktır. Havzanın rezerv miktarı ve konumu bu şekilde bir planlanmanın yapılmasına uygundur.

Mevcut yeni bilgileri dikkate almadan yapılan planlamayla havzanın toplam santral potansiyeli en çok 7000 MW olacağı gibi yukarıda değinilen avantajlar kalmayacaktır Şekil.3. Bütün bu nedenlerle C ve D saha ve santrallarının ihalesinden önce havzanın madencilik planlaması yeniden yapılmalıdır. Yapılacak bu planlama çerçevesinde B Santralına ait sahanın(Çollolar) işletme sınırlarının bir bölümü yeniden belirlenmelidir.

II. ELEKTRİK ÜRETİMİ BAKIMINDAN ELBİSTAN LİNYİT REZERVİNİN DOĞALGAZA GÖRE AVANTAJLARI (Koçak, 2003,2006 ve 2007)

Linyit santralları doğal gaz santrallarına göre ekonomiklik ve yüksek istihdam yaratması açısından çok avantajlıdır.

Linyit rezervlerimizin ekonomikliğini anlamak için doğal gaz santrallarıyla aynı miktarda net elektrik üretilmesi bakımından doğal gaz bazında değerlendirilmesine bakmak gerekir. Bu değerlendirmelerde termik santrallerde kullanılan yakıtların karakteristik değerleri (TEAŞ, EÜAŞ, TEİAŞ 1999–2005 istatistikleri, Enerji İstatistikleri DEKTMK–2006) kullanılmıştır.

Elbistan da santralların ortalama özgül ısıl değeri 2500 kcal/kwh, doğal gaz santralları için ise 1650 kcal/kwh alınmıştır. Doğal gazın santrallara maliyeti 300 $/1000m³ alınmıştır.

Elbistan linyit havzasında 1 ton kömürün üretim maliyeti yaklaşık 6 $/ton dur. Elbistan linyitlerinin alt ısıl değeri(AID) = 1100 kcal/kg, doğal gazın AID= 8600 kcal/m3 alınmıştır.

Kalori bakımından doğal gaz eşdeğeri üretim maliyeti; 8600:1100 X 6 = 47$/1000m³ dür. Elbistan linyit santrallarında doğalgaz santrallarının ortalamasına göre 1kwh elektrik üretilmesi için yaklaşık 1,5 kat fazla kalori harcanmakta olup iç tüketim ve yardımcı yakıt gideri ise Elbistan linyit üretim maliyeti değerlerine göre hesaplanırsa yaklaşık %15 fazladır. Bundan dolayı, Doğal gaz santrallarıyla aynı miktarda net elektrik üretilmesi bakımından Elbistan linyitinin doğal gaz eşdeğeri üretim maliyeti 47x1,5x1,15 = 81 $/1000m3 olup yakıt olarak doğal gaz, Elbistan linyitinden 300: 81=3,7 kat daha pahalıdır.

1 kwh net elektrik üretiminin maliyetinde yakıt maliyetinin oranı ise, santralların kapasitelerine yakın çalıştıkları zaman Elbistan linyit santralında ortalama % 65 iken doğal gaz santrallarında yaklaşık % 90 dır. Sonuç olarak net elektrik birim üretim maliyeti bakımından doğal gaz santrallarının üretim maliyeti; Elbistan Linyit santrallarının en az 300:81x65:90= 2,7 katı daha pahalıdır diyebiliriz.(Bu işlem santralların yatırım ve işletme maliyeti farklarını da içermektedir.)

Benzer şekilde yapılan hesaplarla linyit rezervlerimizin ortalama doğal gaz eşdeğeri üretim maliyeti yaklaşık 111 $/1000m3 dür. Santral yakıtı olarak doğal gaz, linyitlerin en az 2,71 katı daha pahalı olduğu görülür.

1 kwh net elektrik üretiminin maliyetinde yakıt maliyetinin oranı ise, santralların kapasitelerine yakın çalıştıkları zaman linyit santrallerinde ortalama yaklaşık % 60 iken doğal gaz santrallarında yaklaşık % 90 dır. Net elektrik birim üretim maliyeti bakımından ise doğal gaz santrallerinin üretim maliyeti, linyit santrallerine göre parasal açıdan en az 300:111x 60: 90 = 1,8 kat daha pahalıdır diyebiliriz. Bu işlem de santralların yatırım ve işletme maliyeti farklarını da içermektedir.

1967 yılında bulunan Elbistan Linyit Havzasında üretilebilir rezerv 3,8 milyar ton olup, MTA'nın yapmakta olduğu inceleme ve sondajlara göre daha da artabilecektir.

Kalori değeri bakımından Elbistan linyit rezervi yaklaşık 486 milyar m^3 ($3.8x10^{12}x1100$: 8600=486 milyar m3), doğal gaz santralleriyle aynı miktarda elektrik üretilmesi durumundaki rezervi ise 282 milyar m^3 (486:1,5=323:1,15=282 milyar m3) doğalgaza eşittir. Elbistan rezervinin tamamının tüketilmesi halinde bugünkü değerlerle doğalgaza göre 62 milyar $ (282x300-282x81= 62) daha karlı olacak ve ayrıca toplam 20 bin kişi doğrudan istihdam edilecektir.

Yukarıdaki nedenlerle uygun kömür rezervlerimize, dayalı santral projelerinin öncelikle uygulanması sağlanmalıdır.

III. LİNYİT SANTRALLARIMIZIN KAPASİTELERİNDE ÇALIŞAMAMASININ BAŞLICA NEDENLERİ (Katı Fosil Yakıtlar, DEKTMK 2007)

Kömür rezervinin tespit edilmesine yönelik yapılan çalışmalar sırasında alınan numuneler ve sahaların farklılığı ve histogramlar santralın dizaynına esas kömür karakteristiğini tam olarak yansıtmamaktadır. Kömür sahasında bulunan kömürün uniform bir yapıda olmaması rezerv tespit çalışmaları sırasında yapılan histogramların yetersiz olması ile farklı kalitede ve formasyonda bulunan kömürün santralın dizaynına esas kömür özelliklerinde sürekli verilememesi öncelikle kazan işletmesinde sorunlara yol açmaktadır.

Bugüne kadar yapılan santral sözleşmelerinde santralde yakılacak kömürün sadece Kalori değerinde (± %15), marjın dikkate alınmıştır. Kül ve nem değerlerinde hiçbir marjın öngörülmemiştir. Oysa Kül ve

Nem değerlerinde de örneğin (± %10) sapmaların olabileceği dikkate alınarak sözleşme yapılmalıdır. Bununla birlikte Kalori, Nem, Kül'ün dışında Kükürt ile Kömürdeki $CaCO_3$ parametreleri ve kül içinde bulunan Silis oranıda belirlenerek, santral dizaynına esas parametreler olarak dikkate alınmalıdır. Kömürün kazan dizaynına esas değerlerde kalorifik değerinin sağlanamaması durumunda, kazan içerisinde tam yanmanın sağlanması için taze hava, belirlenen orandan fazla verilmekte bu da kazan yanma optimizasyonunu bozmakta, ve dizayn limitlerinin dışına çıkılması ile dengenin bozulmasına neden olmaktadır.

Termik santralların kazan karakteristiklerinin belirlenmesine yönelik kömür sahasından alınan ve analize tabi tutulan kömür numunelerinin kömür rezervini tam olarak temsil etmemesi,

Son 20 yıldır uygulanan özelleştirme politikaları, siyasi ve politik atamalar, kamu santrallarında çalışan personelin motivasyonunu bozması, iş gücü kayıplarına neden olması, santrallarda gerekli sayıda nitelikli personel istihdamının yapılamaması,

Santral stok sahasında, kömürün kalori, nem, kül ve kükürt içeriği ile tane boyu dağılımındaki dalgalanmaları en aza indirebilmek için harmanlama ve stoklama faaliyetinin yeterli şekilde yapılamaması,

Kömür üreticisi tarafından belirlenmiş kömür özelliklerine uygun kömürün teslim edilememesi,

Yine bu süre içerisinde özelleştirilecek gerekçesi ile gerekli bakım, onarım, idame ve yenileme yatırımları tam olarak yapılamaması,

Çevre ve hava kalitesi açısından çok önemli olan santrallardaki baca gazı arıtma sistemlerinin istenen düzeyde çalıştırılamaması, şeklinde sıralanabilir.

Yukarıda belirtilen hususların giderilmesi halinde, linyit santrallarımız kapasitelerinde üretim yapabilecek durumda olacaktır. Ancak

öncelikle Yİ, YİD ve İHD santrallarının sözleşmeleri, otoprodüktör ve otoprodüktör grubu santrallerinin üretimleri dikkate alınarak temel yük santralları tespit edilmektedir. Daha sonra sırası ile su tutma kapasiteleri sınırlı hidrolik santrallar, daha büyük rezervuarlı hidrolik santraller, sözleşmeye bağlanmamış termik santrallar, puant amaçlı küçük hidrolik santraller talebi karşılamak üzere günlük üretim programına dahil edilirler. Gece yükleri çok az miktarda hidrolik santrallerin katkısı ile veya tamamen termik santrallardan karşılanmaktadır (Elektrik DEKTMK 2004,2007). Buradan da anlaşılacağı gibi kamuya ait linyit ve taşkömürü santrallarımızın kapasitelerinde elektrik üretmeleri yalnız bu santrallarımızın performanslarına bağlı değildir.

IV. DOĞAL GAZ VE HİDROELEKTRİK SANTRALLARI NEDENİYLE LİNYİT SANTRALLARINDA KAPASİTELERİN DÜŞÜRÜLMESİNİN EKONOMİK SONUÇLARI (Koçak, 2006 ve 2007)

Doğal gaz santralları nedeniyle linyit santralarında ve ilgili linyit işletmelerinde kapasitelerin düşürülmesi ile santrallarda ve ilgili kömür ocaklarındaki üretim maliyetlerinin artması sonucunda önemli ekonomik kayıplar olmaktadır.

Bunun analitik boyutunu anlamak için kurulu gücü 5569 MW olan 9 linyit santralının istatistik değerleri analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Değerlendirilen linyit santrallarında; tam kapasitedeki toplam ve ortalama değerleri olarak santralların enerjiye en fazla ihtiyaç olduğu 1999–2000 yıllarında ürettiği değerleri alınmıştır. Böylelikle proje değerleri yerine santralların özgün durumları nedeniyle enerji talebinin üst düzeyde olduğu zamandaki üretim değerleri kapasiteleri olarak alınmıştır.

Bu santralların bu dönemdeki ortalama kullanım süresi 6000 saat/yıl olmuştur. 1999–2000 yılındaki santrallarla ait istatistik değerlerine göre toplam üretim maliyetinin 2006 yılına dönüştürülmüş değeri $107600x10^6$ cent/yıl, yıllık toplam üretimi $29263x10^6$ kwh/yıl olup ortalama birim üretim maliyeti 3,68 cent / kwh olmuştur (Tablo1).

Tablo 1: Yatağan ve Kemerköy santralarının 2000 diğer santralların 1999 değerleri

Linyit Santralları	Kurulu güç MW	Kullanım Süresi (saat)	Topl.Maliyet 1000$	2006 değerine dönüştürül. Topl.Maliyet 1000$	Net üretim Gwh	Net birim maliyet cent/kwh	2006 değerine dönüştürül. Net Birim Maliyet cent/kwh
ELBİSTAN-A	1360	5782	109108	150000	7009	1,56	**2,14**
KANGAL*	300	5414	46201	64414	1452	3,23	**4,44**
ORHANELİ	210	6753	58105	79765	1246	4,66	**6,3**
SEYİTÖMER	600	6664	95947	131714	3559	2,7	**3,7**
SOMA B	990	6781	211708	290628	5831	3,63	**5**
TUNÇBİ (A+B)	429	5130	66439	91207	1703	3,9	**5,36**
KEMERKÖY	630	5038	63837	92900	2636	2,42	**3,5**
YATAĞAN	630	6799	79641	116000	3839	2,07	**3**
YENİKÖY	420	5916	43218	59329	1988	2,17	**3**
toplam-ortalama	**5569**	**6080**	**774204**	**1075957**	**29263**	**2,65**	**3,68**

* 09.06.2000 tarihinde servise girdiği için Santralın üçüncü ünitesi değerlendirilmemiştir.

Linyit kömürlerimize dayalı santralların toplam kurulu gücü 8153 MW'dır. Çayırhan santralı (620 MW)'nın özel durumu, Elbistan B(1440 MW), Çan (320 MW) santrallarının ise 2004, 2005 yıllarında devreye girmeleri nedeniyle değerlendirme dışında tutulmuştur.

Linyit santrallarının toplam üretim kapasiteleri %20'e düşse bile azalamayacak sabit giderler nedeni ile toplam maliyet ortalama %20azalarak % 80'e inebilmektedir. Bu nedenle Linyit santrallarında ve ilgili madende kapasitelerin düşürülmesi durumunda

azalamayacak sabit giderler nedeni ile birim üretim maliyeti dört beş kat artabilmektedir (Tablo 2).

Tablo 2: 5569MW Gücündeki Linyit Santrallarında Kapasite Kullanım Oranına Göre Maliyet Değişimi

L.Santralarının Kapasite Kullanımı	Toplam Maliyet milyon $/yıl	Net Üretim 10^6 kwh/yıl	Birim Maliyet cent / kwh	**Maliyet Artışı Milyon $ / yıl**
% 10	M_1 =861	$Ü_{10}$ = 2926	B_1 = 29	**$Ü_{10}$ x (B_1–3,68) = 741**
% 20	M_2 = 887	$Ü_{20}$ = 5852	B_2 = 15,2	**$Ü_{20}$ x (B_2–3,68) = 651**
% 30	M_3 = 914	$Ü_{30}$ = 8778	B_3 =10,4	**$Ü_{30}$ x (B_3–3,68) = 555**
% 40	M_4 =941	$Ü_{40}$ =11704	B_4 = 8	**$Ü_{40}$ x (B_4–3,68) = 506**
% 50	M_5 = 969	$Ü_{50}$ = 14630	B_5 = 6,6	**$Ü_{50}$ x (B_5–3,68) = 427**
% 60	M_6 = 988	$Ü_{60}$ = 17556	B_6 =5,6	**$Ü_{60}$ x (B_6–3,68) = 337**
% 70	M_7 = 1008	$Ü_{70}$ = 20842	B_7 = 4,8	**$Ü_{70}$ x (B_7–3,68) = 233**
% 80	M_8 = 1028	$Ü_{80}$ = 23408	B_8 = 4,4	**$Ü_{80}$ x (B_8–3,68) = 169**
% 90	M_9 = 1048	$Ü_{90}$ = 26334	B_9 = 4	**$Ü_{90}$ x (B_9–3,68) = 84**
% 100	M = 1076	Ü = 29260	B = 3,68	

Linyit santrallarına ait istatistik verilerin analizi ve yapılan değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir;

Linyit santrallarında elektrik üretim maliyetlerindeki artış; kapasite kullanım oranlarına bağlı olarak, üretim miktarlarının, birim üretim maliyetlerindeki, (B_1,B_2,..B_9–3,68) cent/ kwh artış değerleriyle çarpılmasıyla bulunabilir (Tablo 2).

Doğal gaz santrallarında linyit santrallarındaki kapasite kaybı kadar üretilen elektrik; (DB–3,68) cent/kwh fark değerleri kadar pahalı üretilmektedir.

Hidroelektrik santrallarda ise linyit santrallarındaki kapasite kaybı kadar üretilen elektrik; (3,68-HB) cent/kwh fark değeri kadar ucuz üretilmektedir.

Bu değerlerin Tablo.2'deki maliyet artışı değerleriyle toplanması sonucunda elektriğe fazladan ödenen parasal miktarlar simülasyon şeklinde hesaplanabilecektir (Tablo 3).

Linyit santrallarında; kapasite düşürüldükçe istihdam, katma değer ve çoğaltan etki değeri azalmaktadır.

Bu durumda oluşacak toplam kayıp aşağıdaki bağıntılar ile hesaplanabilir.

Linyit Santrallarının
Kapasite Kullanımı O L U Ş A C A K T O P L A M KAYIP
% 10 Ü10 x (B1 –3,68) + Ü90 x (DB – 3,68) + K1+Ç1-Y1
% 20 Ü20 x (B2 –3,68) + Ü80 x (DB – 3,68) + K2+Ç2-Y2
% 30 Ü30 x (B3 –3,68) + Ü70 x (DB – 3,68) + K3 +Ç3-Y3
% 40 Ü40 x (B4 –3,68) + Ü60 x (DB – 3,68) + K4+Ç4-Y4
% 50 Ü50 x (B5 –3,68) + Ü50 x (DB –3,68) + K5+Ç5-Y5
% 60 Ü60 x (B6 –3,68) + Ü40 x (DB – 3,68) + K6+Ç6-Y6
% 70 Ü70 x (B7 –3,68) + Ü30 x (DB – 3,68) + K7+Ç7-Y7
% 80 Ü80 x (B8 –3,68) + Ü20 x (DB – 3,68) + K8+Ç8-Y8
%90 Ü90 x (B9 –3,68) + Ü10 x (DB – 3,68) + K9+Ç9-Y9

DB : Doğalgaz santrallarının ortalama yıllık net birim satış fiyatı (cent/kwh)
$Ü_{10}$,$Ü_{20}$.. $Ü_{90}$: L.Santrallarının kapasite yüzdesine göre yıllık net üretimleri(kwh)

$B_1, B_2, ..B_9$: " " " " yıllık net birim maliyetleri (cent / kwh)
$K_1, K_2, ...K_9$: " " " " azalan katma değer miktarları
$Ç_1, Ç_2 \ldots Ç_9$: " " " " azalan çoğaltan etki değeri
Y1,Y2,...Y9 : " " " " artan kalan yakıtın değeri

Tablo 3: Doğal Gaz, Hidroelektrik Santralları Nedeniyle Linyit Santrallarında Düşük Kapasite ile Üretim yapılması ve Olabilecek Toplam Kayıp, +Kazançlar

5569MW Gücündeki L. Santrallarının Kapasite Kullanımı	(HB*- 3,68), (DB - 3,68) cent / kwh FARKLARINA GÖRE OLUŞACAK TOPLAM KAYIP ,+KAZANÇ (milyon $/yıl)						
	–3 cent	–2 cent	–1 cent	6 cent	7 cent	9 cent	10 cent
% 10	653	682	711	2324	2586	3037	3301
% 20	475	533	592	2055	2289	2686	2920
% 30	291	379	467	1760	1990	2363	2571
% 40	155	272	389	1562	1738	2022	2198
% 50	+12	134	281	1303	1449	1683	1830
% 60	+189	+14	161	1044	1056	1343	1460
% 70	+392	+184	25	771	849	1000	1088
% 80	+533	+299	+65	497	555	673	731
% 90	+706	+443	+179	246	275	334	363

**Hidroelektrik santrallerin birim maliyet değerleri*

Yapılan simülasyonda (Tablo 3);

Linyit santrallarında kapasite kullanım oranının %50 olmasına neden olacak doğalgaz santrallarının ortalama birim üretim maliyeti 13,68cent / kwh veya DB -3,68 cent / kwh farkı 10 cent ise kullanılan elektriğe yılda 1830 milyon $ fazla ödenecektir. Bu miktara istihdam, katma değer ve çoğaltan etki değer kaybının da eklenmesiyle ekonomik kaybın çok daha fazla olacağı görülecektir.

Üretilen elektriğin tamamı Linyit ve Hidrolik kaynaklarımıza dayalı santrallardan üretilmiş durumda da olsa hidroelektrik santrallerin doluluk oranında Linyit Santrallarımızın kapasitesi düşürülecektir. Bu durumda elektriğin maliyeti fazla artmayacak aksine azalabilecektir. Linyit santrallerin da kapasite kullanım oranının % 60 olmasına neden olacak hidroelektrik Santrallerin ortalama birim üretim maliyeti 0,68 cent / kwh ise üretilen elektriğe yılda 184 milyon $ daha az ödenecektir.

Bu analizler mevcut linyit santrallarının % 68'ini oluşturan bölümü için yapıldığından, yapılacak alım garantili yeni doğal gaz veya dışa bağımlı santrallarla elektriğin kamuya maliyeti daha da artacaktır. Linyit rezervlerimize ve hidrolik kaynaklarımıza dayalı santrallerin yapımına öncelik verilmesi halinde ise ekonomik kayıpların azalacağı görülmektedir.

Yapılan simülasyondan da görüleceği gibi öncelikle yerli uygun kaynaklara yönelik enerji yatırımlarının yapılması halinde kamunun finansman bulması veya finansman maliyetini karşılaması mümkündür. Aksi halde kamuya ait olmayan dışa bağımlı santrallerin ve bu santrallerin üreteceği pahalı elektriğin finansmanı kamu tarafından fazlasıyla karşılanacaktır. Üstelik bu durumda dış ticaret açığı, enerji arz güvenliği riski ve elektriğin maliyeti artacaktır.

Tablo 6:Elbistan A Santralında Doğal Gaz Santralları Nedeniyle Olabilecek Kayıplar

Elbistan A Santralı kapasite kullanım oranının %40 olmasına neden olacak doğal gaz santrallarının ortalama birim üretim maliyeti 13,14cent / kwh veya DB -2,14 cent / kwh farkı 11 cent ise kullanılan elektriğe yılda 543 milyon $ fazla ödenecektir (Tablo 6).

Elbistan A Santralı Kapasite Kullanımı	DB –2,14 cent / kwh FARKLARINA GÖRE OLUŞAN TOPLAM KAYIP (milyon $/yıl)							
	1 cent	3 cent	5 cent	6 cent	7 cent	8 cent	10cent	11cent
% 10	179	305	433	495	557	620	750	815
% 20	159	271	383	444	485	541	663	719
% 30	141	239	337	386	435	484	583	632
% 40	122	206	290	332	374	416	501	543
% 50	100	170	240	275	310	345	415	451
% 60	81	137	193	191	249	277	334	362
% 70	63	105	147	167	188	207	254	276
% 80	42	70	98	112	126	140	168	182
% 90	20	34	48	55	62	69	83	90

Elbistan C ve D santrallarının yapımıyla toplam 5600MW olacak Elbistan santrallarının kapasitelerinde çalışmaları durumunda yaklaşık 35 milyar kwh elektrik üretilebilecektir. Birim elektrik maliyeti ortalama en fazla 3 cent/kwh olacağını kabul edersek bu santralların elektriğin ucuzlamasına önemli katkısı olacaktır. Linyit santrallarımızın kapasitelerinin düşmesinden doğan ekonomik kayıpların azalması için Elbistan Havzasının daha fazla gecikmeden doğru şekilde değerlendirmemiz gerekir. Aksi halde alım zorunluluğu olan doğal gaz santrallarının toplam kurulu gücü arttıkça ekonomik kayıplar daha da artabilir.

V. SONUÇ

Elbistan Linyit Havzasında üretilebilir linyit rezervi 3,8 milyar ton olup, MTA'nın yapmakta olduğu inceleme ve sondajlara göre daha da artabilecektir. 40 yıl önce bulunan bu linyit kaynağımızın bu güne kadar % 6'sı üretilmiştir.

Elbistan havzasındaki mevcut ve planlanabilir kurulu gücü en az 9450 MW olan santral potansiyeli ile yılda 55–60 milyar kwh elektrik üretilebilecektir. Bu değer, Türkiye'nin 2006 yılı elektrik üretiminin %32–35'i kadardır. Kurulacak santralların termik verimi artması durumunda havzanın santral potansiyeli daha da artacaktır.

Havzanın ekonomik üretilebilir rezervinin ve termik santral potansiyelinin azalmaması için C ve D sahalarının ihalesinden önce havzanın madencilik planlamasının yeniden yapılması son derece önem arz etmektedir.

Planlamaya Kışlaköy işletme sınırından başlayarak batıya doğru ihaleye çıkılacak santralların saha sınırları belirlenmelidir. Böylelikle havzanın santral potansiyelinin korunması yanında; şev dekapajı miktarının azalması ve ortak drenaj avantajları nedenleriyle sahaların ekonomikliği önemli ölçüde artacaktır. Bu planlama çerçevesinde Elbistan B santralına ait saha sınırlarının bir bölümünün de yeniden belirlenmesi, bu sahadaki üretimin daha ekonomik olmasını sağlayacaktır.

Çevre ve teknik nedenlerle Havzanın tüm santral potansiyelinin kısa sürede gerçekleşmesi mümkün olmasa da gelişmiş teknoloji içeren yeni santrallar yapılabilmesi için uygun rezerv alanları bırakılmalıdır.

Doğal gaz santralleriyle aynı miktarda net elektrik üretilmesi bakımından yakıt olarak doğal gaz Elbistan linyitinden 3,7 kat daha pahalıdır.

Elbistan rezervinin tamamının tüketilmesi halinde bugünkü değerlerle doğalgaza göre 62 milyar $ daha karlı ve ayrıca kazanılan 15 kat fazla istihdamla en az toplam 20 bin kişi doğrudan istihdam edilmiş olacaktır.

Bu durumda ucuz elektrik üretilmesi için yeni linyit santrallarının yapılması gerektiği halde linyit santrallarının yapımına zamanında başlanamaması yatırım süresinin kısa ve ilk yatırımın % 40'a varan oranda daha düşük olması nedenleriyle doğal gaz santrallarını gündeme getirmektedir.

Yeni linyit santrallarının zamanında yapılmaması yerine, alım garantili doğal gaz santralarının yapılması nedeniyle mevcut linyit santrallarının da kapasitelerinde çalışamaması, elektriğin kamuya maliyetini artırmaktadır. Buna istihdam, katma değer ve çoğaltan etki değer kaybının da eklenmesiyle ekonomik kayıplar çok daha fazla olmaktadır.

Öncelikle ekonomik kaynaklarımıza yönelik enerji yatırımlarının yapılması halinde kamunun finansman bulması veya finansman maliyetini karşılaması mümkün görülmektedir. Aksi halde özel sektör tarafından yapılacak dışa bağımlı santralların ve bu santralların üreteceği pahalı elektriğin finansmanı yine kamu tarafından daha fazlasıyla karşılanmaktadır. Üstelik bu durum dış ticaret açığını, enerji arz güvenirliği riskini artırmaktadır.

KAYNAKLAR

DEK/TMK, 2007, Afşin Elbistan Linyit Havzası Bölgesel Kalkınma Projesi, Ocak

DEKTMK 2004,2007 Elektrik Enerjisi Komisyon Raporu bölüm 2.1.2

DEKTMK 2007 "Genel Enerji Kaynakları-Katı Fosil Yakıtlar", 4.1.7 bölüm

DPT 8. Kalkınma planı Kömür Çalışma Grubu Raporu S.125 2001

ETKB/EİGM İstatistikleri

ETKB/EİGM, 2003-2005 yılları Genel Enerji Dengeleri

EÜAŞ, www.euas.gov.tr

KOÇAK Ç.,KÜRKÇÜ S. N.,YILMAZ S. Afşin-Elbistan Linyit Havzasının Değerlendirilmesi Ve Linyit Kaynaklarımız Arasındaki Yeri Cilt II S.15-24 Türkiye 9. Enerji Kongresi - İstanbul -2003

KOÇAK Ç. Elektrik Üretiminde Linyit Rezervlerimiz Yerine Doğal Gaz Kullanılmasının Ekonomik Sonuçları Uluslararası Doğal Gaz Kongresi MMO,Bildiriler Kitabı S.443-454 Ankara 2007),

KOÇAK Ç. Linyit Rezervlerimiz ve Doğal Gaz Santralları Nedeniyle Linyit Santrallarında Kapasitelerin Düşürülmesinin Ekonomik Sonuçları CİLT I S.111–124 Türkiye 10. Enerji Kongresi - İstanbul -2006)

TEAŞ,EÜAŞ, TEİAŞ 1999-2005 istatistikleri, Enerji İstatistikleri DEKTMK-2006

TKİ Genel Müdürlüğü –Linyit Projeleri, Faaliyet Raporları

TKI, 1999, "Afşin Elbistan Havzası Amenajman Projesi".

Yakma Öncesi Kömür Yıkama İşlemlerinin Önemi–Dünyada ve Türkiyede'ki Kömür Yıkama Uygulamaları

Gülhan Özbayoğlu*
Prof.Dr., Maden Mühendisliği Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara

1.GİRİŞ:

Kömür dünyada en yaygın bulunan fosil yakıt olması nedeniyle enerji üretimindeki önemini korumaktadır. 2004 yılı itibariyle dünya enerji ihtiyacının % 27'si, dünya elektrik üretiminin ise % 40'ı kömürden karşılanmaktadır.Dünyada elektrik enerjisi üretiminde kömürün payı Polonya'da % 95, G.Afrika'da % 92, Çin'de % 79,Avustralya'da % 77, Hindistan'da % 68, komşumuz Yunanistan'da % 61 ve A.B.D.'de % 52 iken bu oran yurdumuzda çok düşüktür. 2004 yılı itibariyle üretilen linyitin % 75'i termik santrallarda tüketilmesine rağmen kömürün toplam elektrik üretimindeki payı % 20'lerin altındadır.

Bilindiği gibi kömür içerdiği safsızlıklar nedeniyle temiz olmayan bir yakıttır. Gerek üretimi, gerekse taşınması ve tüketimi esnasında önemli çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Dolayısıyla, sürdürülebilir kalkınma için kömürün üretim ve tüketiminin temiz ve ekonomik kömür teknolojilerine dayandırılması gerekir. 2002 yılı itibariyle A.B.D.'de kül içeriği % 9'un altında olan kömürlerin % 91,8'i elektrik üretimi için tüketilmiştir. Dünyanın en fazla CO2 emisyonu yaratan ülkelerinden Çin Halk Cumhuriyetinde kül içeriği ortalama % 28 olan ve toplam üretimin % 53,5'i oluşturan kömürler termik santrallarda yakılmaktadır (Qingru, Haifeng, 2006).

Kömür yakıldığı zaman kül, partikül emisyonu (iz element içerikli toz, is, kurum vb), kükürtlü gazlar (SO2 ve SO3), azotlu gazlar (NO ve NO2'), hidrojenli halojenler (HF,HCl,HBr,HI), CO2,CO,yanmamış hidrokarbonlar (CnHm) ve su buharı meydana gelir. Bunlardan CO2 ve su buharının oluşumu kömürün yanmasının doğal sonucudur. CO2 emisyonu sera etkisi yaratmakta ve küresel ısınmaya neden olmaktadır. Yüksek kükürt ve kül içerikli kömürlerin yakılması hava ve çevre kirliliğine neden olmakta, asit yağmuru nedeniyle ekosistemi ve insan sağlığını etkilemekte ve yakma sistemlerinde curuf-kurum birikimi, korozyon ve aşınma gibi birçok soruna yol açmaktadır. Termik santrallarda baca gazı arıtma sistemleri ile kükürtlü ve azotlu gazların, elektrostatik çöktürücülerle partiküllerin tutulmasına çalışılmaktadır. A.B.D.'de son yıllarda termik santralardaki civa emisyonunu önlemek için kömür yakılmadan veya yakıldıktan sonra alınabilecek önlemler üzerinde çalışmalar yürütülmektedir (Kalb, 2006).

Kyoto Protokolü, ülkelere CO2 eşdeğer toplam gaz emisyonlarını azaltmaları yönünde sınırlamalar getirmiştir. Buna rağmen Güney ve Güneydoğu Asya ülkelerinde geniş çaplı ölçümler yapılmadığından SO2 emisyonunun 2010 yılında 3 misli artacağı sanılmaktadır (Jung, 2002). Havaya verilen zararlı gazlar emisyonunu azaltma yönünde Uluslararası Enerji Ajansı da sürdürülebilir kalkınma için CO2'in tutulması ve depolanması yoluyla sıfıra yakın emisyon teknolojilerinin geliştirilmesi çalışmalarına hız vermiştir. (Ecoal, 2006)

Bu bildiride, kömürlerdeki safsızlıklar, kömürlerin özellikle termik santrallarda yakılması sırasında yarattıkları sorunlar, kömürlerin termik santral öncesi temizlenmesi olanakları ve dünyadaki ve Türkiye'deki kömür hazırlama uygulamaları ele alınmıştır.

1.1. Kömürdeki safsızlıklar

Kömürdeki safsızlıkların başında nem ve külü oluşturan mineral maddeleri gelir.

Kömüre bağlı nem (bünye suyu), kömürleşme derecesinin bir özelliği olup, kömürleşme derecesi arttıkça azalır. Taşkömürlerinde bünye suyu % 1-3 olduğu halde, linyitlerde % 45'lere kadar çıkabilir. Kömürün sonradan rutubetlenmesi ise yüzey nemini (kaba rutubet) oluşturur. Nem, tüketim açısından giderilmesi gereken bir safsızlık olarak nitelendirilir.

Kömüre bağlı kül (sabit kül), kömürleşme sırasında, kömürü oluşturan bitkinin içindeki inorganik maddelerin (demir, fosfor, kalsiyum, potasyum, magnezyum vb) bünyeye bağlanmasından veya rüzgar, su vs gibi dış etkenlerle taşınan kil, vb inorganik maddelerin kömürle aynı anda çökelmesinden (sinjenetik orijinli) ileri gelir. Serbest kül ise, kömür damarı içindeki mineral bantlarının (epijenetik orijinli) ve yantaşlarının üretim sırasında kömüre karışmalarından kaynaklanır.Sabit kül, kömürün fiziksel yöntemlerle temizlenebileceği en düşük kül yüzdesini belirler.

Kömürdeki mineral maddeler çok farklılık gösterirler. Bu minerallerin etkisi kömürün üretiminden, hazırlanması ve tüketimine kadar olan bütün işlemlerde görülür (örneğin öğütme işlemlerinde, yıkanmasında, kok fırınlarında, termik santrallarda vb.).

Kömürlerde en sık rastlanan mineraller kil mineralleri (illit - serisit, montmorilonit, kaolinit) ve karbonatlardır (siderit, ankerit, kalsit ve dolomit). Bunların büyük kısmı sinjenetik orijinlidir. Kil mineralleri toplam mineral maddenin % 50'sini oluşturur. Kil ve karbonatları demir sülfürler (pirit, markasit), oksitler (kuvars, manyetit, hematit, limonit) takip eder. Az veya eser halde bulunanlar ise fosfatlar, tuzlar, silikatlar, sülfatlar ve diğer sülfürlü minerallerdir.

Kükürt, diğer safsızlıkların yanında tartışmasız en önemlisi olup kömürde 4 türde bulunur. Sülfat kükürtü, piritik kükürt, organik kükürt ve elementer kükürt. Sülfat kükürtü kalsiyum sülfat (jips) ve demir sülfürlerin oksitlenmesi sonucu oluşan Fe(2) ve Fe(3) sülfatlardan oluşur. Bir kömürdeki sülfat kükürt içeriği yüzeysel bozunmayla artar.

Piritik kükürt terimi kömürün pirit ve markasit içeriğini ifade etmek için kullanılır.

Kömürlerde en çok piritik kükürt bulunur. Piritik kükürtler damarlar, mercekler, yumrular halinde bulunabildiği gibi mikroskobik küresel oluşumlar halinde de görülebilirler.Elementer kükürt kömürlerde seyrek olarak görülür. Organik kükürt ise kömürün bünyesine bağlı olarak bulunmakta olup merkaptan, di-sülfür veya tiyofen halkaları içeren aromatik bileşikler halinde bulunur. Organik kükürtü fiziksel yöntemlerle kömürden uzaklaştırmak mümkün değildir. Bu nedenle kömürdeki organik kükürt oranı, fiziksel temizleme yöntemleriyle temiz kömürde ulaşılabilecek en düşük kükürt oranını belirler.

1.2. Mineral maddelerin termik santrallardaki etkisi

Kül, kömürün içerdiği mineral maddelerinin tam yanma sonucu hidrat suyunu kaybetmesi ve bozunması sonucu oksitler, sülfatlar ve silikatlar haline dönüşmesinden oluşan bir atıktır. Günümüzdeki toz kömür yakma sistemleri genellikle kuru küllü sistemler olup külün yaklaşık % 20'si kazan altından, % 80'i ise bacadan dışarı verilmektedir (Durmaz, 1998). Külün bileşimi çoğunlukla, silisyum, aluminyum, demir ve kalsiyum bileşiklerinden, daha az oranlarda ise sodyum, potasyum, titan ve magnezyum bileşiklerinden meydana gelir. Kömür külündeki silikatların kaynağı kil ve şistlerdir.Kalsiyum ve magnezyum oksitler karbonatlı minerallerin parçalanması sonucu, demir oksitler ise piritin oksitlenmesi sonucu oluşurlar. Sülfatlar ise yanma sırasında oluşan kükürt oksitlerin metal oksitler ile reaksiyona girmesi sonucunda meydana gelir. Kimya analizlerinde külün içeriği daima oksitler şeklinde verilir.

Termik santrallarda kullanılacak kömürün külünün bileşimi, erime özellikleri ve cürufun viskositesi çok önemlidir. Külün yumuşama sıcaklığına genellikle külün erime sıcaklığı denir. Külün erime sıcaklığını külün kimyasal kompozisyonu ve bazı parametreler kullanmak suretiyle önceden tahmin etmek mümkündür. Türk linyitleri üzerinde yapılan bir araştırmada külün kimyasal kompozisyonu (8 elementin

oksiti) ile kömür parametreleri (kül oranı, özgül ağırlık, öğütülebilirlik indeksi ve mineral madde oranı) kullanılarak doğrusal olmayan regresyon analizi ile külün ergime sıcaklıkları (başlangıç deformasyon sıcaklığı (ID), yumuşama sıcaklığı (ST), yarım küre sıcaklığı (HT) ve akma sıcaklığı (FT) farklı laboratuvarlar arasındaki paralel ölçümlerin hassasiyetinde tahmin edilmiştir (Özbayoğlu ve ark, 2006). Kömür bir yakma ünitesinde yakıldığında içerdiği mineral maddeler kimyasal ve fiziksel değişikliklere uğrar. Birçok kömürde külün erime derecesi küle bağlı olarak değişmektedir; burada külü oluşturan minerallerin kimyasal bileşimi çok önem taşır. Cüruf-kurum birikimi, klinker oluşumu, korozyon problemi ve kirlilik külün oluşumuna neden olan minerallerle yakından ilgilidir. Örneğin külde Na_2O, K_2O, CaO ve MgO içeriklerinin artması, külün erime derecesinin düşmesine neden olur (Küçükbayrak ve ark.,1993). Külün erime derecesi düşük olduğunda ise uçucu kül tanecikleri yumuşayarak yapışkan hale gelir ve yakma sisteminin duvarlarına veya fırın boşluğundaki borular üzerine yapışır. Bu da ısı iletimini ve istim üretimini düşürür.Sodyum, potasyum gibi alkali elementler konvektif ısı iletim yüzeylerinde kurum oluşumuna neden olur; bu elementler özellikle klor ile birlikte bulunduğunda aşındırıcı etkileri artar, dolayısıyla bakım masraflarının artmasına yol açar. Yine benzer şekilde külünde demir oranı yüksek kömürler, toz kömür yakma sistemlerinde curuf oluşumuna neden olur.

Yüksek küllü kömürler kömürün yakıt olarak değerini düşürdüğü gibi, yanma sırasında oluşan ergimiş curuf içinde kalan yanmamış karbon, kömürün yanma veriminin de düşmesine neden olur.

Kömür külünün curuf oluşturma özelliği taşkömürü için empirik olarak şöyle ifade edilir: (Ghosh, 1985, Meriçboyu ve ark.,1990, Rutherford,2002)

Rs= (Baz/Asit) x % S (kuru kömür)

Baz= Fe2O3+CaO+MgO+K2O+Na2O

Asit= SiO2+Al2O3+TiO2

Buna göre: Eğer Rs <0,6 ise Curuflaşma Düşük

Rs 0,6-2,0 ise Curuflaşma Orta

Rs 2,0-2,6 ise Curuflaşma Yüksek

Rs > 2,6 ise Curuflaşma Şiddetli

Linyit külünün curuf oluşturma özelliği ise şu formülle ifade edilmektedir:

Rs = [(Max. HT)+ 4(Min.IT)] 5

Buna göre: Eğer Rs > 1340°C ise Curuflaşma Düşük

Rs 1230-1340°C ise Curuflaşma Orta

Rs 1150-1230°C ise Curuflaşma Yüksek

Rs 1150-1230°C ise Curuflaşma Şiddetli

Külün kirletme özelliği ise taşkömürü için şu formül ile tanımlanır:

Rf= Baz/Asit x % Na_2O(küldeki)

Buna göre: Eğer Rf <0,2 ise Kirletme Düşük

Rf 0,2-0,5 ise Kirletme Orta

Rf 0,5-1,0 ise Kirletme Yüksek

Rf > 1,0 ise Kirletme Şiddetli

Taşkömürler için külün kirletme özelliği şöyle de ifade edilmektedir:

Rf= % (Na_2O+0,66 K_2O) (küldeki)

Buna göre: Eğer Rf <0,30 ise Kirletme Düşük

Rf 0,30-0,45 ise Kirletme Orta

Rf 0,45-0,60 ise Kirletme Yüksek

Rf > 0,6 ise Kirletme Şiddetli

Linyit için külün kirletme özelliğini ifade eden formül şöyledir:

Rf= % Na_2O (küldeki)

Buna göre : Eğer Rf <3 ise Kirletme Düşük-Orta

Rf 3-6 ise Kirletme Yüksek

Rf > 6 ise Kirletme Şiddetli

1.3. Dünyada termik santrala beslenen kömürlerin yıkanması uygulamaları

Bugün dünyada birçok ülkede güç santrallarına beslenen kömürün yıkanarak verilmesine, böylece safsızlıkların yarattığı çevresel ve teknolojik sorunların en aza indirgenmesine çalışılmaktadır. Özellikle

Almanya'da, İspanya'da ve Polonya'da yeni kurulan lavvarlarda kömürün kükürtten arındırılması işlemleri ağırlık verilmiştir (Jung,2006). Örneğin Polonya'da eskiden -30 veya -20 mm'lik kömürler doğrudan termik santrallarda yakılırken bugün çevresel ve ekonomik nedenlerden dolayı bütün kömürlerin yıkanması öngörülmektedir. Kurulan 3 yeni tesiste kömür piritik kükürtünden arındırıldıktan sonra üretilen düşük kükürtlü temiz kömür termik santrala beslenmektedir. Bunlardan 1,9 Mt/yıl kapasiteli lavvarda %1,98 toplam-S, 3,25 Mt/yıl kapasiteli lavvarda % 2,39 toplam-S ve 4,25 Mt/yıl kapasiteli lavvarda % 1,91 toplam-S içerikli kömür temizlenmektedir. Bu kömürlerin organik kükürt oranı % 0,9 'dur. Yıkama işlemleri sonucu % 70 yıkama verimiyle temiz kömürdeki kükürt içeriği % 1 civarına düşürülmektedir. Üretilen temiz kömür daha sonra termik santrala beslenmektedir.

Almanya'da kükürtsüzleştirme amaçlı çalışan 3,25 Mt/yıl kapasiteli lavvarda % 1,37 toplam- S (% 1'i organik kükürt) içerikli kömür temizlenmekte ve % 1,1 toplam-S içerikli temiz kömür üretilmektedir. Piritin kömür içinde çok ince dağılım göstermesine rağmen piritik kükürtü uzaklaştırma verimi % 86'dır. İspanya'da da güç santralına beslenen kömürler yıkanmaktadır.

Hindistan'da termik santralda yakılacak kömürlerin kül içeriği % 32-34 olarak sınırlandırılmıştır.Bu durum % 55'lere varan kül içerikli tüvenan kömürün yıkanmasını zorunlu hale getirmiştir Hindistan kömürleri zor yıkanır nitelikli kömürler olmalarına rağmen jigle yapılacak basit bir yıkama işlemiyle güç santrallarına beslenecek kömürün külünü % 34'e indirmek mümkün olabilmektedir (Schütze, 1997).

Rusya'da 2005 yılı itibariyle termik santral kömürlerinin % 13'ü yıkanmaktadır. Çin'de ise 2004 yılı itibariyle 2000 kömür yıkama tesisinde toplam kömür üretiminin % 38'i yıkanmaktadır; yıkanmış kömürler içinde termik santrala beslenenlerin payı sadece % 14'tür. Gerek Rusya'da, gerekse Çin'de havalı ayırıcıların kullanıldığı kuru yöntemlerle kolay yıkanabilir karakterli kömürlerin kül ve kükürt içerikleri düşürülerek güç santrallarına beslenmektedir (Gongmin, 2006; Veselov, Linev, 2006). Çin'de kömürlerin doğrudan yakılmaları çok ciddi çevresel kirlilik yaratmakla kalmayıp, aynı zamanda büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Qingru, Haifeng, 2006)

Çin'in toplam yüksek kükürtlü kömür üretiminin 150 Mt/yıl olarak verilmekte ve bu kömürün yıkanması için herbiri 750 ton/saat kapasiteli 40 lavvarın kurulması gerektiği ve yapılacak yatırımın 2-2,5 milyar USD olacağı tahmin edilmektedir (Jung,2002). Çin'in bu tesisleri kurması halinde bugünkü SO2 emisyonunu % 22 oranında azaltacağı ve SO_2 emisyonundaki aynı miktar azaltma için kömür yıkama işlemleri için gerekli yatırımın baca gazı desülfürüzasyon (FGD)'unun ancak % 10'u kadar olacağı iddia edilmektedir.

2. KÖMÜR YIKAMA YÖNTEMLERİ

Dünyadaki konvansiyonel kömür yıkama tesisleri genelde iri kömür, ince kömür ve şlam devrelerinden oluşur. Devrelerin üst ve alt tane boyutlarının sayısal değerleri kesin olmayıp ülkeler bazında farklıdır. A.B.D.'deki yeni lavvarlarda iri kömür (+ 10) mm, orta boy kömür (1-10 mm), ince kömür (1-0,15) mm ve şlam (-0,15) mm olarak sınıflandırılmaktadır. G.Afrika Cumhuriyetinde ise iri kömürlerin boyutları (80-8) mm ince kömürlerin boyutları ise (8-0,8)mm'dir; Avustralya'da kömürün üst tane boyutu 50-60 mm'ile sınırlandırılmıştır.

İri kömür yıkama devrelerinde jigler ve ağır ortam tambur veya tekneleri, ince kömür devrelerinde feldspatlı jigler, masalar, oluklar, spiraller, dikey su akımlı ayırıcılar (teeter bed-separator) ve ağır ortam siklonları, şlam devrelerinde ise flotasyon, otojen siklonlar veya klasifikasyon siklonları kullanılmaktadır. Bunların yanında tüvenan kömürün tek bir devrede yıkanabildiği Larcodems Çin'de yaygın olarak kullanılmaktadır. A.B.D.'de jig çok az yerde kullanılmaktadır; Avustralya'da ve G.Afrika Cumhuriyetinde iri tane boyutunda kullanılan ağır ortam tamburlarının yerini çapları 1000 (hatta 1500)mm olan ağır ortam siklonları almıştır

2.1. Türkiye'deki kömür yıkama tesisleri (lavvarlar)

Yurdumuzda halen kapasiteleri 50 ile 800 ton/saat arasında değişen 27 lavvar

bulunmaktadır. Bunların 12 tanesi Zonguldak havzasından üretilen taşkömürünün tamamını, geri kalan 15 tanesi ise linyit üretiminin yaklaşık % 30'unu yıkamaktadır (Özbayoğlu, 2006).

2.1.1. Yurdumuzdaki taşkömürü lavvarları

Yurdumuzdaki taşkömürü lavvarları Çizelge-1'de gösterilmiştir

Çizelgede yer almayan diğer lavvarlar: Armutçuk (220 ton/saat), Amasra (210 ton/saat), Deka (150 ton/saat), Demir,Soyer, Yılmazlar (herbiri 80 ton/saat), Arslanlar, Arı (50 ton/saat).

Zonguldak Merkez Lavvarı 1957'den beri işletilmekte olup eskiden Türkiyenin en büyük kömür yıkama tesisiydi. 1000 ton/saat kapasiteli tesis iri kömür yıkayan 2 Baum jigi ve ince kömür yıkayan 2 paralel Feldspatlı Acco jigi ve ağır mayi siklon devrelerinden oluşmaktaydı. Şlam (-0,5 mm) ise flotasyonla yıkanmaktaydı. Şimdilerde ise kapasite 500 ton/saat'e düşürülerek iri ve ince kömürleri yıkayan jig devreleri çalıştırılmaktadır. Şlam ise tikiner ve filtreden geçirilerek filtre keki elektrik üretimi için termik santrala gönderilmektedir.

Çizelge-1: Yurdumuzdaki taşkömürü lavvarları (kapasiteleri 500 ton/saat'ün üstünde olanlar)

İsim ve kapasite	Ekipman	Ürünler, mm	
Zonguldak Merkez 500 ton/saat	Baum Jig	100 - 10	Temiz kömür
	Feldspat Acco-Jig	10 - 0.5	Temiz kömür
		10 - 0.5	Miks*
Park Enerji Kozlu, Üzülmez Herbiri 250 ton/saat	Drewboy Teknesi Ağır Mayi Siklonu Çöktürme ve filtrasyon		Temiz kömür
		100 - 10	Temiz kömür
		10 - 0.5	Miks
		10 – 0.5	Filtre keki
		0.5 – 0	
Çatalağzı 750 tph	Baum Jig Feldspat Acco-Jig	100 - 10	Temiz kömür
		10 - 0.5	Temiz kömür
		10 – 0.5	Miks*

* Termik santrala beslenen kömür

2.1.1.1 Zonguldak Üzülmez ve Kozlu lavvarları

Şubat 2006'da Park-Enerji tarafından Üzülmez ve Kozlu kömürlerini yıkamak üzere kurulmuş olan lavvarların herbirinin kapasitesi 250 ton/saat 'dir. Her iki lavvarda (100-10 mm) boyutundaki iri kömürler 150 ton/saat kapasiteli Drewboy teknelerinde 1,75 gr/cm^3 yoğunluğunda temizlenmektedir. Bu teknelerden elde edilecek kömürün en fazla % 13 kül içermesine müsaade edilmektedir.

(10-0,5)mm boyutundaki ince kömürler ise 150 ton/saat kapasiteli, 60 cm çaplı ağır ortam siklonlarında 1,6 gr/cm^3 yoğunlukta yıkanmaktadır. Elde edilen temiz kömür % 9 civarında kül içermekte olup santrifüjle nemi % 8 civarına düşürülmektedir. Siklonların alt akımı 50 ton/saat kapasiteli ve 50 cm çaplı ikinci bir siklonda 1,9 gr/cm^3 yoğunlukta yıkanarak bir miks ve atık(taş) elde edilmektedir. Miks de santrifüjden geçirilerek nemi % 12'ye indirilmektedir.

Şlam (-0,5)mm flokulasyona tabi tutularak, tikinerlerde çöktürülmekte ve filtreden geçirildikten sonra miksle karıştırılarak elektrik üretimi için Çatalağzı termik santralına beslenmektedir

2.1.2. Yurdumuzdaki linyit lavvarları

Yurdumuzdaki en eski linyit lavvarları 1952 yılında kurulan Soma ve 1957 yılında kurulan Tunçbilek lavvarlarıdır. 1990 yılına kadar yurdumuzda başka linyit lavvarı kurulmazken o tarihten itibaren çevresel etkiler nedeniyle düşük kaliteli kömürlerin yakılması engellendiğinden kapasiteleri 50 ile 800 ton/saat arasında değişen 15'in üzerinde linyit lavvarı kurulmuştur. Çizelge 2'de yurdumuzdaki linyit lavvarları verilmektedir.

Çizelge-2: Yurdumuzdaki linyit lavvarları (300 ton/saat'in üstünde olanlar)

İsim ve kapasite	Ekipman	Ürünler, mm	
ELİ Işıklar – Dereköy 800 ton/saat	Çift kompartmanlı ağır ortam tamburu	150 – 18	Temiz kömür
	Primer ve sekonder ağır ortam siklonları	18 - 0.5	Temiz kömür
		18 - 0.5	Miks
	Spiral	0.5 - 0.1	Temiz kömür
ELİ -Eynez – İmbat[6] 500 ton/saat	Drewboy Teknesi (primer ve sekonder)	85 - 16	Temiz kömür
		85 - 16	Miks
	Ağır ortam siklonu	16 - 0.5	Temiz kömür
GLİ-Tunçbilek 700 ton/saat	Ağır ortam tamburu	150 – 18	Temiz kömür
	Mc Nally Jig	18 - 0.5	Temiz kömür
	Dense Medium Cyclone	18 – 0.5	Miks
		18 – 0.5	Temiz kömür
	Hydrocyclones	0.5 – 0.1	Temiz kömür
GLİ - Ömerler 600 ton/saat	Ağır ortam tekneleri (Primer ve Sekonder)	150 – 18	Temiz kömür
		150 – 18	Miks
	Ağır ortam siklonları (Primer ve Sekonder)	18 - 0.5	Temiz kömür
		18 – 0.5	Miks*
	Spiral	0.5 – 0.1	Temiz kömür
Park-Enerji -Çayırhan 600 ton/saat	Drewboy teknesi	100 - 30	Temiz kömür**
		30 - 0	Yıkanmamış**
Park Enerji -Seyitömer 350	Drewboy teknesi (primer ve sekonder)	100 - 18	Temiz kömür
		100 – 18	Miks
	Ağır ortam siklonu	18 - 0	Temiz kömür

**Termik santrala beslenmektedir*

***Hepsi karıştırılarak Çayırhan termik santralına beslenmektedir.*

Halen çalışmakta olan diğer linyit lavvarları Soma-Gürmin (200 ton/saat), Deniş mobil lavvarı (150 ton/saat), Soma-Hüstaş (150 ton/saat), Uyar - Darkale (75 ton/saat), Orhaneli (150 ton/saat) Aydın-Linyit (80 ton/saat), Çelikler (75 ton/saat), Yeniçeltek - Merzifon (150 ton/saat), Milten - Yeniköy (50 ton/saat)'dir. Aşağıda 600 ton/saat kapasitenin üzerindeki iki lavvar hakkında bilgi verilmiştir.

2.1.2.1. Soma-Işıklar-Dereköy lavvarı

2005 yılında faaliyete geçen Işıklar-Dereköy lavvarında açık işletmeden gelen kömürler yıkanmaktadır. (150-18)mm boyutundaki iri kömürler iki kompartmanlı ağır ortam tamburunda, (18-0,5)mm boyutundaki ince kömürler primer ve sekonder ağır ortam siklonlarında ve (0,5-0,1)mm boyutundaki şlamlar spirallerde temizlenmektedir. İri kömür devresindeki tamburun ilk kompartmanı 1,60 gr/cm^3 yoğunlukta, ikinci kompartman ise 1,86 gr/cm^3 yoğunlukta çalıştırılmaktadır. Primer ve sekonder ağır ortam siklonlarındaki yoğunluklar da sırasıyla 1,6 ve 1,85 gr/cm^3'tür. Yoğunluklar manyetit ile sağlanmaktadır. Siklonlardan elde edilen temiz kömür 10 mm'lik elekten elendikten sonra (18-10)mm arası silolara gönderilmektedir; (10-0,5)mm boyut ise santrifüjlerden geçirilerek susuzlaştırılmaktadır. Spirallerden çıkan (0,5-0,1)mm'lik temiz kömür de santrifüjlü kurutucuyla neminden arındırılmaktadır.

2.1.2.2. Ömerler lavvarı

Açık işletmeden ve yeraltından gelen kömürleri yıkamak üzere kurulmuş olan Ömerler lavvarı 1993 yılında işletmeye alınmıştır. Ömerler lavvarında (150-18)mm'lik iri kömür önce 1,45 gr/cm$_3$ yoğunlukta çalıştırılan primer teknede yıkanmakta ve temiz kömür elde edilmekte, bu teknenin batanı ise 1,80 gr/cm$_3$ yoğumlukta çalıştırılan sekonder teknede tekrar yıkanarak miks ve atık elde edilmektedir. (18-0,5)mm'lik ince boyut da aynı yoğunluklarda sırasıyla primer ve sekonder ağır ortam siklonlarından geçirilmektedir. (0,5-0,1)mm boyutlu şlam ise Reichert spiralinde temizlenmektedir. (50-18)mm ve + 50 mm boyutundaki temiz

kömürler ev yakıtı olarak tüketilirken (18-0,5)mm boyutlu temiz kömür endüstride, miksler ise elektrik üretimi için santrallarda tüketilmektedir.

3. SONUÇLAR

Yurdumuzda kömürün enerji üretimindeki payının gittikçe düşmesine rağmen dünyada 200 yıl daha yetecek kadar rezervin bulunması, üretilen elektriğin daha ucuz ve kömür fiatlarının daha istikrarlı olması nedeniyle kömür yakın gelecekte de önemini koruyacaktır. Kömürün en önemli tüketim alanı elektrik enerjisi üretimi amacıyla termik santrallardır. Santrala beslenen kömürün kalitesinin artırılması yakıtın ısıl değerini artırırken, kömürün kül ve kükürt içeriğinin düşmesi nedeniyle havaya verilen zararli gaz emisyonunu düşürmekte, külün yakma sistemlerinde oluşturduğu curuf, kirlenme ve korozyon problemlerini azaltmakta, külün depolanması işlemlerinde ve nakliyede tasarruf sağlamaktadır. Bu nedenle termik santrallara beslenen kömürlerin hepsinin lavvarlarda temizlenmesi sağlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki, kömür yıkama işlemleri baca gazı desülfürizasyon işlemlerine göre çok daha ucuz ve kolay uygulanabilir işlemlerdir.

4. KAYNAKLAR:

Durmaz, A.,(1998), Kömürün yanması, Kömür, Kural, O(ed), s:353-394

ECOAL,(2006),The Quaterly newsletter of the World Coal Institute, July, Vol.58

Ghosh,S.K.,(1985), Understanding thermal coal ash behaviour, Mining Engineering, Febr., s.158-165

Gongmin,L.,(2006), Coal compound drycleaning technique-Study and practice, XV.ICPC, Vol:2, s:439-467

Jung, R.G., (2002), Recent development in beneficiation of coal with high sulphur content, XIV.ICPC, Johannesburg, S.Africa, s: 77-84

Kalb, W.G.,, (2006), Coal preparation in the United States 2006 Status Report, XV.ICPC Beijing, China, s: 41-45

Küçükbayrak,S.,(1993), Influence of the mineral matter content on the combustion characteristics of Turkish lignites, Thermochimica Acta, Vol.216, s:119-129

Meriçboyu, A.E., Taptık, Y., Küçükbayrak, S., Kadıoğlu, E.,(1990) Kömürlerin kazan kirletme ve curuf oluşturma özellikleri, Türkiye 5. Enerji Kongresi, 22-26 Ekim, Ankara, s:43-57

Özbayoğlu, G., Özbayoğlu, M.E., (2006), A new approach for the prediction of ash fusion temperatures: A case study using Turkish Lignites, Fuel 85, s:545-55

Özbayoğlu,G., (2006), Recent developments in coal preparation practices in Turkey, XV.ICPC, Beijing, China, Vol:1, s:32-36

Qingru,C., Haifeng,W, (2006), Preparation technology of clean feed coal in coal-fired power stations, XV.ICPC,China, Vol.2, s:661-668

Rutherford,L.J.,(2002), Mining and preparation considerations to combat problems of boiler slagging and fouling, XIV.ICPC, Johannesburg, S.Africa, s:97-106

Schütze,M.,(1997), Methods of cleaning different rank and types of coal, Adding Value to Coal, Coal Conference, Rotterdam, The Netherlands, June, Preprint 10.

Veselov,A.P., Linev,B.I (2006), Current status and prospects of coal preparation development in Russia, XV.ICPC, Vol.1, s: 3-16

Elektrik Üretiminde Kömürün Yeri ve Temiz Kömür Uygulamaları

Güven ÖNAL
İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü
34469 Maslak İstanbul
onalg@itu.edu.tr

ÖZET

Dünya'da, enerji gereksiniminin % 87'si kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlarca, geri kalanı ise, başta hidrolik, nükleer olmak üzere diğer kaynaklardan karşılanmaktadır.

Kömür, fosil yakıtlar içinde petrol eşdeğeri olarak, % 70 ile en büyük rezerve sahip olduğu gibi, Dünya üzerinde yaygın şekilde bulunmaktadır. Dünya elektrik üretiminde 2005 yılında, kömür'ün elektrik üretimindeki payı % 39 civarındadır.

Enerjide temiz kömür kullanımı her geçen gün artmaktadır. Günümüzde, ABD, Çin, Avustralya, Japonya ve Almanya'da, Hybrid (melez) santrallerden elektrik üretimi, kömürden gaz, akaryakıt ve hidrojen üretim teknolojilerinin, geliştirilmesi, ekonomisi araştırılmakta ve uygulamalar artmaktadır.

Petrol ve doğalgaz fiatlarının yükselmesi ülkemizin 1990'lı yıllardan sonra uyguladığı enerji stratejilerinin ne denli yanlış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Türkiye'nin vakit geçirmeden kömüre dönmesi ve temiz kömür'ün enerjide kullanımını benimseyerek, yol haritasını belirlemesi gerekmektedir.

Bu bildiride, Dünya'da ve Türkiye'de, kömürün elektrik üretiminde kullanımı, Türkiye'nin kömür üretimi ve rezerv durumu, temiz kömürden akaryakıt ve hidrojen üretim teknolojileri incelenmekte ve öneriler sunulmaktadır.

1. GİRİŞ

Dünya enerji gereksiniminin % 87'si kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarca, geri kalan ise, başta hidrolik ve nükleer olmak üzere, diğer kaynaklardan karşılanmaktadır. Kömür, fosil yakıtlar içinde petrol eşdeğeri olarak en büyük rezerve sahiptir. Bilinen kömür rezervlerinin ömrü, 240 yıl olarak hesaplanmaktadır. Kömür'ün Dünya elektrik üretimindeki payı, 2005 yılında % 39 olmuştur.

Temiz kömürün elektrik üretiminde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Yüksek verimli elektrik santralleri, hibrid sistemler, gelişmekte ve kömürden gaz, akaryakıt, hidrojen üretim teknolojeleri araştırılmakta ve uygulanmaktadır.

Kömür, rezervlerinin Dünya'ya yayılmış olarak bulunması, arama-üretim kolaylığı ve petrol-doğalgaz fiyatlarının artması gibi nedenlerle, en güvenilir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Türkiye'nin de en güvenilir enerji kaynağı kömürdür.

2. DÜNYA'DA VE TÜRKİYE'DE KÖMÜRÜN ELEKTRİK ÜRETİMİNDE KULLANIMI

Dünya ortalamasında, elektrik enerjisi üretiminde, doğal gazın payı % 17 civarında iken, Türkiye 2005 yılında elektrik enerjisinin % 44'ünü doğal gaz ile sağlamıştır. Dünya'da, doğal gaz üretecileri dahil, bu düzeyde doğal gaza bağlanan başka bir ülke bulunmamaktadır.

2001 yılından itibaren, düşük maliyetle üretim yapan, devlete ait kömür santralları düşük kapasitede çalıştırılıp, pahalı gaz santralları ile elektrik üretilmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi, 1998'de % 40 civarında olan yerli kömür payı, 2005'de % 20.3'e düşmüştür. Türkiye, kilovat saatı 2-3 cents'e mal olan ve özkaynaktan sağlanan kömüre dayalı elektrik enerjisi yerine, maliyeti 8-10 cents olan ithal doğal gaza dayalı enerjiyi kullanmaktadır. 2005 yılında kömüre dayalı termik santrallerdeki kurulu gücün % 30 civarında kullanıldığı belirtilmektedir. Türkiye'nin durumu ile karşılaştırılmak üzere, Dünya elektrik üretiminde kaynakların payı Tablo 2'de, Dünya ülkelerinin kömürden elektrik üretim oranları, Tablo 3'de verilmektedir.

Yıllarara Göre Elektrik Enerjisi Üretiminde Kaynak Payları (Kaynak: ETKB)

Kaynaklar	1998 %	2000 %	2002 %	2004 %	2005 %	2006 %
Yerli Kömür	39.7	31.0	23.3	16.6	20.3	20.0
İthal Kömür	0	1.0	1.5	6.1	6.3	6.3
Doğal gaz +LPG	14.9	35.0	40.8	40.6	44.0	44.0
Hidrolik	38.3	25.0	26.0	30.7	24.5	25.1
Petrol	7.0	7.9	8.3	5.9	4.7	4.2
Diğer (Jeotermal+Rüzgar Güneş v.s)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4
TOPLAM	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**	**100.0**

Tablo 2. Dünya Elektrik Enerjisi Üretiminde Kaynakların Payı (2004) (Kaynak: World Coal Institute)

Kaynaklar	Üretimdeki Payı %
Kömür	39.1
Doğalgaz	17.4
Hidroelektrik	17.1
Nükleer	16.9
Petrol	7.9
Diğer	1.6
Toplam	**100.0**

Tablo 3. Dünya Ülkeleri Kömürden Elektrik Üretimi Payları (Kaynak: World Coal Institute 2005)

Ülkeler	Kömür %
Polonya	92
Güney Afrika	85
Avustralya	77
Çin	76
Hindistan	75
Çek Cumhuriyeti	72
Yunanistan	67
Federal Almanya	51
ABD	52
Danimarka	47
Hollanda	28
Türkiye	26.6

3. TÜRKİYE'NİN KÖMÜR ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE REZERV DURUMU

Türkiye'de 2006 yılında, 61.102.000 ton linyit, 2.319.000 ton taşkömürü üretilmiştir. Üretilen linyit'in yaklaşık 38 milyon tonu, taşkömürünün ise, 1.4 milyon tonu, termik santrallerde, geri kalanı endüstri ve teshinde kullanılmıştır. Mevcut rezervlere göre, Türkiye'nin en az 250 milyon ton/yıl kömür üretmesi gerekir.

2006 yılı kömür ithalatı 18.500.000 ton olup, 3.5 milyon tonu elektrik üretiminde geri kalanı, endüstri ve teshinde kullanılmıştır. Özetle Türkiye'nin 2006 yılı toplam kömür üretimi 63,4 milyon ton, tüketimi ise, 76.7 milyon ton olmuştur.

Türkiye'nin bilinen kömür rezervleri, 9 milyar tonu linyit, 1 milyar tonu taşkömürü olmak üzere, yaklaşık 10 milyar ton'dur. Kömür içermesi olası alanların % 60'ı ayrıntılı olarak aranmamıştır. Türkiye paleocoğrafyasını inceleyen bilim adamları, ülkenin kömür potansiyelinin 25-40 milyar ton arasında olabileceğini belirtmişlerdir. Bu durum göz önüne alındığında aranmayan neojen alanları ile paleocoğrafyada kömür bulunması olası diğer jeolojik alanların, uzaktan algılama, jeolojik, jeofizik etüdler ve sondajlar yolu ile, aranması ve bunun bir devlet politikası haline getirilmesi kaçınılmaz bir olgudur. Bu tür aramalar sonucu, toplam 8 ile 10 milyar dolar arası bir hacama ile, kömür rezervlerinin 40 milyar ton mertebesine yükselebileceği tahmin edilmektedir.

4. TEMİZ KÖMÜR TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde, temiz kömür teknolojileri, başta ABD, Avrupa Birliği, Güney Afrika, Avustralya, Japonya ve Çin'de olmak üzere, hızla gelişmektedir. Temiz kömür teknolojilerinin hedefi, çevreye uyumlu, sıfır emisyonlu kömür kullanımıdır.

Bu bağlamda, kömür yakan elektrik santrallerinde verim yükseltilmekte, (CO_2, NO_x, SO_x ve parça) emisyonları azaltılmaktadır. Ayrıca, yüksek verimli melez (hibrid) santraller gelişmekte, kömürden gaz, sıvı yakıt ve hidrojen üretimi ticari hale gelmektedir.

-Yüksek Verimli Elektrik Santralleri

Kömür yakan elektrik santrallerinde kullanılan yeni teknolojilerle santral verimi arttırılmakta ve emisyonlar azaltılmaktadır. Halen OECD de ortalama % 38 olan elektrik üretim verimi, basınçlı akışkan yatak uygulamasıyla % 45'e ulaşmaktadır. Pulverize yakıt ileri yakma tekniği kullanan santrallerde, 250 bar basınç ve 550 °C sıcaklakta buhar kullanılarak, % 48 verim elde edilmektedir. Sıcaklığın 700°C'ye çıkarılması ile verim'in % 55'e kadar yükseltilebileceği belirtilmektedir. Türkiye'de kömür yakan santrallerde çevrim veriminin, ortalama % 27 olduğu belirtilmektedir.
Verimin artması ile üretilen elektriğin ünitesi başına daha az kömür kullanılacağından, emisyonlar (CO_2, NO_x, SO_x ve parça) % 30 azalmakta ve üretim maliyeti % 50 düşmektedir. Kömür'ün biyokütle ve organik atıklarla birlikte yakılması birim maliyeti düşürmekte ve emisyonları azaltmaktadır. % 25'e varan miktarlarda biyokütle ve atık malzeme kömüre katılarak yakılmaktadır.

- Hibrid (Melez) Elekrik Santralleri

Gelişme sürecindeki, melez kombine sistemlerde kömür, basınçlı akışkan yataklı gazlaştırıcıda kısmı gazlaştırmaya tabi tutulmakta elde edilen gaz, gaz türbinlerinde karbon ise, akışkan yatakta yakılarak buhar elde edilmektedir (Şekil 1). Üretilen gazın filtrasyonu ile emisyonlar % 70 azaltılmakta ve verim % 55'e yükselmektedir. Ayrıca, melez sisteminde kömür su karışımı gazlaştırmakta, elde edilen gaz ve buhar ile ayrı ayrı elektrik üretilmektedir. (Şekil 2.)

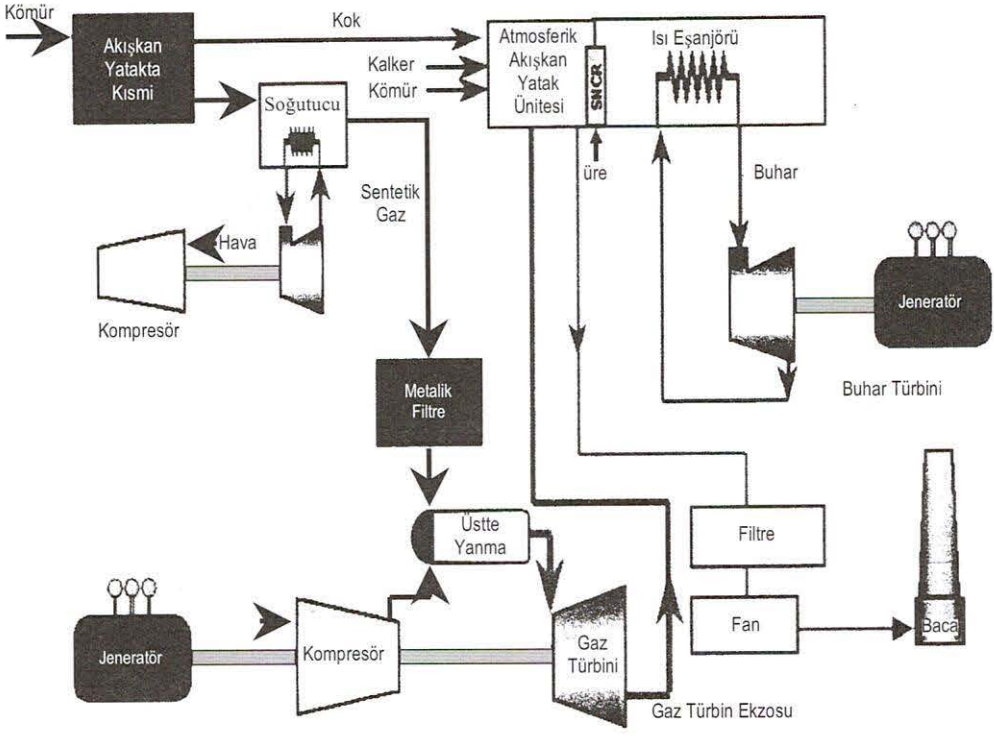
- Kömürden Gaz, Sıvı Yakıt ve Hidrojen Üretimi

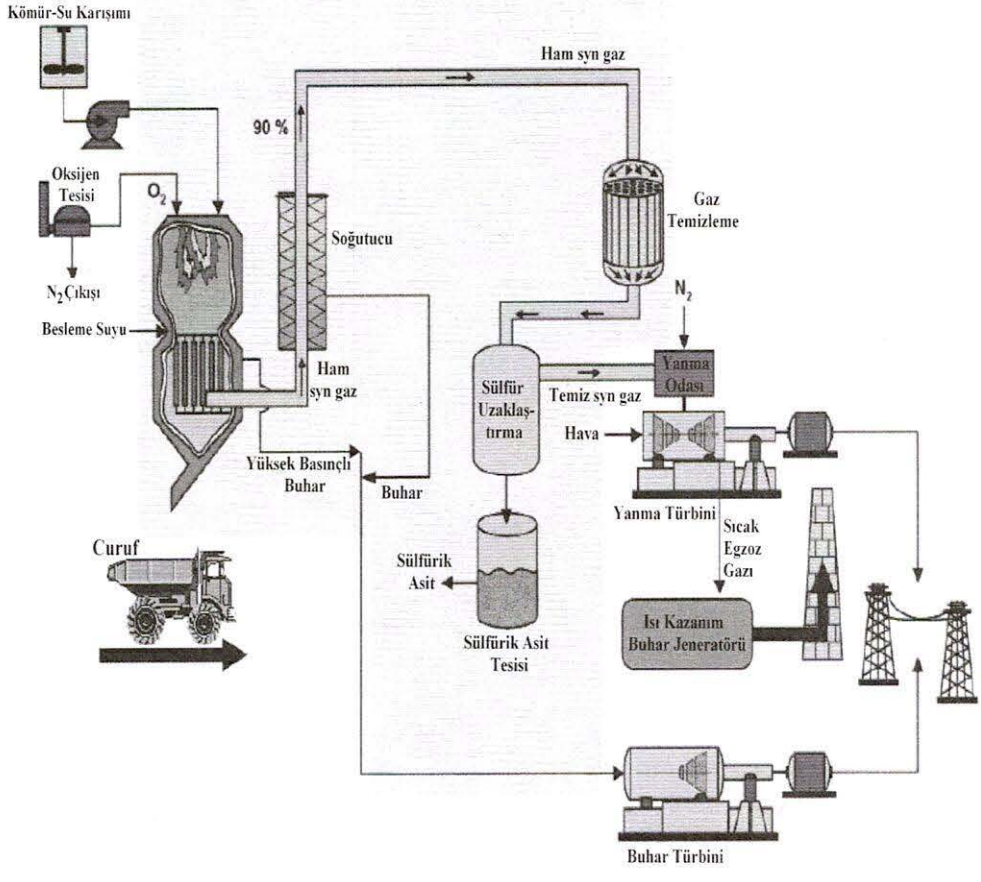
Kömürden gaz üretimi 150 yıllık, sıvı yakıt üretimi ise, 65 yıllık teknolojiler olup, günümüzde büyük ölçüde geliştirilmiştir. Hidrojen üretimi ise, bu teknolojilerin devamı niteliğindedir.

Kömürden sıvı yakıtların elde edilmesi, büyük enerji güvenilirliği yanısıra, elektrik üretiminde, ulaşımda ve ısınmada temiz yakıtlar sağlamakta ve petrol fiyat artışını önlemektedir. Kömürden üretilen sıvı

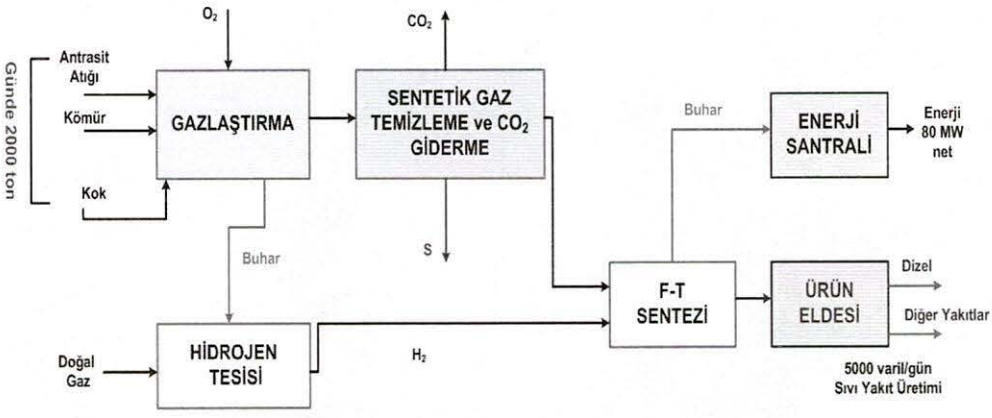
yakıtlar, cevresel etkileri ve emisyonlar açısından, petrol ürünleriyle karşılaştırmada üstünlük arz etmektedir. Kükürt, parça, azotoksit ve CO_2 emisyonları, petrolden daha düşük seviyelere indirilmektedir. (Şekil 3, 4).

Şekil 1. Melez Sistemin Akım Şeması

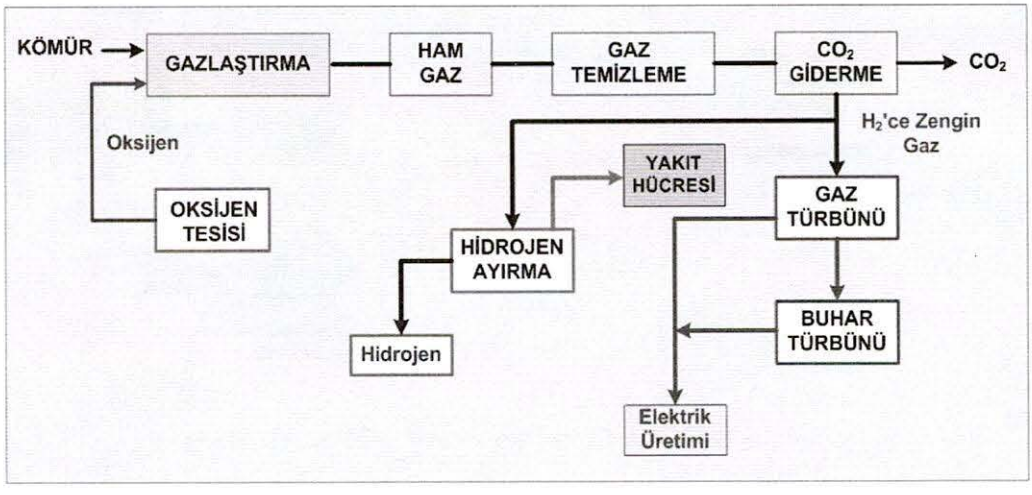




Şekil 2. Kömür Su Karışımı Yakan Melez Sistemin Akım Şeması (Tampa Elektrik Santralı)



Şekil 3. Kömürden Sıvı Yakıt ve Elektrik Üretimi



Şekil 4.Kömürden Hidrojen Üretimi

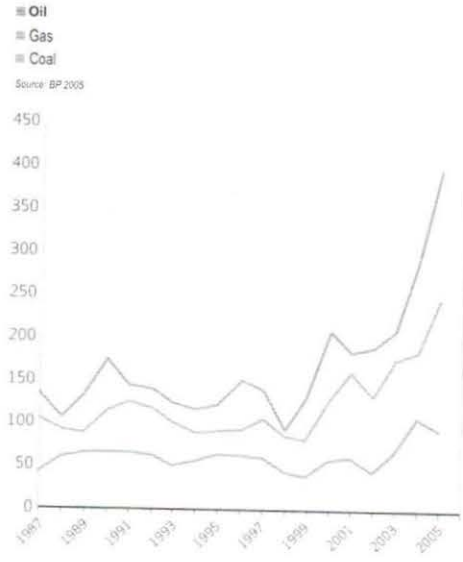
Kömürün Sıvılaştırılması

Doğrudan kömür sıvılaştırılmasında, kömür bir solvent ile yüksek ısı ve basınç altında çözeltiye alınmaktadır. Bu proses yüksek derecede verimlidir, ancak sıvı ürüne rafinaj uygulanmaktadır. Dolaylı kömür sıvılaştırılmasında, ilk olarak kömür gaz haline getirilerek "syngas" (hidrojen ve karbonmonoksit karışımı) üretilmektedir. Bu gazdan kükürt giderilmekte ve karışım istenilen ürün kalitesinde ayarlanmaktadır. "Syngas" sentetik gaz, bir katalizör üzerine kondanse edilerek Fischer-Tropch Prosesi ile yüksek kalitede temiz dizel, metanol ve dimetileter gibi alternatif sıvı yakıtlar üretilmektedir.

Dünyada birçok ülkede kömürden sıvı yakıt üretimi projeleri yatırım ve planlama safhasındadır. Güney Afrika Kömürden sıvı yakıt üretimini 30 yıldır endüstriyel olarak uygulamaktadır. 2005 yılında, Çin'in en büyük enerji şirketi Shenhua, kömürden petrol üretecek büyük bir Tesisin inşaatına başlamıştır. Kuzey Çin'de yer alan bu tesis, 50.000 varil/gün kapasiteli olup, 2007 yılı sonunda üretime başlayacaktır. İlk adımda, dizel ve jet yakıtı üretilmesi planlanmıştır. Shenhua firması diğer bir tesisini, 10 milyar US dolara, Sasol ile ortak yatırım yaparak gerçekleştirmektedir. 10 milyon ton/yıl kapasiteli bu tesisin 2010 yılında üretime başlaması beklenmektedir. Shenhua firması, kömürden petrol üretim kapasitesini, 2020 yılına kadar 30 milyon tona çıkarmayı planlanmıştır. Avustralya'da, Monash Enerji Şirketi, düşük kaliteli kömür kullanan, 62.000 varil/gün kapasiteli bir tesis kurmayı planlamıştır. Tesis 2010 yılında devreye girecektir. Fizibilite çalışmalarına göre, bu tesis, Avustralya ekonomisine 50 yılda 115 milyar $ yarar sağlayacaktır. Almanya, ABD, Hindistan, Japonya, İngiltere ve Endonezya'da kömürden petrol üretimi ile ilgili ciddi projeler bulunmaktadır.

Kömürden Sıvı Yakıt Üretimi Niçin Önem Kazanmaktadır?

- Küresel enerji tüketiminin % 35'ini petrol sağlamakta ve petrol talebi artmaya devam etmektedir. Bunun nedeni ulaşım araçlarının hızla artmasıdır.
- Petrol sektöründe; güvenilirlik, nakliye güvenliği ve alt yapı zorlukları gelecek için endişelere neden olmaktadır.
- Büyük ölçüde artan petrol fiatlarının, yüksek düzeyde kalacağı tahmin edilmektedir. (Şekil 5)
- Kömür arzedilebilir özellikte ve yaygın olarak bulunmaktadır.
- Kömür rezervleri çok büyük olup, gelecekte de sorun olmadan üretilebilecektir.
- Kömürden elde edilen sıvı yakıtlar, temiz yakıt olarak kullanılabilecek ve bugünkü alt yapılarla servis edilebilecektir.



Şekil 5. Hibrid IGCC Elektrik Santralı (Tampa ABD)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Petrol ve doğalgaz fiatlarının başdöndürücü hızla artması, ülkemizin 1990'lı yıllardan sonra uyguladığı enerji stratejilerinin ne denli yanlış olduğunu ortaya çıkarmıştır. Türkiye'nin vakit geçirmeden kömüre dönmesi ve temiz kömür'ün enerjide kullanımını benimseyerek, yol haritasını belirlemesi gerekmektedir.
- Kömür rezerv ve üretiminin iyi bir planlama ile 2020 yılına kadar arttırılması ve en güvenilir enerji kaynağı olan kömürün elektrik üretiminde kullanım oranının hızla yükseltilmesi, ülkemiz açısından hayati önem taşımaktadır. Bu günkü durumun devamında, Türkiye 2011 yılında petrol ve doğal gaz alımına 100 milyar dolar civarında ödeme yapmak zorunda kalacaktır.
- 10 milyar ton civarında olan kömür rezervlerinin 25 milyar tona, günümüzde 65 milyon ton/yıl civarında olan kömür üretiminin, kısa vadede 250 milyon tona yükseltilmesi gerekir. Mevcut rezervler bu üretim için yeterlidir.
- Kömür yakan santrallerde % 30 olan kapasite kullanımı ve ortalama % 27 olan çevrim verimi yükseltilmelidir.
- Kömür santrallerinin verimi arttırılmalı ve biyo kütle ile organik atıklar ek yakıt olarak kullanılmalıdır.
- Kömür kullanımında çevreye uyumlu, SO_x, NO_x, CO_2 ve toz emisyonları denetim altına alınmış, temiz kömür kullanımı esas alınmalı, temiz kömür teknolojileri ile yakma teknolojilerinin geliştirilmesi yönündeki araştırma ve uygulamalar özendirilmelidir.
- Kömürden gaz, petrol ve hidrojen üretimi hızla geliştirilmeli bu bağlamda yerli teknolojilere yönelik araştırmalar desteklenmelidir.
- 25 Megawat'dan başlayan güçlerdeki kömür yakan santraller özendirilmelidir.
- Yeni enerji planlamasında, elektrik üretiminde kaynak dağılımı aşağıdaki gibi olmalıdır.

% 50 Yerli Kömür
% 25 Hidrolik
% 15 Doğal gaz+Petrol
% 5 Nükleer
% 5 Diğer

KAYNAKLAR

1. **Ateşok, G., Önal, G.,** *Kömür ve Enerji Semineri*, 5-6 Mart 2004, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Ankara, 2004

2. **Gluskoter, H. At al** *1999. Coal Resource Assesment: Calculating Resources by GIS at the USGS. The Proceedings of the Technical Conference on Coal Utilization and Fuel Systems*, Coal and Slurry Technology Association, pp 241-

3. *Hollinden, Gerald A.* **19. Pittsburgh Coal Conference *September, 2002. Pittsburgh U.S.A.***

4. **Markowsky, J.J.** 2004. Challenges Facing U.S. Coal The Proceedings of the Technical Conference on Coal Utilization and Fuel Systems, Coal and Slurry Technology Association,

5. **Önal, G., Çallı, L.,** *Vazgeçilmez Enerji Kaynağı, KÖMÜR*, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı 2002.

6. **M.W. Paul, R.E. Weinstein and D.L.Bonk** "*Feasibility of a Lignite Fueled Combustion Hybrid Repowering of Leland old Units*", The Proceedings of the 29th International Technical Conference on Coal Utilization+Fuel System, April 18-22, 2004, Clearwater, Florida, U.S.A.

7. ***Görür, N ve Diğerleri,*** *1997. Türkiye'nin Tersiyer Havzaları ve Kömür Potansiyeli, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Yayını S. 8-25.*

8. *The Proceedings of the 28th International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems* Volume I, March 9-13 2003, Clearwater Florida USA.

9. 31. International Technical Conference on Coal Utilization and Fuel System, 21-26, Mayıs 2006, Clearwater, U.S.A.

10. *ECOAL*, World Coal Institute, April 2006, Vol 57.

Asit ve Alkali Oksidasyonu ile Üretilmiş Humik Asit

Kökenli Bileşiklerin Mısır Bitkisinde Kök ve Gövde Büyümesine Etkisi1

Mehmet ÇÖTELİ[2]
Mustafa USUL[3]
Nevzat DEREKÖY[4]
Dr.Haydar POLAT[5]

ÖZ: Bu çalışmada materyal olarak % 53 toplam humik asitler ihtiva eden Elbistan linyitlerinden üretilebilecek bazı humatlar ve organik bazlı gübrelerin mısır bitkisinde vereceği kök ve gövde gelişiminin izlenilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle öncelikle 1/10 katı/sıvı oranında seyreltik %1'lik H_2SO_4 ile yıkanmış ve süzülmüş sıvı kısım atılmış örneklerden reaktör ortamında sıvı faz oksidasyon prosesi çerçevesinde sodyum, amonyum, potasyum ve sülfolanmış (karışık) humat üretilmiştir. Ayrıca asit oksidasyonu ile % 8 N, % 6 P_2O_5, % 1 K_2O ,% 8 S ihtiva eden organik bazlı gübre üretilmiştir. Üretilen sıvı humatlarda pH 9,27 ile 13,34 arasında toplam humik asitlerde 12.12 ile 21.98 arasında değişmektedir. Organik bazlı gübrede ise % 74.04 organik materyal, Toplam humik asitler % 37,4 ve bitki materyalleri de N+ P_2O_5 + K_2O olarak % 15.94 bulunmuştur.

Sera şartlarında mısır bitkisi, kurutulmuş tüm ürünler 100 ppm dozda (optimum gübre, ham materyal, yıkanmış materyal) ile birlikte toplam 9 konuda denemeye alınmış ve 2 aylık süre sonunda kök ve gövde ayrı ayrı tartılarak, topraklarda analiz öncesi ve sonrası incelemeye alınmıştır.

Yapılan istatistik analiz sonuçlarına göre humik bileşiklerin etkisinin öncelikle kökte izlendiği, organik bazlı gübre dışında gövde gelişiminde etkisinin olmadığı hatta kontrolden (boş uygulama) bile istatistiki açıdan daha düşük verimlere neden olduğu tespit edilmiştir. Organik bazlı gübrede en yüksek verime sebeb N ve P_2O_5 miktarlarının bu gübrede fazla olup gübre değerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İstatistiki açıdan organik bazlı gübre gövde gelişiminde önemli gözükmektedir. Kök gelişiminde ise tüm ürünler istatistikî açıdan önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Organik Gübre, Organik Bazlı Gübre, Humik Asit, Humat, Kontrollu Çözünür Organik Gübre

---

[1] Bu Çalışma Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı -TAGEM –TGAE tarafından yürütülen "Türkiye turba ve linyitlerinden humik bileşikler ve organomineral gübreler üretilebilirliği ve tarımda kullanım imkânlarının araştırılması " adlı 04310A01 nolu araştırma projesi ile desteklenmektedir.
[2,3,4,5] Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı-TAGEM-Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü

The Effect on Corn Plant Root and Stem Growth of Produced Components Origin on Humic Acid with Alcaline and Acid Oxidation

ABSTRACT: Elbistan lignites contain 53 % humic acids.In this project our aim was to investigate the effects of some kind of humates and organic based fertilizers which were produced from lignites , on the development of the roots and the stem of corn plants. For this purpose , first of all our solid samples are washed with diluted H_2SO_4 solution (1%) in the ratio of 1/10 solid to liquid. After filtration of these solutions , in the reactor medium by liquid phase oxidation process , sodium , potassium , ammonnium and sulfonated (mixed) humates are produced. In addition, by acid oxidation, 8 % N , 6 % P_2O_5, 1% K_2O , 8 % S containing organic based fertilizer is produced. pH values of liquid humates altered in the range of 9.27 to 13.34 . And total humic acids pH values are changed from 12.12 to 21.98 . In organic based fertilizers 74.04 % organic material, 37.4 % humic acides, 15.94 % plant materials as $N+P_2O_5+K_2O$ were found as ingredients.

In greenhouse conditions corn plant , all dry products in the dosage of 100 ppm (in addition of optimum amount of fertilizer , raw materials , washed materials) were experienced in 9 different subjects .After two months period , root s and stems were weigthed separetly . The soil was investigated before and after the analysis.

According to the statistical analysis results humic acid effect was seen firstly on the rooth part of the plant .The efficiency of the organic based fertilizers was increased by increasing percent of N ve P_2O_5 . Statistically organic based fertilizers effected the stem growth , all the other products effected the rooth growth.

Keywords: Organic Fertilizers, Organic Base Fertilizers, Humic Acid, Humate , Control Released Organic Fertilizer

GİRİŞ

Organik ve organomineral (Organik bazlı - humik asitli) gübreleri anlayabilmek için öncelikle bitkisel ve hayvansal menşeili organik materyalin biyokimyasal dönüşümünün bilinmesi gerekmektedir. Organik madde bozunumu (Francis, 1961), termodinamik açıdan geri dönüşümsüz (tersinmez) bir yok oluş kayboluşa doğru, ölüm daha küçük moleküllere parçalanma ve C - H bağlarının kopması dağılması, CO_2, N_2, O_2 vs şeklinde atmosfere dağılma şeklinde devam eden geri dönüşümsüz entropi artışı şeklinde bir davranış gösterir. Yalnız bazı doğal şartlar halinde organik maddede H, O, ve C' nin kontrollu salınımı ile karbonlaşma, kömürleşme, petrolleşme şeklinde ve tel kafes kimya bileşikleri olarak tanımlanabilen bileşikler haline doğru uzun zaman içerisinde gelebilmektedir. Organik maddenin yok oluşu tarımsal açıdan kullanılmaz hale gelmesidir. Bu doğal süreç içerisinde organik madde de fulvik asit, humik asit, ve humin adlı bileşikler şeklinde; rengin açık sarıdan siyaha doğru, molekül ağırlığının 2,000' den 300,000 e doğru, karbon oranının % 62'lere, oksijen yüzdesinin 48'ler den 30'lara doğru, asitliğin azalması şeklinde devam eden bir süreç vardır. İşte bu maddeler organik gübre ve organomineral gübreler için ideal malzemelerdir. Tarımda kullanılabilir organik maddenin ana fraksiyonlarını oluştururlar ve HUMUS adı ile adlandırılırlar (Clamme,1988., Çöteli, 2004). Bu nedenle turba ve linyit gibi humusca zengin kömürlerin tek başlarına veya yapay gübrelerle karıştırılarak komple bir gübre olarak kullanılmaları düşünülür. Bu konuda dünyada kömürlerden gübre üretimi amaçlı sayısız araştırma mevcuttur.

Kural (1978) hümik asit'lerin kompleks bir madde olduğunu molekül ağırlığının değişim gösterdiğini belirtmiştir. Genellikle

kömürün kalitesi arttıkça molekül ağırlığının arttığını, ısı arttıkça çözünürlüğün arttığını, pH düştükçe kolloidal çözeltiler oluştuğunu belirtmiştir. Toprak humusu ile kömür humusu arasında önemli farklar olmadığını bu nedenle turba ve linyit gibi humusça zengin materyallerin tek başlarına veya yapay gübrelerle karıştırılarak komple bir gübre olarak kullanılabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Türkiye linyitlerinde hümik asit dağılımını incelemiş, buna göre Elbistan linyit'inin % 48 civarında olan hümik asit rezervi ile amacına en uygun nitelikte olduğunu, Jeolojik yaşları genç olan kömürlerin hümik asit yüzdelerinin daha yüksek çıktığını, uzun bir süre oksidasyona maruz kalan stok örneklerinde hümik asidin çoğaldığını bildirmiştir.

Montgomery (1959) kömürün kostik oksidasyonunu (oksijen) denemiş ve bunun sonucunda, yüksek molekül ağırlıklı polifonksiyonel aromatik *kömür asitlerini* elde etmiştir. Bunlar suda çözünebilen filimler ve sıcakta sertleşen (*termoset-ting*) reçineler yapımında sınırlı kullanım alanı bulmuşlardır (Shreve ,1985).

Kömürün kimyasal yapısını aydınlatmak için yapılan çalışmalar, ekstraksiyon, oksidasyon, piroliz, halojenasyon ve hidroliz ürünlerinin incelenmesi üzerine yoğunlaşmıştır. Kömürün oksidasyonu çok farklı oksitleyicilerle gerçekleştirilmiştir. Bunlar perklorik asit, nitrik asit, potasyum dikromat, hipoklorit, potasyum permanganat, hidrojen peroksit, fotokimyasal, elektrokimyasal hava-amonyak, hava alkali, nitrobenzen ile yapılan oksidasyonlardır (Krevelen,1961). Aynı zamanda oluşan oksidasyon reaksiyonlarının bazı aromatik olmayan köprüleri yani $-CH_2$ gruplarını kopardığı sanılmaktadır. Kişney, C, R ve Love, D, L oksitlenmiş bitümlü kömürlerdeki kinon karakterli yapıların varolduğunu iddia etmişlerdir. Bunun için nitrik asitle oksitlenmiş kömürü civa elektrod kullanarak polinükleer kinon yapılarını tayin etmişlerdir. Kömür oksitlenmeye devam ettikçe bu kinon yapılarının azaldığını humik asitlere benzer ürünlerin arttığını göstermişlerdir (Deligöz, 1989).

Kömürün oksidasyonu farklı şartlarda gerçekleştirildiğinde elde edilen sonuçları karşılaştırmak güçtür. Oksitleyiciler genellikle kömürü parçalayarak önce humik asitlere oradan da CO, CO_2 ve küçük molekül ağırlıklı aromatik ve alifatik bileşiklere dönüştürürler. Bazik hipoklorit, nitrik asit ve hava amonyak ile yapılan oksidasyon reaksiyon-larında ürünlere başka elementlerinde girdigi görülmüştür (Krevelen, 1961).

Sladky (1959) hümik asidin, domates fidelerinde 50 ppm oranında kullanımında çimlenme ve büyümenin çok hızlandırdığını, kök ve gövdede ise büyümenin iki katına çıktığını tespit etmiştir.

Martin ve ark. (1962) yaptıkları araştırmada humik asidin farklı bahçe bitkilerinin gelişimi üzerine etkisini incelenmiştir. Buna göre *poinsetia* 'da daha koyu yeşil yaprak, daha geniş ve dolu kökler, *doğu papatyası*nda daha geniş çiçek daha dolu kökler, *süs biberinde* daha fazla köklenme, *tatlı patates* 'de daha hızlı ve fazla köklene, *gül*'de çok hızlı tepe büyümesi ve kök gelişimi, *mersin agacı*n'da daha hızlı ve fazla köklenme, *incir*' de daha hızlı ve fazla köklenme, *yaban mersini*'nde daha fazla köklenme tespit edilmiştir.

Dixit ve Kishore (1967) hümik asidin kavun bitkilerini nasıl etkilediği yolunda çalışma yapmışlar, uygun hümik asit oranını 37 ppm olarak bulmuşlardır. Bu oranda kullanımda kökler iki misline yakın ve sürgünler 2 mislinden fazla büyümüştür. Salatalık için ise en uygun hümik asit oranı 100 ppm olarak belirtilmiştir.

Skryabin ve Melenteva (1970) hava ile okside edilmiş kömürü amonyakla işleme tabi tutarak elde ettikleri karbon-hümik asit gübresini inorganik gübrelerle karıştırarak toprağa ilave etmişler ve pamuğun büyüme hızında artış kaydetmişlerdir.

Ülgen ve Dığdığoğlu (1975) linyit kömürünün gübre değerinin saptanması ile ilişkili bir çalışma yapmışlar ve buna göre gerek Elbistan linyit kömürü ve gerekse Alpine ismi verilen nitrik asit ile işlem görmüş çöktürülmüş humik asitler ihtiva

eden işlem görmüş ticari kömürün alkali reaksiyonlu topraklarda kullanılması ile bir mahsul artışı elde edilemediğini, asit reaksiyonlu topraklarda ise % 0,5'e kadar karıştırılacak Alpine kömürünün ve % 5 oranında karıştırılacak Elbistan kömürünün etkisinin olumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Depel (2000) Afşin-Elbistan linyitinin tarımda kullanılabilirliğini saptamak amacıyla bir araştırma yapmış, bu araştırmada ham linyit materyalini önce yıkamış daha sonra % 0,1, 2, 3, 4, 5, ve 10 oranında linyiti toprak ile karıştırmıştır. Artan oranda verilen linyitin bitkinin kök aksamını artırdığını ancak meyve miktarı üzerinde bir verim artışı olmadığını tespit etmiştir.

Calemma ve Rausa (1988) hümik asit üretimi için; kömürlerin nitrik asit ve azot dioksit ile oksidasyonuna alternatif olmak üzere akışkan yataklı bir reaktörde kuru şartlarda hava veya oksijen ile oksidasyonun yapıldığı bir üretim yöntemi için patent almışlardır. 200 °C sıcaklıkta yapılan çalışma da , oksijenin kısmi basıncı 1.1 atm. olup tanecik boyutu 106-250 mikron seçilmiştir. 8 saat reaksiyon süresinde hümik asit % 75, fulvik asit % 5 verimle dönüştürülebilmiştir. Patentte değişik uygulamalar verilmiş olup sıcaklık arttıkça, tanecik boyutu küçüldükçe, oksijenin kısmı basıncı arttıkca dönüşüm % 88'lere kadar çıkmaktadır. Aynı çalışmada H_2SO_4 veya HCL ilave edilerek pH 2-3 civarında humik asitlerin çöktürülebileceği, alkali ortamında çözündüğü, asitte ve suda ise çözünmediği, fulvik asitlerin asitte çözündüğü belirtilmiştir. Kömürde humik ve fulvik asit analiz yöntemleri anlatılmıştır.

Elmo (1988) gübre üretimi konusunda her çeşit organik materyalin kullanılabileceği organik materyalin ana hammadde olduğu genelleştirilmiş proses oluşturulması amaçlı çalışma yapmıştır. Burada hümik asit muhtevası fazla olan muhtelif tür sıvı ve katı organik gübrelerin üretim yöntemi anlatılmaktadır. Proses sıvı ve süspanse gübre üretiminde kullanılan hot-mix türü prosesin geliştirilmiş şeklidir. Kullanılabilecek organik materyal içerisinde turba, linyit ve leonardit'de tanımlanmaktadır.

Dekker ve Cronje (1991) yaptıkları çalışmada, kömürde bulunan hümik asitlerin 100 -180 °C arasında Sodyum hidroksit ile (alkali ortamda atmosferik basınçta) ekstraksiyonu ile üretilebileceğini tespit etmişlerdir.

Vente ve Dekker (1994) kuru ve yaş proses olarak kömürün oksidasyonunu incelemişlerdir. Kuru oksidasyonun hava ile 120 - 350 °C arasında 15–600 dakikada 0.1 ila 5 atmosfer basınç altında yapılabildiğini belirtmişleridir. Oksitlenmiş ürünleri *oxihumate* diye isimlendirerek, bu ürünün hümik ve fulvik asitler ihtiva ettiğini bildirmişlerdir. Hümik asitleri alkali , fulvik asitleri ise bütanol gibi organik çözücü ile ayırmışlardır. Bitkiler için uyguladıkları doz 250-1000 mg/lt'lik solüsyonların kullanımı şeklinde olup yaprak/kök kuru ağırlıklarının değişim miktarının 30 gün değişimine göre uygulanmaktadır.

Elmo (1995) süspanse gübreler üretimi konusunda metot geliştirmiştir. Değişik (N-P-K) formunda değişik kaynaklı organik madde, su, sülfürik asit, fosforik asit, kaya fosfat ve amonyak kullanımı ve oranları anlatılmıştır. Önceki çalışmaların endüstriye adaptas-yonu amacı ile organik maddenin kısmi parçalanmasının yapıldığı, organik bazlı gübrelerin üretilebileceği, sürekli (continue) tür üretim yapabilecek bir endüstriyel tesisin ana çizim ve yerleşimlerini vermiştir.

Detroit ve Lebo (1997) kömürde bulunan hümik asitlerin sodyum bi sülfit, potasyum bi sülfit gibi sülfolama materyali ile alkali ortamda 100-200 °C arasında en az 30 dakika reaksiyon süresinde formaldehit katalizörü etkisi altında % 70 gibi verimlerle humik asit sülfonatları üretilebildiğini ispatlamışlardır.

Lebo, Stuard ve Kevin (1997) oksijen alkali prosesinin endüstriye adaptasyonu için patent almışlardır. Kahverengi kömürlerin 100-200 °C arası sıcaklıkta en az 30 dakika reaksiyon süresi içerisinde sodyum hidroksit, potasyum hidroksit, amonyum hidroksit gibi

uygun alkali, hava-oksijen gibi uygun oksidan madde ile oksidasyonu sonucu % 75'lere varan kimyasal dönüşümle hümik asit tuzlarının oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Kurbanlı ve arkadaşları (2002) Konya yöresi linyitlerinden Beyşehir % 42, Ilgın % 38 ve Ermenek % 30 hümik asit ihtiva ettiğini tespit etmişlerdir. Ispanak bitkisi üzerinde 0, 10, 20, 40, 80 kg/da dozlarında sera denemesi yapmışlar ve K-hümik asit tuzu-KNO_3 karışımının, amonyum nitrat ve üre gübresi ile aynı sonuçlara yakın ürün artışı sağladığını, NH_4-hümik asit tuzunun önemli verim artışı sağladığını fakat diğerlerine göre biraz daha düşük verime neden olduğunu, N katılmış linyitin ise en düşük verim artışı sağladığını tespit etmişlerdir.

Fishcher ve ark (2004) yaptıkları çalışmada bir reaktöre % 7 amonyak olacak şekilde linyit partikülleri doldurularak 100 °C den düşük sıcakta reaktöre oksijen şırınga edilerek 0.1 MPa basıncta 0,5 saat reaksiyon zamanında, C/N oranı 9-15 arasında olan bağlı azotun formları ise % 20-45 amonyum azotu, 55-80 organik bağlı azot, 20 den az amid formunda, organik azotun % 80 den fazlası amid formunda olan % 6 azot içerikli yavaş çözünen bir organik gübre üretmişlerdir.

Varshovi (2005) yaptığı çalışmada 6-1-0, 7-1-0, 8-1-0, 9-1-0, 10-1-0, 12-1-0, 4-2-4, 6-2-4 tür *organik bazlı yavaş çözünen gübre* üretimine örnek vermiştir. Buna göre öncelikle N kaynağı, ure, amonyum nitrat, amonyum sülfat, metil ure, veya ure formaldehit, K kaynağı, potasyum tiyosülfat, potasyum fosfat, potasyum oksit, potasyum sülfat veya potasyum karbonat, P kaynağı olarak da amonyum fosfat, potasyum fosfat, fosforik asit kaynaklarından hazırlanan % 2.5- 25 arası sıvı (NPK katkısı) ürün % 70 - 90 arası nemli büyük ölçüde huminleştirilmiş organik materyal ile karıştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM



Şekil.1*.TGAE'de deneme reaktöründe humatlar üretimi çalışması*

Materyal: Türkiye-Kahramanmaraş-Elbistan yöresinde düşük enerji değerli yüksek miktarda rezerve sahip linyit yataklarından rasgele seçilmiş kuru baz da TS 5869'a göre % 53 toplam humik asit ihtiva eden malzeme kullanılmıştır (Çöteli ve ark, 2006).

Kimyasallar: Üretimde kullanılan kimyasallar endüst-riyel saflıktadır.

Üretim reaktörü: SS 316'dan imal silindirik, 150 lt iç hacimli, türbün tür 60 d/dk hızlı karıştırıcılı, basınç ve sıcaklık ayarlı, elektrikli ısıtmalı, ON/OFF ısıtma sistemli, yüksek basınca dayanıklı 2 giriş (Hava+ hammadde) 2 çıkış vanalı reaktör.

ÜRETİM YÖNTEMİ:

A.ALKALİ OKSİDASYONU ÜRÜNLER

Humatlar üretimi: Öncelikle 1000 mikron altına öğütülmüş % 53 humik asit ihtiva eden Elbistan linyiti 1/10 (sıvı/katı) % 1'lik H_2SO_4 ile yaklaşık 40 C'de yıkanmış çöken kısım alınarak materyalin bor ve Cd, Cr, Ni, Pb, As, Hg, gibi kirlik parametrelerinin önemli kısmının giderilmesi sağlanmıştır.

Kuru örneklerde Çizelge 1'deki reaktör içi şartları sağlayacak şekilde kömür, alkali ve su ilavesi yapılmış ortam uygun basıncı sağlayacak hava şırınga edilmiş elektrikli ısıtıcı ile reaktör sıcaklığı ayarlanmış 60 d/dk hızda 2 saat çalışma sağlanmıştır. Nihai ürün

alınmış bir kısmı çöken kısım atılmış sıvı kısım analiz edilmiştir.

Sodyum humat üretimi: 10 -1000 mm arasında tanecik boyutuna küçültülmüş kuru baza eşdeğer (20 /0.53=37.73 kg) linyit kömürü reaktöre konur. Üzerine 10kg palet NaOH ilave edilir. Toplam karışım 100 kg olacak şekilde su ilavesi yapılır. Reaktör içerisine kompresörle > 4 atm basınca tekabül edecek kadar hava basılır.2 saat 110-140 C' de çalışacak şekilde reaksiyon tamamlanır. Dinlen-dirilen ürün süzülerek katı dibe çöken kısım atılır (Çöteli ve ark, 2005).

Amonyum humat üretimi : 10-1000 mm arasında tanecik boyutuna küçültülmüş kuru baza eşdeğer (20 /0.53=37.73 kg) linyit kömürü reaktöre konur. Üzerine 10 kg sıvı NH_3 ilave edilir. Toplam karışım 100 kg olacak şekilde su ilavesi yapılır. Reaktör içerisine kompresörle > 4 atm basınca tekabül edecek kadar hava basılır. 2 saat 110-140 C' de çalışacak şekilde reaksiyon tamamlanır. Dinlendirilen ürün süzülerek katı dibe çöken kısım atılır (Çöteli ve ark, 2005).

Potasyum humat üretimi : 10-1000 mm arasında tanecik boyutuna küçültülmüş kuru baza eşdeğer (20 / 0.53=37.73 kg) linyit kömürü reaktöre konur. Üzerine 10 kg palet KOH ilave edilir. Toplam karışım 100 kg olacak şekilde su ilavesi yapılır. Reaktör içerisine kompresörle > 4 atm basınca tekabül edecek kadar hava basılır.2 saat 110-140 C' de çalışacak şekilde reaksiyon tamamlanır. Dinlendirilen ürün süzülerek katı dibe çöken kısım atılır (Çöteli ve ark, 2005).

Sülfolanmış humat üretimi: 10-1000 mm arasında tanecik boyutuna küçültülmüş kuru baza eşdeğer (20 /0.53=37.73 kg) linyit kömürü reaktöre konur. Üzerine 5 kg palet NaOH, 5 kg KOH, 5 kg $Na_2S_2O_5$, 5 kg $K_2S_2O_5$ ilave edilir. Toplam karışım 100 kg olacak şekilde su ilavesi yapılır. Reaktör içerisine kompresörle > 4 atm basınca tekabül edecek kadar hava basılır.2 saat 110-140 C' de çalışacak şekilde reaksiyon tamamlanır. Dinlendirilen ürün süzülerek katı dibe çöken kısım atılır (Çöteli ve ark, 2005).

B.ASİT OKSİDASYONU ÜRÜN

Organik bazlı gübre üretimi: Yukarıda humatlar üretimi aşamasındaki gibi yıkanmış kurutulmuş kömürden reaktöre 47,84 kg alınmış üzerine % 98'lik 27,45 kg H_2SO_4 ilave edilmiş 7,80 kg konsantre H_3PO_4 ve 6 kg % 30,44 P_2O_5 ihtiva eden Mardin - Mazıdağ kaya fosfatı ilave edilmiş oksidasyonun hızlanması için çok az 1 kg civarında H_2O_2 ilavesi ile nihai ürün 1 saat karıştırılmış soğuması beklenmiştir (Çizelge 2. moleküler parçalanma aşaması). Nihai ürün üzerine sıvı 40.50 kg % 24-26'lık Amonyak yavaş kontrollü şartlarda ilave edilmiştir. Her iki reaksiyonda yüksek miktarda ısı oluşturmaktadır (Çizelge 2. Nötralizasyon aşaması). Nihai ürün dinlendirilmiştir. Kurutularak analiz edilmiştir. Oluşan yeni moleküller yapı farklı bir tarzda çok değişik organik kimyasallar içeren bir gübre türüdür (Elmo, 1995., Çöteli ve ark 2005). Üretilen gübre kurutularak işleme alınmıştır.

Çizelge 1. *Linyit Kömürü ve leonardid materyalden çeşitli humatlar üretimi reaksiyon şartları (Çöteli ve ark. 2005)*

KİMYASAL/İŞLEM	Na HUMAT	NH_4 HUMAT	K HUMAT	SO_3- HUMAT
NaOH. kg	10.00-25.00	-	-	5.00
KOH . kg	-		10.00-40.00	5.00
NH_3 % 24-26 . kg	-	10.00-25.00		5.00
$Na_2S_2O_5$. kg	-	-		5.00
$K_2S_2O_5$. kg	-	-		5.00
Humik Asit. kg	20.00	20.00	20.00	20.00
Linyit-Turba. kg	Humik Asit % den hesaplanacaktır.	Humik Asit % den hesaplanacaktır	Humik Asit % den hesaplanacaktır	Humik Asit % den hesaplanacaktır.

Su. kg	Gerisi	Gerisi	Gerisi	Gerisi
TOPLAM KARIŞIM (kg)	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
PH	11/ 8.5	11/8.5	11/8.5	11/8.5
Zaman (saat)	-2	-2	-2	-2
Sıc. °C	110-140	110-140	110-140	110-140
Ortam Çalışma Basıncı (Bar)	> 4	> 4	> 4	> 4
Hava Basıncı (bar)	>4. Sıcaklığa tekabül eden	>4. Sıcaklığa tekabül eden	>4. Sıcaklığa tekabül eden	>4. Sıcaklığa tekabül eden
Boyut (mikron)	10-1000	10-1000	10-1000	10-1000

Çizelge 2. Elbistan linyitinden 8-6-1-8 tür organik bazlı gübre üretimi materyal balansı (Çöteli ve ark.2005)

İŞLEM	KULLANILAN KİMYASAL ADI	Kg (1)	Kg (2)	Kg (3)
PARÇALAMA (MOLEKUL KUÇULTME) **1. REAKSİYON**	(kuru numune)	40,64	47,84	50,54
	H_2SO_4 (% 98)	27,45	27,45	27,45
	H_3PO_4 (% 96)	-	7,80	11,10
	Mazıdağ- Kaya Fosfat (% 30.45 P2O5)	21,00	6,00	-
NÖTRALİZASYON **2. REAKSİYON**	NH_3 gaz	9,72	9,72	9,72
	(NH_3 sıvı))	40,50	40,50	40,50
	KOH	1,19	1,19	1,19
KURUTMA AMBALAJLAMA **3. İŞLEM**	Form Aldehit	<0,01	<0,01	<0,01
TOPLAM		100,00	100,00	100,00

1. Bu formulasyon eger Cd açısından düşük kaya fosfat temin edilirse kullanılabilir.Aksi halde Cd > 3 mg/kg degeri itibarı ile organik gübre yönetmeliklerine uygun olmayan bir gübre üretilecektir.Elmo 1995 formulasyonu olup bahsedilen materyallerden Tarım Bakanlığı Organik Gübre yönetmelik hükümlerine uygun vasıfta organik gübre Cd içerikleri itibarı ile üretilememektedir.
2. Mardin Mazıdağ konsantre kaya fosfatı kullanılarak hazırlanmış bir formulasyondur. (Materyal 28-32 mg/kg arası Cd içermektedir. Çöteli ve ark 2005) .Bu nedenle kaya fosfat azaltılmış,ilave fosfor ihtiyacı fosforik asitten karşılanmıştır.
3. Kaya fosfat kullanmadan hazırlanmış bir gübredir.

ANALİZ YÖNTEMLERİ

Hem hammadde hem de geliştirilen besleme materyallerinde:

Organik madde analizleri AOAC Official Method 967.04, Nem tayini AOAC Official Method 967.04, Fosfor analizleri spektrofotometreik Amonyumvana-molibdat ile, AOAC Official Method. 982.01 yöntemine göre, Bor analizi spektrofotometrik azomethin-H yöntemi göre, Toplam humik asitler TS 5869, Azot analizi AOAC Official Method 955.04.' a göre modifiye mikro kheldal ünitesinde tayin edilmiştir.

Toprak Analizleri:

Kalsiyum karbonat, Çağlar (1949) tarafından bildirildiği şekilde Scheibler Kalsimetresi ile, Organik madde Richards (1954) tarafından bildirildiği şekilde, modifiye edilmiş Walkley Black metodu ile, Solma noktası Poroz levhalı basınç aleti ile (Tüzüner,1990). Tarla kapasitesi : Poroz levhalı basınç aleti ile (Tüzüner,1990). Toplam tuz Kondaktivite aleti ile suyla doygun toprakta elektriksel geçirgenlik ölçülerek tayin edilmiştir (Soil Survey Staff, 1951).Toprak bünyesi: Islak elemeli Bouyoucos metoduna göre yapılacak olup analiz sonuçlarına göre bünye sınıfının belirlenmesinde toprak sınıflandırma üçgeninden (Uzunoğlu, 1992). Yarayışlı fosfor: Olsen ve arkadaşları (1954)

tarafından geliştirilen ve ekstrakt eriyiği 0.5 M sodyum bikarbonat (pH=8.5) olan metoda göre, Yarayışlı potasyum Ekstrakt eriyiği olarak 1 N amonyum asetat (pH=7.0) kullanılarak ekstrakte geçen potasyum miktarı fleymfotometrede (Richards 1954). Yöntemine göre tayin edilmiştir. Faydalanabilir Fe, Cu, Zn, Mn ise DTPA' da ekstarkte edilmiş örnek AAS yöntemine göre analiz edilmiştir (Soil Survey Staff, 1951).

Sera denemesi yöntemi:

Sera çalışmaları deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak 9 konuda toplam 27 saksıda 100 ppm kurutulmuş ürünler ile yürütülmüştür. Deneme bitkisi olarak yaygın kullanılan mısır bitkisi seçilmiştir. Deneme 2 kg.lık saksılarda yürütülmüş, ilk önce 5 adet mısır tohumu ekimi yapılacak ve çimlenen tohumlardan uygun olanlardan 3 adet bitkiye seyreltilmiş, bitkilere verilecek sulama suyu faydalı suyun % 40'ı azaldı-ğında ağırlık esasına göre verilmiştir.

Ekimden 2 ay sonra yetişen mısır bitkisi hasat edilerek kök ve gövdeleri ayrı tartılarak aşağıdaki konulara göre istatistiki analize alınmıştır.

Deneme Konuları:

A = Kontrol
B = Optimum gübre dozu (NPK),Toprak analiz sonuçlarına göre sulu şartlarda mısır bitkisi için gereken inorganik gübre uygulaması yapılmıştır.
C= linyit veya turba
D= Demineralize linyit (yıkanmış örnek).
E = Üretilmiş Sodyum Humat
F = Üretilmiş Potasyum Humat
G = Üretilmiş Amonyum Humat
H= Üretilmiş Sülfolanmış Humatlar N, K, Na ihtiva eden karışık humat
I= Üretilmiş Organik Bazlı Gübre (% 8 N, % 6 P_2O_5, % 1 K_2O, % 8 S ve % > 30 Humik Bileşikler).
Deneme önce ve sonrası topraklarda verimlilik analizleri yapılarak değerlendirmeye alınmıştır.

BULGULAR

Çizelge 3.Elbistan Linyitinden üretilmiş humatların analiz sonuçları

DEĞİŞKEN	ORG. GUBRE	Na-HUMAT	K-HUMAT	NH_4-HUMAT	SO_3-HUMAT
Yanma Kaybı %, (Organik madde)	74.04				
T.Humik Asitler %, HA kg/kg	37.40	14.96	12.12	15.47	21.98
PH	4.75	12.91	13.34	9.65	9.27
Azot N %	8.46	0.27	0.65	2.87	1.45
Fosfor P_2O_5 %	6.46	-	-	-	-
Potasyum K_2O %	1.02	-	6.94	-	3,44
Sodyum Na %	0.12	1.67	-	-	0.06

ÜRÜNLERİN ANALİZİ:

Ürünlerin analizinde görüldüğü üzere sodyum, potasyum ve amonyum ve karışık (sülfolanmış) humatlar da toplam humik bileşikler % 12.12 ile % 21.98 arasında değişmektedir. Sülfolanmış humatlar-daki bu yüksek oran analiz yönteminden özellikle kükürt içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu örnekler sıvı olup 8-6-1-8 tür organik gübrede ise % 37.40 oranında humik asitler tespit edilmiştir. Ortam pH'ları ise alkali oksidasyonu ile üretilen humatlarda en düşük 9.27 en yüksek ise 13.34 bulunmuştur. Organik gübre ise pH açısından asidik bir gübredir.

Ürünlerde ürün cinsine bağlı olarak eser miktarlardaki Na, K, P_2O_5, ve K_2O tayinleri yapılma-mıştır (Çizelge 3).

SERA DENEMELERİ:

Çizelge .4 Ürünlere ait sera denemesi mısır kuru ağırlık değerleri (g/saksı), Duncan grupları (p 0.05)

KONULAR	1	2	3	Ort.	Konular	Duncan Grupları
Kontrol	1.761	1.579	1.943	1.761	8-6-1-8 (Org.Güb.)	A
Op.Gübreli	1.853	1.752	1.758	1.788	Ham Materyal	B
Ham Materyal	1.879	1.814	1.944	1.879	NH_4-Humat	B
Yıkanmış Materyal	1.736	1.752	1.768	1.752	Op.Gübreli	BC
Na-Humat	1.653	1.691	1.729	1.691	Kontrol	BC
K-Humat	1.671	1.603	1.535	1.603	Yıkanmış Materyal	BCD
NH_4-Humat	1.975	1.792	1.884	1.884	Sülfolanmış Humat	BCD
Sülfolanmış Humat	1.773	1.678	1.766	1.739	Na-Humat	CD
8-6-1-8 (Org. Güb.)	2.209	2.310	2.107	2.209	K-Humat	D

Çizelge 5. Ürünlere ait sera denemesi mısır kuru ağırlıkları varyans analiz çizelgesi

VK	SD	KT	KO	F	P-değeri	F ölçütü
Konular	8	0.712	0.08903	11.721	1E-05	2.510
Hata	18	0.137	0.0076			
Genel	26	0.849				

Kuru ağırlık değerleri varyans analizi ile de değerlendirilmiş ve yapılan uygulamaların bitki kuru ağırlık verimine etkileri % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek kuru ağırlık verimi 8-6-1-8 (Org . Güb.) konusunda elde edilmiş ve % 5 önemlilik düzeyinde diğer konulardan farklılık gösterek Duncan Gruplarında "A" grubu içerisinde yer almıştır .

Bu çalışmada gübre degeri öne çıkan 8 - 6-1-8 tür organik gübre en hızlı büyüme verimi sağlamıştır. Ham materyal ve amonyum humat optimum gübreliden daha az etkili bulunmuştur. Diğer ürünlerin ise kontrol'den bile daha az gövde gelişimi sağladığı dolayısı ile bitki gövde gelişimini durdurduğu söylenebilir. Esasen bu çalışma humik asitlerin gübre olmadığı yolundaki çalışmaları desteklemektedir.

Çizelge 6. Ürünlere ait sera denemesi mısır kök kuru ağırlık değerleri (g/saksı), Duncan grupları (p 0.05)

Konular	1	2	3	Ort.	Konular	Duncan
Kontrol	2.506	2.410	2.777	2.564	K-Humat	A
Op.Gübreli	3.133	2.561	2.847	2.847	8-6-1-8 (Org.Güb.)	A
Ham Materyal	2.592	2.454	2.730	2.592	Yıkanmış Materyal	AB
Yıkanmış Materyal	3.179	3.113	3.146	3.146	NH_4-Humat	AB
Na-Humat	2.566	2.967	2.843	2.792	Op.Gübreli	BC
K-Humat	3.289	3.305	3.320	3.305	Na-Humat	C
NH4-Humat	3.181	3.096	3.130	3.136	Sülfolanmış Humat	C
Sülfolanmış Humat	2.580	2.440	2.982	2.667	Ham Materyal	C
8-6-1-8 (Org.Güb.)	3.435	3.240	3.044	3.240	Kontrol	C

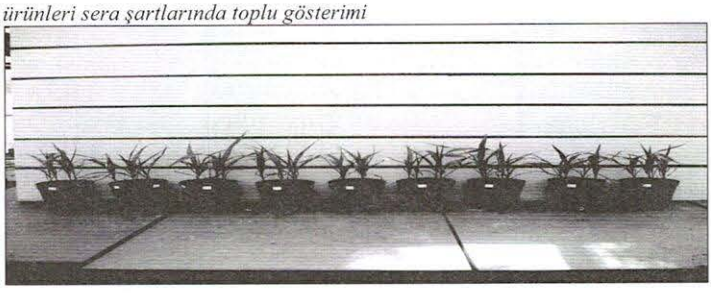
Çizelge 7. Ürünlere ait sera denemesi mısır kuru ağırlıkları varyans analiz çizelgesi

VK	SD	KT	KO	F	P-değeri	F ölçütü
Konular	8	2,002	0,250264	7,514	0,000201	2,510
Hata	18	0,600	0,033306			
Genel	26	2,602				

Kuru kök ağırlık değerleri varyans analizi ile de değerlendirilmiş ve yapılan uygulamaların bitki kök kuru ağırlık verimine etkileri % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek kuru kök ağırlığı verimi K-Humat konusunda elde edilmesine rağmen, K-Humat, 8-6-1-8 (Org.Güb.), yıkanmış materyal, NH_4-Humat ve kontrol

konuları % 5 önemlilik düzeyinde diğer konulardan farklılık göstererek, Duncan gruplarında "A" ve "AB" grupları içerisinde yer almışlardır.

Şekil 2.Elbistan ürünleri sera şartlarında toplu gösterimi



Çizelge 8. Elbistan linyit yatağından elde edilen ürünlere ait sera denemesindeki toprakların verimlilik analiz sonuçları (Deneme sırasına göre en sol A (kontrol) , en sag I (organik gübre))

Konular	Su ile Doymuşluk %	Tuz %	Su ile Doymuş Toprakta pH	Kireç ($CaCO_3$) %	Bitkilere Yarayışlı Besin Maddeleri (kg/da)		Organik Madde %	Yarayışlı Demir (Fe) ppm	Yarayışlı Bakır (Cu) ppm	Yarayışlı Çinko (Zn) ppm	Yarayışlı Mangan (Mn) ppm
					Fosfor (P_2O_5)	Potasyum (K_2O)					
Denemeden önce	55 CL	0.090	7.74	25	3.1	60	1.29	4.70	0.92	0.26	6.50
Kontrol	53 CL	0.095	7.80	26	3.6	75	1.31	4.87	1.15	0.50	4.63
Gübreli	51 CL	0.146	7.67	26	5.4	77	1.34	4.75	1.07	0.49	5.90
Ham Materyal	51 CL	0.091	7.82	26	3.8	72	2.13	5.36	1.17	0.55	7.10
Yıkanmış Materyal	51 CL	0.096	7.85	26	3.7	75	1.60	4.97	1.05	0.55	5.80
Na-Humat	55 CL	0.099	7.82	26	3.4	73	1.37	4.71	1.06	0.53	4.90
K-Humat	50 L	0.090	7.90	25	3.4	78	1.33	5.20	1.13	0.46	4.93
NH_4-Humat	52 CL	0.106	7.86	26	3.0	76	1.56	5.14	1.09	0.60	6.27
Sülfolanmış Humat	54 CL	0.121	7.75	26	3.1	86	1.60	5.21	1.05	0.46	6.33
8-6-1-8 (Org.Güb.)	54 CL	0.121	7.72	26	5.6	81	1.76	5.73	1.09	0.79	6.70

TOPRAK ANALİZLERİ:

Sera topraklarının deneme öncesi ve sonrası analiz sonuçlarına göre, toprak pH'nda önemli bir değişiklik yapmadığı, fosfor açısından 8-6-1-8 tür organik gübrenin yarayışlı fosforu artırdığı, K açısından önemli bir etki göstermediği, tüm ürünlerde çok az organik madde artışının oluştuğu, demir, bakır, çinko, mangan analizlerinde önemli farklılıklar olmadığı, toprak bünyesini değiştirebilecek bir sonuç gözlenmediği, toplam tuz yüzdesinde gübreli kadar olmasa bile bir miktar % tuz konsantrasyonlarını artırdığı gözlenmiştir. Topraktaki bu parametreler beklenen etkilerdir.

TARTIŞMA

Asit oksidasyonu çerçevesinde üretilmiş gübre (Elmo,1995., Çöteli ve ark 2005) N + P_2O_5 + K_2O olarak % 15.94 civarında bitki besin maddesi ihtiva etmektedir. Mikrobiyal koruma amacı ile çok az eser miktarda formaldehit ilave edilmiştir.% 37.4 oranında humik asitler ihtiva etmesi ise bir artı değer olarak görülmektedir. Bu tür gübreler üretimi yeni teknoloji olup sürekli teorisi ve tanımı gelişmekte ve değişmektedir. Sıvı formda oluşturulan bakteri kültürleri ve bitki gelişim düzenleyici kimyasallar (***Gibberallinler***) katı gübre içerisine absorbe

edilebilmektedir. Toprak sterilizasyonu ve toprakta (var olan) olması gerekli mikrobiyal bileşenler ilave edilebilmekte böylelikle de biyolojik denge sağlanabilmekte, bbm, humin bileşikler ve bir miktar hormon ise gübre değerini tamamen artırmaktadır. Ayrıca bu prosesde odun, talaş, ayçiçeği küspesi, pamuk tohumu küspesi, ot, saman vb hemen her çeşit organik materyaller işlenebilmektedir. Bu tür gübreler üretim yöntemi nedeni ile organomineral statüde değerlendirilemeyecek şekildedir. Organik gübre üretiminde yeni bir gelişme perspektifi oluşturmaktadır.

Sıvı alkali oksidasyonu tür ürünlerde yanma kaybı (organik madde) analizleri çelişkili sonuçlar verdiği (yanma kaybı % < toplam humik asitler %) için değerlendirilmeye alınmamıştır. Bunun sebebinin analiz yönteminde yer alan C oranından kaynaklandığı düşünülmektedir. Analizlerde tüm ürünler için C oranı 0,59 alınmıştır.

Gerek dünyada gerekse ülkemizde humik asitlerin **gübre mi, bitki gelişim düzenleyici,** yoksa **toprak düzenleyici** mi oldugu yolunda tartışmalar devam etmekle birlikte genel kabul edilen yaklaşım; gübre içeriği olmakla birlikte **toprak için bir organik madde kaynağı** olmasıdır. Bu ise ancak çok büyük kapasitelerle toprağa humik asit ilavesi ile mümkündür. Aynı şekilde gübreleme dozlarında toprak ıslahının, genel piyasa fiyatları incelendiginde ekonomik olmadığı görülmektedir. Piyasa fiyatları incelendiginde bu malzemeler ile ekonomik toprak ıslahı yapılamayacagı görülmektedir.

Ayrıca klasik organik madde tanımı ile tarıma faydalı organik madde aynı statüde olmayıp humus içerigi yüksek bu tür malzemelerin benzer çalışmalar ile ekonomiye kazandırılması önem arz etmektedir.

Humatlar kök gelişimini küçük dozlarda artırması nedeni ile gübre dozlarında (0-100 kg/dk) kullanılacak şekilde piyasaya sürülmektedir. Bu dozlar aynı zamanda bitki gelişim düzenleyici seviyesindeki dozlardır. Hümik asitler ile "auxin" (hücrenin gerilip uzaması, bölünmesi gibi birçok değişik fonksiyonu düzenleyen çeşitli bitki hormonları) tipi reaksiyonların varlığı üzerine birçok makale yazılmıştır. Fakat yine de tam olarak bilinmemektedir.

Bu konudaki tartışmaların bu kadar uzamasının esas sebebi humik asitlerin stabil bir madde olmaması, molekül yapısının malzeme cins ve jeolojik yaşına bağlı olarak değişmesi nedeni ile, kaynama noktası, buharlaşma noktası, buhar basıncı gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri net olarak belirleneme-mektedir. Bu nedenle de tarımsal etkileri net olarak ortaya konamamaktadır veya birbiri ile çelişkili gözüken ismi aynı fakat menşei farklı materyallerden farklı sonuçlar alınabilmektedir. Elbistan linyiti veya bundan üretilen bileşiklerin tarımsal etkisi başka bir linyitten ve bunların etkisinden farklı olabilmektedir. Bunun sebebinin moleküler yapı farklılığı olduğu artık yapılan diger araştırmalar da düşünüldüğünde netleşmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada; Elbistan linyitlerinden üretilen amonyum humat dışında kalan humat şeklinde üretilen humik bileşiklerin mısır bitkisinde sera şartlarında daha çok bitki kök aksamının gelişiminde etkili olduğunu, gübre değerinin ihmal edilebilecek kadar az olduğu fakat organik bazlı gübrelerin ayrıca gövde gelişiminde de etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle organik bazlı gübrelerle ilişkili olarak daha ileri araştırmalar yapılmalıdır.Bu tür gübreler inorganik gübrelerin faydaları ile organik gübrelerin faydalarını bir araya getiren gerektiginde mikrobiyal katkılar da mümkün olan, yeni organik yapının çok degişik tarımsal etkileri söz konusu olabilecek gübre türüdür.

Direk uygulamanın ve amonyum humat gövde gelişiminde etkili olduğu tespit olunmuştur. Ayrıca leonardid (katı haldeki humik asit) olarak Elbistan linyitleri düşük dozlarda önemli etki göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. **AOAC**-Official Methods. 1995. Ash Of Peat. Method 967.04
2. **AOAC**-Official Methods. 1995. Atomic Absorption Spektrophotometric Method. 965.09
3. **AOAC**-Official Methods. 1995. Moisture İn Peat 967.03. Method 967.03
4. **AOAC**-Official Methods. 1995. Nitrogen (Amoniacal And Nitrate İn Fertilizers Devarda Method. 892.01.
5. **AOAC**-Official Methods. 1995. Nitrogen (Total) İn Fertilizers Final Action 1975.Method 970.03.
6. **AOAC**-Official Methods. 1995. Spectrofotometric Molydovanadophosphate Method. Final Action Method. 958.01.
7. **CALEMMA, V. RAUSA. R.** 1988. Process for the production of regenerated humic acids from coal. Us Patent 4.788.360.
8. **ÇAĞLAR, K.** 1949. Toprak Bilgisi.A.Ü.Zir. Fak. yayını No. 10. Ankara.
9. **ÇÖTELI, M.** 2004. Organik ve Organomineral Gübreler Üretimin teknolojisindeki gelişmeler ve kullanım alanları . TMMOB. Gübre Hammaddeleri Çalıştayı. 25-27 Kasım 2004. Diyarbakır.
10. **ÇÖTELİ, M. DEREKÖY, N. MUSUL, N. 2005**. "Türkiye linyit ve Turbalarından humik bileşikler ve organomineral gübreler üretilebilirliğinin ve tarımsal etkisinin araştırılması". TGAE.04310A01 nolu devam eden projesi.
11. **DEKKER, J. CRONJE, I.** 1991. Recovery of humic acids. Us Patent 5.004.831.
12. **DELIGÖZ, H.**1989. Model bileşikler kullanılarak linyitlerden oluşturulan humik asitlerin yapılarınının incelenmesi. Selcuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.Yüksek Lisans tezi.
13. **DEPEL, G. ÇAYCI, G.** 2000. Düşük değerli linyitin tarımda kullanılma olanağı. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.(Yüksek Lisans tezi).
14. **DETROIT, W . LEBO, JR.** 1997. Production of acid soluble humates. Us Patent
15. **DIXIT, V. K. KISHORE, N.** 1967. Effect of hümic acid and fulvic acid fraction on soil organik matter on seed germination. İndian J. Sci. Ind. Sec.A1:202-206.
16. **ELMO, R.** 1988. Fertilizer and method. Us Patent 4.743.287.
17. **ELMO, R.** 1995. Method and apparatus for producing organic based fertilizer in continuous process. Us Patent 5.393.317.
18. **ELMO, R.** 1995. Method for producing suspension fertilizer. Us Patent 5.443.613
19. **FISHCHER, K. SCHINE, R. KATZUR, J.** 2004. Organic fertilizer having humic properties its method of production and its use.Us Patent 6.695.892.
20. **FRANCİS, W.** 1961. Coal ıts Formation and Composition, Edward Arnold ltd, London.
21. **KAYA, S.** 1995. Çeşitli absorbanlar ile hümik bileşiklerinin adsorbsiyonu üzerine bir çalışma. İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü (Yüksek lisans tezi).
22. **KREVELEN, VAN, D. W.** 1961. Coal Typology, Chemistry, Physics-Constituon, Amsterdam, Elsevier Publishhing Co.,251
23. **KURAL. O.** 1978.Türkiye linyitlerinde hümik asit dağılımının incelenmesi. İTÜ Maden Fakültesi.
24. **KURBANLI, R ve ark.** 2002. Production of Humic substances and organomineral fertilizers from low grade lignites deposited in the vicinity of Konya Province and their effect on plant growth. Fertilizer in Context with Resource Management in Agriculture –13 th. International Syposium of CIEC.
25. **LEBO, JR. WIRTZ. K.** 1997. Production of oxided humic acids by an oxgen - alkali process. Us Patent 5.668.999.
26. **MARTIN ve ark.** 1962. Influence of humic acids on growth, yıeld and quality of certain horticurture crop. South Caroline Agricultural Experiment Station. Clemson College, Research series No.20.
27. **RICHARDS, L, A.** 1954. Diagnosis and Improvement of Salina and Alkali Soils Dept. of Agriculture. No:60. U.S.A.
28. **SEÇER, M.** 1989. Doğal Büyüme Düzenleyicilerin (Bitkisel Hormonların) Bitkilerdeki Fizyolojik Etkileri ve Bu

Alanda Yapılan Araştırmalar. Derim 6(3): 109-124s. Antalya.

29. **SLADKY, Z.** 1959. The Effect of extacted humus substances on growth of tomato plants. Biol. Plant 1:142-150.
30. **SOMER, T, G. GERÇEKER. A.** 1973. Linyitten azotlu gübre üretimi. 4.Bilim Kongresi. Ankara. Kasım 5-8.
31. **TSE.,.**2002. Kahverengi kömürler ve linyitler-hümik asitlerin tayini mütaala 1 20020971 (TS 5869). Türk Standartları Enstitüsü-Bakanlıklar ANKARA
32. **TÜZÜNER, A.** 1990. Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Ankara.
33. **ÜLGEN, N. DIGDIGOGLU. A.** 1975. Linyit kömürünün gübre değerinin saptanması Proje No 663-1/A-108-109 TGAE/Ankara.
34. **VENTER, H. DEKKER, J. CRONJE.,** I.1994. Coal derived oxidation product for seedling growth stimulation .Us Patent 5.302.524
35. **VLNATY ve ark .** 1991. Method of preparing controlled release fertilizers and products thereof. United States Patent. 5,030,267, July 9.

İLETİŞİM BİLGİLERİ:

Mehmet **ÇÖTELİ:**
Tel: 0312 3156560 / 227.faks: 0312 3152931
Email: cotelimehmet@yahoo.com
Mustafa USUL: m_usultr@hotmail.com
Nevzat DEREKOY: derekoyn@yahoo.com
Dr.Haydar POLAT:
haydarpolat06@yahoo.com

Afşin Elbistan Termik Santrallerinde Yerel Linyit Kömürü Yakma Teknikleri

Temiz Kömür Yakma Teknolojileri Çalıştayı
31 Ekim, 1-2 Kasım 2007
Afşin Elbistan, Kahraman Maraş
TMMOB/ Maden MO/ MMO/ Çevre/Kimya/EE

Haluk Direskeneli
Makina 1973, MMO Ankara 6606
Makina Mühendisleri Odası
Enerji Çalışma Gurubu Üyesi
HalukDireskeneli@gmail.com
0533 3531530

Summary/ Özet.

We evaluated the best possible lignite firing technologies that could be applied to our Afsin Elbistan lignite coal reserves, the problems of existing system(s) and available new CFB/ IGCC firing techniques as new alternatives.

Bu bildiride Afşin Elbistan Linyit Kömürlerimizin yerli teknoloji ile en iyi nasıl yakılabileceği / mevcut sistemin uygulanabilirliği, sorunları/ ve yeni teknolojiler anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Linyit/ Kömür/ IGCC/ CFB/ Pülverize

Değerli Konuklar, Değerli Arkadaşlarım

Kömür dünya enerji arzı içinde %25.1'lik payı ile petrol ardından ikinci sırada yer alırken, %39.8'lik pay ile, elektrik enerjisi üretiminde ilk sırada bulunmaktadır. Ülkemizde enerji üretimi içinde kömürün payı % 43.4 ile ilk sırada iken, elektrik tüketimdeki kömürün payı %15.9 ile dördüncü sıradadır. Son rapor ve senaryo çalışmalarına göre, kömürün enerji sektöründe Temiz Kömür Teknolojileri ile kullanımı, önümüzdeki dönemde, dünya genelinde önemli bir paya sahip olacaktır. Kömür en önemli yerli-fosil enerji kaynağımızdır. Biz de kömürlerimizi ileri-temiz teknolojilerle elektrik üretiminde kullanmalıyız.

Türkiye'de yerel mühendislik kapasitesiyle çok şeylerin yapılabileceğine inanıyorum. Çünkü herkes aynı Termodinamik/ Isı transferi derslerini alıyor, aynı yazılım/ donanımları kullanıyor, enthalphi, entropy, exergy kavramları her yerde aynıdır. Genç mühendislerimize daha çok destek vermek gerektiğine inanıyorum. Onlara daha çok fon/ daha çok yazılım/ donanım/ araştırma desteği, MSc/ PhD/ Post-Doc konularına daha cok para ayırmak gereğine inanıyorum.

Enerji sektörü en önemli sektördür. Enerji sektörünün en enteresan yanı, Batı Avrupa ve

Kuzey Amerika üretimleri artık çok pahalı olmasıdır. Yakında Batı Avrupa ve Kuzey Amerika firmaları kendi yurtiçi piyasalarının dışına mal satamayacaklar. Çin/ Hindistan/ Güney Kore çok daha iyi fiyatlar verebiliyorlar. Şimdilik/ bugün için belki en iyi/ en randımanlı/ en çabuk inşaa edilebilen santraller/ürünler değil, ama yakında o da olacak.

Bizim kendi iç piyasamızın bu yeni duruma göre yönlenmesi lazımdır. Mühendislik açısından, imalat sanayii açısından çok büyük imkanlar vardır. Kendi termik santrallerimizi- kendi kömürümüze uygun olarak kendimiz tasarlamalı, imal etmeli, yerinde monte etmeli, çalıştırmalı ve işletmeliyiz.

Ayni şekilde rüzgar türbinlerini, hidrolik türbinleri azami yerli kapsamda kendimiz yapmalıyız. Kamu geçmişte finansman ihtiyacı nedeniyle yabancı yatırımcıya öncelik verdi. "En ucuz" diye, "finansmanı var" diye, Doğu Avrupa tasarımı termik santraller alındı.

Bu santraller yerli yakıta uymadı, çevre şartlarına uymadı, çabuk yaşlandı. O firmalar artık yok, ya iflas etti, ya satın alındı. Batı Avrupa, Kuzey Amerika firmaları şimdilerde çok pahalı oldu.

Hindistan, Çin, Kore firmaları daha uygun fiyatla piyasaya giriyorlar. Ancak eğer bir Çinli/ Hintli firmaya yeterlik vermiş iseniz projeniz için başka hiçbir Batılı firmadan teklif alamazsınız. Çünkü Doğulu firmalar için fiyatın hiçbir önemi yok. Bu durumda Batılı firma size teklif vermekten kaçınıyor ve siz de Çinli/ Hintli/ Koreli firmaya mahkum oluyorsunuz.

Öte yandan Yerli yakıt (linyit) ancak yerli mühendislik tasarımları ile en iyi kullanılır. Yabancı firma santrali kurar, deneme çalışmasını atlattımı- kaçar gider. Siz o santralle başbaşa kalırsınız. Yerli firma bir yere kaçamaz, yurtiçinde başarılı olmak zorundadır. Yoksa kimseden is alamaz. Başarısız bir yerli firma hiçbir yerden iş alamaz.

Enerji krizi bizi bekliyor. Bu herkes için kesin. Bu büyük talep karşısında bu arz yetmiyor/ yetmeyecek. Yenilenebilir kaynaklar gecikecek. Hızlı/ çabuk/ kolaycı çözümler göründüğü kadar kolay değil.

Bizim linyitlerimiz bize özel. Her ülkenin kömürü kendine özel. Bizim linyitlerimiz çok kül/ çok nem/su bulunduruyor. Bu linyite özel yeni tasarımlar şart. Yabancı firmaların kendilerine özel çözümleri bize uymaz. Bize uygun özel tasarım/ özel araştırmalar gerek.

Tübitak Marmara MAM Araştırma Merkezi benzerlerini bizim kömür sahalarinda kurmalı. Tübitak MAM çok başarılı bir kuruluşumuz. Benzer araştırma merkezlerini kömür sahalarınad kurmalı, burda çalışacak araştırmacılara yazılım/ donanım/ araştırma fonları sağlamalıyız, daha çok MSc / MSc / Post-Doc imkanları üretmeliyiz. Kendi termik santallerimizi kendi linyitimize uygun kendimiz tasarlamalıyız, kendimiz imal etmeliyiz.

Eskiden ızgaralı/ pülverize yakma teknolojileri vardı. Şimdi daha çok teknoloji var. Şimdi artık,

CFB (circulating fluid bed -Döner akişkan yatak) teknolojisi var

IGCC (Integrated Gasification Combined Cycle- Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim)

Bunların hepsi uygulanabilir. Ama iyi incelenmesi lazım.

Şu anda TKİ redovans ihaleleri var. "Kamu yatırımlarına kaynak bulunamadığı" gerekçesiyle, TKİ'in elindeki kömür sahaları belirli süre ile, ilgilenen özel kuruluşlara kiralanıyor. Bu yönteme göre Hazinenin üretimden kar payı alması, yüklenici özel kuruluşun maden sahasını değerlendirmesi, gerekli yatırımları yapması, termik santrali seçmesi, inşa etmesi ve çalıştırması öngörülüyor.

Umarız hepsi düzgün yürür. Umarız tecrübeli kadrolar kurarlar, dileriz düzgün teknoloji seçerler, dileriz zamanında bitirirler.

Bizim mühendislerimiz kendi linyit kaynaklarımıza uygun termik santral tasarımı yapabilmeli, gerektiğinde kombine çevrim santralinin tasarımını komple yapabilmeli/ yapabilirler bundan eminim.

Türkiye, kendi enerji piyasasına kendi yatırımcısı, imalatçısı, akademisyeni, müteahhitlik hizmetleri ile sahip çıkmalı. Müteahhitlik hizmetleri bile yabancılara

(Çinlilere/ Hintlilere/ Korelilere) gitmeye başladı. Çok endişe verici bir durum. Enerji piyasamız sahipsiz kalmamalıdır.

Bugün enerji sektörümüzün en önemli projeleri "Afşin Elbistan" projeleridir. Türkiye linyit kaynaklarının nerdeyse yarısı Afşin-Elbistan'dadır. A ve B gurubu olarak herbiri yaklaşık 1400 MWe kapasiteli çok büyük kapasiteli termik santraller kurulmustur.

A santrali projelendirme kapasitesinde çalışamamıstır. Dünya Bankası raporlarına göre ancak yaklaşık 500 MWe cıvarında devamlı azami yükte üretim yapabilmiştir.

Çünkü yanma sistemi yanlıştır. Bu kömür bu hali ile "Pülverize kömür" sistemi ile yanmaz, yanmıyor. "Indirect firing/ dolaylı yakma" sistemi denen denenmemiş yöntem uymadı. Dünyada çok az örneği var. Bizdeki uygulama belki de en ilklerden. Piyasada mevcut termik santral yazılımlarına bu kömür analizlerini girin, pülverize kömür kullanımı konusunda uyarı mesajı alırsınız.

Hepimizin çok iyi bildiği gibi Afsin Elbistan Linyitlerimizin %55'i su/nem/ rutubet, %20si kül, %1.5-4 arası Kükürttür. Alt ısıl değeri 1150 Kcal/kg ortalamadır.

Afşin Elbistan Santralindeki buhar kazanlarının en önemli özelliği düşük kaliteli, yüksek nem ihtiva eden yerel linyiti yakabilmek için projelendirilmiş olmasıdır.

Bu projelendirme ne derece sağlıklıdır, çok iyi incelemek gerekir. Kömür bunkerlerinden kömür değirmenlerine gelen kömür burada öğütülerek sıcak baca gazı ile kurutulmakta ve kömür tozu karışımının bir bölümü direk kazana verilirken bir bölümü de elektrostatik filtrelere gönderilmektedir. Bu filtrelerde kuru kömür tozu tutulmakta gaz ve buhar karışımı atmosfere atılmaktadır. Elektrofiltrelerden çıkan kuru toz kömür ısıl değeri yükseltilmiş yakıt olarak kazana verilir, bu miktar toplam kömür miktarın yaklaşık % 30'unu oluşturmaktadır. Sistem belki kağıt üzerinde tamam, ama 20 yıllık uygulama bize olayın hiç te öyle kolay olmadığını söylüyor.

Bilgisayar yazılımları, ayrı kurutma yolu ile ısıl değer yükseltilmesini veya CFB / IGCC uygulamalarının daha uygun olacağı-uyarılarını verirler. CFB Circulating Fluid Bed/ Döner Akışkan yatak veya IGCC Intergrated Gasification Combined Cycle/ Entegre gazlaştırma kombine çevrim sistemleri uygulanmalı- diyorlar.

20 yıl önce pulverize yakma sisteminden başka çözüm yoktu. Şimdi başka iki denenmiş çözüm daha ortaya çıktı. Mevcut "Pulverize kömür" sistemi ile devamlı calisabilmesi icin kömür kalitesi yükseltilmeli, temizlenmeli-ayıklanmalı- su/nem/ rutubet oranı azaltılmalı. Bunlar yapılabilir.

Afşin Elbistan da hemen hemen aynı yanma sistemi ile B santrali kuruldu. İnşaat geçen sene bitti. İki (2) yıllık deneme calismasi yapiyor. Deneme çalışması dönemi kesintili devam ediyor. Çünkü santrale kömür verilemiyor.

Kömür verilemeyen bir santral yapildi. Yabancı müteahhit memnun. Santral oldugu yerde duruyor, kömür sistemi yok. Yeni ihale ile santrale kömür verecek sistem inşaa ediliyor. Istanbul da Olimpiyat stadyumu yaparsınız, ancak oraya ulaşmak için yol yapmazsiniz. Olay aynen böyle. Kömür taşıma hatlarını yaparsanız - santrale kömür getirseniz bile santralin uzun dönem kesintisiz çalışması yine şüpheli. Neden??? Çünkü Afşin Elbistan kömür santralimizde Tüvenan- yani topraktan olduğu gibi kazılıp çıkarılan kömür, tüm taş-toprak- yanmaz maddeler ile beraber santrale gönderiliyor. Tüvenan kömürde yanma öncesi bir ön ayrım yok. Kömür havzalarında öncelikle kömürün temizlenmesi- ayıklanması-zenginleştirilmesi gerekir.

Afşin A santral gurubu işletmesinde plansız/ acil devreden (forced outage) 1995-1999 a kadar kayıtlarda 300 ün üzerindedir. 2000-2003 yılları arasında inişli çıkışlı bir seyir izliyor, 2003 değeri 220. 2004 ve sonrası bilgiler henüz kamu oyu ile paylaşılmadı.

Afşin Elbistan-A santrali, tesis işletmecilerinin fedakar çalışmaları ile devrededir.

Plansız devre dışı olma (forced outage) ortalaması diğer ülkelerde yılda en fazla tek basamaklı rakamlardadır.

Ayrıca %55 ve üzeri nem, %20 kül içeren düşük kalorili (1150 kcal/kg LHV) linyitler icin önerilen akışkan yatak yakma teknolojisinin, külün kimyasal içeriği nedeniyle, isletmecileri

zorlayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Kolay çözüm yok. Uzun/ ciddi /bilimsel araştırma yapmak şart.

CFB teknolojisinin düşük kükürtlü kömürler için cazip olmadığı baz yük santrali olarak tercih edilmediği verileri vardır. Bu teknoloji sıvı kömürle karişik yakitlarda tercih edilmekte bunlarda 5 -10 Mw lik Çöp santrali benzeri tesisler olmaktadır. Çünkü bu tip yakıtlar yanma odasına çamur gibi verilmekte, kül olmadığından erozyon önlenmektedir.

Ayrıca kömürdeki nem, bacagazı miktarını artırdığından özellikle yanma odasi boyutlarını ve dolayısiyla maliyeti de hayli yükseltmektedir. Nemi ve kalorisi düşük kömürlerde yardımcı /ek yakıt tüketiminin artması bizim linyitlerin tutuşma noktalarının çok yüksek olmasından kaynaklanmaktadir

Yüksek oranda nemli Afşin linyitlerinin, kül ergime noktaları diğer yaslı kömürlere göre çok düşük 1000-1050 C dır, bunlar laboratuvar analizi ile alınan değerler yani yeterli hava ile karıştırılarak yakılan kömür külünün ergime sıcaklığı, buna işletme koşullarındaki inert ortamı eklediğinizde bu sıcaklik daha da düşecektir yani kül 900-950 derece santigratta eriyip yatağa yapışacaktır Daha sonra mekanik temizleme dışında çözüm kalmayacaktir.

CFB uygulamaları için ciddi akademik araştırma/ büyük ölçekli deneme yatırımları yapılmalıdır. Bu deneme çalışmaları yapılmadan yabancı teknoloji uygulamaları bizi başarısızlığa götürür. Elde çalıştırılamayan atıl santraller kalır.

IGCC (Entegre Gazlastirma)'da ; maliyet ve düşük kalori nedeniyle çok miktarda kömür işleme mecburiyetinden ciddi dezavantaj olabilir. Ancak bu teknoloji cok gelismekte ve çevre kosullarına en uygun ve en garantili ve guvenli isletme olanağı sunmaktadir. Çünkü turbine verilen gaz yakıt degerleri düzgün ve kararlıdır.

Elektrik Üretimi A.Ş. (EÜAŞ), Afşin bölgesindeki A ve B termik santrallarından sonra iki yeni santralın kurulması için bir süre önce ihale ilanına çıktı.

Santrallar, en az 1200 MW kurulu gücünde olacak ve mevcut A ve B santralları ile birlikte bu bölgede yılda 30 milyar kWh elektrik üretilebilecek. 30 yıllık işletme süresince C ve D santralları için toplam 400 milyon ton kömür tüketilecek.

Her iki santralın inşaatında toplam 15 bin kişinin çalışması, işletmesinde ise 8500 kişinin istihdam edilmesi planlanıyor.

Ancak en son ihalede çok sayıda firma ilgi gösterip ihale şartnamesi almalarına rağmen teklif verebilen firma olmadı. Şartname şartları değiştirilerek ihale tekrarlanacak.

Afşin-Elbistan C ve D Termik Santrallerinin Kurulup İşletilmesi İhalesinin, 'Teklif Edilen Fiyat' düzenlemesi yapılmadığı için iptal edildiği öğrenildi.

Yaklaşık 30+ adet şartname alınan ihalede, şirketlerin üretecekleri elektriği devlete satması için gereken 'teklif edilen fiyat üzerinden satış' düzenlemesinin şartnameye konulduğu ancak düzenleme yasada bulunmadığı için hiç teklif alınamadığı ortaya çıktı.

İhaleye çıkan Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ), yasada olmayan düzenlemeyi şartnameye koyarak sorun yaşanmayacağı yanılgısına düştü. Şartnamenin, elektriği satın alacak olan Türkiye Elektrik Ticaret Taahhüt Anonim Şirketi (TETAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi'ni (TEDAŞ) bağlamayacağını gören şirketler, yapacakları yatırıma karşı elektrik fiyatı belirsizliği nedeniyle zarar edebileceklerini görünce ihaleye katılmaktan vazgeçtiler. Böylece bölgede Türkiye'nin elektrik üretiminin yüzde 18'i oranında yeni üretime kapı açacak, en az birkaç milyar dolarlık yatırım gecikmiş oldu.

Afşin-Elbistan C ve D santrallarının kurulması için 22 Ağustos 2006'da ihale süreci başlatıldı. Her biri 680 milyon tonluk rezervi olan Afşin-Elbistan C ve D sahaları redövans karşılığı verilecekti. Bu sistemle bölgeden çıkan kömürü uygun bir ücret karşılığında kullanacak olan yatırımcı şirket, santral kurup 30 yıl işletecek, yatırımı 5 yıldan önce tamamlarsa redövans ücretinde yüzde 50 indirime gidilecekti. Şirkete 15 yıl elektrik alım garantisi (ürettiği elektriğin devlet tarafından alınması) verilecekti. Minimum 1200'er MW kurulu gücünde santral yapılacak olan C ve D sahaları ihalesinde 23 Ocak 2007'de teklifler alınacaktı. İhalede, en fazla elektrik veya

elektrik karşılığı para veren ile erken bitirme taahhüdünde bulunan şirket kazanacaktı.

Yatırımın büyüklüğü sektörün önde gelen şirketlerini ihaleye çekti. İlk etapta C'nin yapımı için 19, D'nin yapımı için 15 şirket şartname aldı. Ancak ihale bir türlü gerçekleştirilemedi. EÜAŞ, şirketlerin talebiyle son teklif verme tarihini ertelediğini açıkladı. Son olarak ihalenin 31 Temmuz'da yapılması kararlaştırıldı. Ancak 35 şartname satılmasına karşın, ihaleye hiçbir şirket katılmadı.

EÜAŞ, şirketleri daha fazla olanak/kar istemekle suçlarken, şirketlerin teklif vermemesinin ardında, fiyat düzenlemesi için şartname-yasa karmaşası yaşanmasının bulunduğu öğrenildi. İhaleye katılmak isteyen şirketler, ihalede teklif edecekleri fiyat üzerinden, elektriği satacakları TETAŞ ve TEDAŞ'a gidip anlaşma yapacaklardı.

Şartnamede, bunun için, "teklif edilen fiyat" düzenlemesi yapılmıştı. Ancak ilgili yasal düzenlemede bu ibarenin olmadığını fark eden şirketler, TETAŞ ve TEDAŞ'ın teklif edilen fiyat üzerinden kendileri ile anlaşmak zorunda olmadığını anladılar. Bu durumda, şirketler ihalede birkaç milyar dolarlık yatırımı göze alacak, ancak TEDAŞ ve TETAŞ ile anlaşamazlarsa elektrik fiyatı nedeniyle zarar etme tehlikesi ile karşılaşacaklardı.

EÜAŞ ise bu sorun için, "Şartnameye koyduk" yanıtını vermekle yetindi. Bu nedenle sektörün önde gelen şirketlerini de içeren katılımcılar ihaleye teklif vermediler.

Ayrıca yatırımcıların kömüralanları üzerindeki otuz dolayındaki köy ve mezrayı başka alanlara taşımaları, kömür alanının üzerinden geçen nehrin mecrasını alan dışına almaları gibi ek işler var. Yabancı ve yerli yatırımcı, köy ve mezraların naklinin nehir mecrasının alan dışına alınmasının faturasını karşılayabileceklerini fakat bu işlerin özel sektör tarafından yapılmasının mümkün olamayacağını söylüyorlar.

Bu santrallar üretime geçse bile elektriği ülkenin batısına taşıyacak iletim hatlarını devletin ne zaman yapacağı belli değil. İhale şartlarının düzeltilmesi, yeni ihalenin açılması zaman kaybına yol açıyor. İhale sonuçlansa bile yatırımın tamamlanarak üretimin başlaması için en az 5 yıla ihtiyaç var.

Şimdi ihale evrakında yenilemeler yapılıyor. Yeni ihale evrakı ticari şartlarinda TETAS taraf olacak ve Elektrik Satiş Anlaşması imzalayacak- deniyor. Kamulaştırma ve Hurman nehir yatağı değiştirmelerini kamu yapacak, yeni yüksek gerilim iletim hatları yatırımı da kamuya ait olacak- diye duyum alıyoruz.

Öte yandan Afşin Elbistan bölgesinin ilk termik santralı olan Afşin-Elbistan A Termik Santralı Dünya Bankası'ndan (DB) sağlanan 280 milyon Euro'luk kredi ile rehabilite edilecek. Şu anda iki üniteyle çalışan santral böylece 4 ünite yani tam kapasite ile çalışabilecek. Ancak değişen birşey yok. Aynı yanma yeknolojisi devam ediyor. Eskiyen ekipmanlar, borular, malzemeler değişecek, hepsi bu kadar. Halbuki yanma sistemi biliyoruz ki yanlış.

Bu özel yerli kömürü hangi yakma sistemi ile hangi kapasitelerde inşaa edilmis santrallerde yakilacağı hakkında da bilimsel çalisma yapmak gerekir

Mevcut kömürün kalorifik değeri nasil zenginlestirilmeli?? Yükseltilmeli?

Hangi yakma teknolojisi kullanilmali?

"Biz bunu yakarız" diyen yabanci firmalar bu kadar çalışma sonunda inşaa ettikleri A santralinde kesintisiz düzgün çalıştırmayı yapamadılar.

B santralinde de aynı yakma teknolojisi var. Henüz Kesin Kabul yapilmadi.

Mevcut Afsin- Elbistan komuru buhar kazanlarına gönderilmeden once, sahada zenginleştirilmeli, yanmaz maddelerden temizlenmeli, hatta icindeki su oranı düşürülmeli.

Bunlar yapilmayacak seyler degil. Baskasinin ürettiği teknoloji ile bu iş olmaz.

TUBITAK Afşin Elbistan'da Linyit Araştırma Merkezi kurmalıdır.

Her ülke kendi yerel yakıtı- yerel kömürü için kendi termik santrallerini kendi yerel sirketleri ile kurmak zorundadır. Bu iş

yabancılara bırakilmayacak derecede önemlidir.

Dışa bağımlı yakıt miktarını azaltmalıyız, yani enerji arz güvenliği riskini azaltmalıyız, yani doğalgaz, ithal kömür kullanımını, dış alımını azaltmalıyız.İthal kömür yakıtlı yeni santraller lisans verilmemelidir.

Enerji verimliliğimizi artırmalıyız.

Daha çok yerli kaynaklarımıza yönelmeliyiz, doğalgaz/ ithal kömür ithalini/ kullanımını azaltmalıyız,

daha çok rüzgar santrali, yenilenebilir enerjiler, hidrolik santraller, yerli linyit/kömür kullanan Kyoto Protokolüne uyumlu termik santraller yapmalıyız, kendimiz tasarımını yapmalı, kendimiz imal etmeli, kendimiz monte etmeli, kendimiz çalıştırmalıyız

En yeni yazılım ve donanımları kullanarak tasarımları kendimiz yapmalıyız

Daha çok yerli imkanları, yerli mühendisliği, yerli tasarımları kullanmalıyız

Termik santrallerdeki CO2 emisyonları azaltmalıyız,. Bugün olmasa bile, zaman içinde gelecekte emisyonların azaltılmasını öngören Kyoto protokolü ve benzeri uluslararası anlaşmalara taraf olma zorunluluğumuz var.

Genç mühendislerimize daha çok MSc/ PhD/ Post-Doc imkanları vermeliyiz, yerli teknolojilere/ yerli yakıt kullanımı için akademik araştırmalara daha çok fon ayırmalıyız

TUBITAK Marmara MAM benzeri araştırma kuruluşlarımızın sayısını artırmalıyız. Mesela AfsinElbistan da Linyit/Kömür Yakma Teknolojileri, Alaçatı da Rüzgar Santralleri, Ege Bölgesinde Jeoterrmal Enerji,Güney Doğu anadolu Bölgesinde Hidrolik Enerji Araştırma Merkezleri kurmalıyız.

En son olarak diyebilirim ki, KahramanMaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makina/ Maden/ Kimya/ Elektrik/ Çevre Mühendisliği bölümleri kuruluş çalışmalarını acilen tamamlamalı,

bu iş için gerekli bütçe / akademik personel kadroları mutlaka/acilen verilmeli, lisans ve lisans üstü öğrenci almalı ve Afşin Elbistan Linyit sahalarının yurt çıkarlarına uygun en iyi şekilde değerlendirilmesi için teknolojik altyapı oluşturmalı,

akademik makaleler yayınlamalı, TÜBİTAK fonlarından yararlanmalı, teknik/ akademik personel yetiştirmeli ve her yönü ile konuya tam sahiplenmelidir.

Ankara, 19 Ekim 2007

Akışkan Yataklı Yakma Teknolojisi

Bekir Zühtü Uysal

Gazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü ve Temiz Enerji Araştırma ve Uygulama Merkezi

ÖZET

Teknolojik gelişmeye paralel olarak kabarcıklı, sirkülasyonlu ve basınçlı akışkan yataklı yakma sistemlerinin genel özellikleri incelenmiş ve alışılmış diğer sistemlerle karşılaştırılarak, avantajları belirtilmiştir. Akışkan yataklı kazanlardan olan SO_2, NO_x ve yanmamış gazların emisyonları ve bunları yanma esnasında önleme metotları değerlendirilmiştir. Ayrıca akışkan yataklı kazanların ekonomik yönden değerlendirilmesi de yapılmıştır.

FLUIDIZED BED COMBUSTION TECHNOLOGY

ABSTRACT

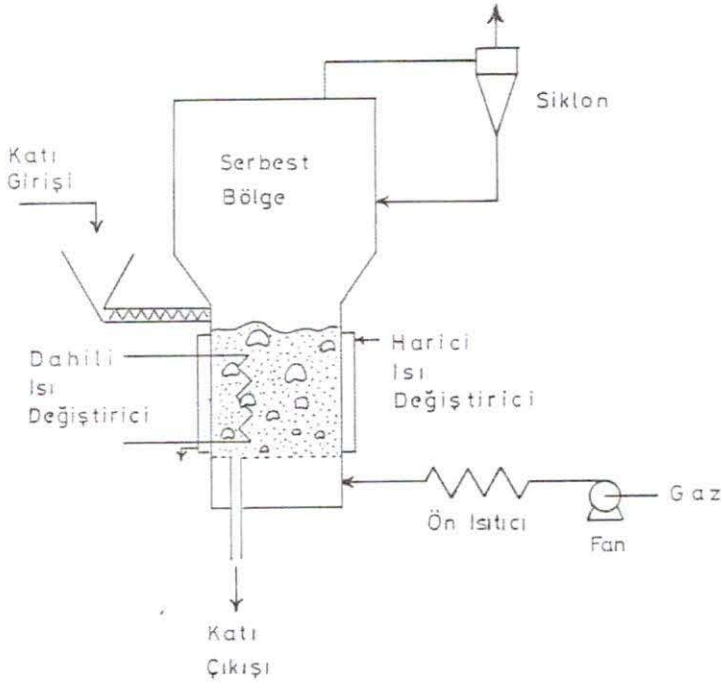
General features of bubbling, circulating and pressurized fluidized bed combustion systems are reviewed in accordance with the sequence of developments in fluidized combustion technology. Their advantages over conventional combustion systems are emphasized. Emission control methods for SO_2, NO_x and unburned gases from fluidized combustors are assessed. An economical evaluation of fluidized combustors is also made.

GİRİŞ

Akışkan yatak (AY) teknolojisinin enerji ile ilgili konulardan kömür gazlaştırılmasında Winkler prosesi ile 1922'de ilk önemli uygulamasından yıllar sonra, 1960'lı yılların başlarında yanma işlemine uygulanması yolunda araştırmalar başlamıştır. Yüksek kaliteli fosil yakıtların azlığı ve pahalılığı, ayrıca yanma gazlarının atmosfere bırakılmadan önce hava kirliliğini azaltıcı yönde önlem alınması hususunda zorunlulukların getirilmesi AY'ta yanmaya ilginin giderek artmasına neden olmuştur.

Akışkan yataklı kazanlarda (AYK) kömür 750-950 °C arasında yakılır. Esas yatak maddesi olarak kum veya kül gibi inert partiküller kullanılır. AYK'ların genel avantajlarının ve gene küçük kömür partikülleri yakan pülverize kazanlardan (PK) üstünlüklerinin belirtilmesi için Şekil 1'de görülen kabarcıklı akışkan yatak (KAY) dikkate alınabilir. Dağıtıcıdan geçen hava yatak içinde kabarcıklar oluşturur ve yatak içindeki katı tanecikleri kaldırıp, yatağa kaynayan sıvılara benzer bir görüntü kazandırır. Başlangıçta 500 °C'ye kadar ön ısıtmaya tabi tutulan akışkan yatağa (AY) bundan sonra beslenen herhangi bir yanabilir madde bu sıcaklıkta tutuşup yanmaya başlar. Kömür yakan AYK'larda kömür yatak içindeki konsantrasyonu genellikle % 0,5 civarında tutulur ve % 5 'i hiçbir zaman geçmez. Yanma sonucu çıkan enerjinin yatak içine daldırılmış

borularla veya duvardaki soğutma jeketleri ile uzaklaştırılmasıyla yatak sıcaklığı kontrol edilebilir. Bu enerjiden sıcak su veya buhar veya sıcak gaz elde etmek için yararlanılabilir. AY içinde gaz kabarcıkların sebep olduğu türbülanslı hareket ve şiddetli karışım üniform sıcaklıklı bir ortam oluşmasını sağlar. Yatakta kullanılan katı taneciklerin ısı kapasitesi de kazana ısıl kararlılık sağlar. Bunun sonucunda da diğer tip kazanlardan farklı olarak kullanılan yakıtın özellikleri AYK'ın kararlı performansına çok etkili olmaz. Başka bir deyişle, AYK'lar çok değişik yakıtları aynı kararlı proses şartlarında yakabilme özelliğine sahiptirler.



Şekil 1. Kabarcıklı akışkan yataklı kazan

Akışkan yataklı kazanlarda (AYK) yanmanın, çok sıcak noktalar oluşmadan düşük sıcaklıklı üniform bir ortamda başarılabilmesi önemli bir avantajdır. Düşük sıcaklıkta kül ergimesi problemi yoktur. Böylece ısı transfer yüzeylerinde erozyon önemli ölçüde azdır. Halbuki günümüzde ülkemizde bulunan termik santrallerin büyük bir kısmında kullanılan pülverize kazanlarda (PK) yaklaşık 1500 °C'deki alev sıcaklığında oluşan sinterleşmiş kül taneciklerinin sebep olduğu erozyon çok önemli bir problemdir. Bundan başka, PK'larla mukayese edildiğinde AYK'lardaki düşük sıcaklıklarda korozyona neden olan ve kömürün içinde mevcut olan alkali metallerin, silikanın ve vanadyumun daha az buharlaştığı görülür (1). Ayrıca, daha sonra da tekrar değinileceği gibi düşük sıcaklıklarda yanma NO_x emisyonunu da azaltır.

AY içine daldırılmış ısı transfer yüzeylerinde elde edilen ısı transfer katsayıları (300-500 $W/m^2.K$), diğer kazanlardaki gaz ve borular arasındaki ısı transfer katsayısından çok daha büyüktür (2-5). Bu da konvansiyonel kazanlara göre AYK'larda daha küçük ısı transfer alanının yeterli olmasını sağlar.

Yüksek sıcaklık dolayısı ile sinterleşmiş kül ve buharlaşmış alkali metallerin neden olabileceği erozyon ve korozyondan dolayı PK'dan çıkan baca gazlarının gaz türbinlerinde kullanılması çok sakıncalı olmasına rağmen, özellikle basınçlı AYK'lardan çıkan temiz baca gazları enerji üretimi için gaz türbinlerinde rahatlıkla kullanılabilir.

KABARCIKLI AKIŞKAN YATAKLI KAZANLAR (KAYK)

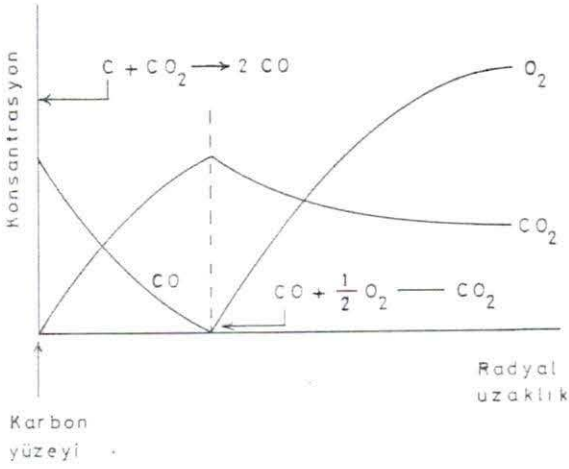
Şekil 1'de şematik olarak gösterilen sistem KAYK'a aittir. Yatak derinliği genellikle 70-110 cm arasındadır. Akışkan yatak içinde gazın hızı genellikle 1-3 m/s'dir. Bu da yatak maddesi partikülleri için gerekli minimum akışkanlaştırma hızından (U_{mf}) büyüktür. Yatak içinde kabarcık kümeleri yukarıya doğru yükselirken türbülanslı bir ortam ve iyi karışım sağlarlar. Yatak maddesi olarak genellikle 500-1500 μm boyutunda kum veya külle işleme başlanır. Zamanla bunun bir kısmı oluşan yeni kül ve SO_x emisyonunu önlemek için katılan kireçtaşı veya dolomit gibi maddelerle yer değiştirir. Kullanılabilecek maksimum kömür boyu 25 mm kadardır. Bu da PK'larda kullanılan boyutun yaklaşık üç yüz misli kadardır.

Akışkan yatağa (AY) beslenen kömür taneleri ilk olarak uçucu maddelerini kaybederler. Bunun sonucu olarak AY içinde kömür taneleri yanarken AY üzerindeki serbest bölgede de uçucu maddelerin yanması devam eder. Kullanılan kömürün cinsine bağlı olarak uçucu maddelerin yanması toplam yanma enerjisinin % 40'ına varan kısmını sağlayabilir. AY içinde kabarcıklardaki hava emülsiyon fazındaki kömür tanecikleri ile temas etmeden serbest bölgeye ulaştığında, uçucu maddenin yanması için gerekli oksijeni de sağlar. Uçucu maddelerin ilk anda çıkması sonucu, beslenen kömür tanelerin önce yatak üzerine doğru çıkmaya eğilimi vardır. Daha sonra AY içindeki şiddetli karışım nedeniyle tüm yatak içinde homojen olarak dağılımı sağlanır. Uçucu maddelerin yanması sadece 10 saniye kadar kısa bir süre içinde olur (6,7). Halbuki 1,5 mm'lik bir kömür tanesinin 800 °C'de tam yanması 1000 saniye kadar bir zaman alır ve bu da AY içinde olur. Emülsiyon fazındaki bu kömürün yanması için gereken oksijenin büyük bir kısmı, önce kabarcık fazından emülsiyon fazına geçmeli ve daha sonra kömür yüzeyine ulaşmalıdır. Başka bir deyişle, kabarcık fazından emülsiyon fazındaki kömür tanelerinin yüzeyine kadar oksijen transferi için çok önemli kütle transferi (difüzyon) direnci vardır. Bunun sonucu olarak yaklaşık 800 °C'nin üzerinde KAYK'da yanmanın esas olarak difüzyon kontrolünde olduğu söylenebilir. Yanma aşaması ise, genel olarak kabul edilen mekanizmaya göre kömür taneciği yüzeyinde önce CO'in oluşması ve sonra CO_2'e oksitlenmesi şeklinde düşünülebilir. (Şekil 2)

Yanma sonunda kritik bir boyun altına küçülen veya tamamen küle dönüşen kömür tanecikleri yataktan serbest bölgeye ve oradan da dışarıya taşınırlar. Bunların bir kısmı çıkışta siklon tarafından tutulup geri döndürülebilir. Yanmanın oksijenin difüzyon direnci ile kontrol edilmesine rağmen, AYK'a giren O_2'in %90'ından yararlanılması mümkündür. Havanın yatak içindeki kalış süresi ancak birkaç saniye ile ölçüldüğü halde, kömür taneciklerinin AYK'da kalış süresi birkaç dakika mertebesindedir.

KAYK'larda yatağı meydana getiren tanecikler daha önce de bahsedildiği gibi kül ergime sıcaklığından daha düşük sıcaklıklarda tutulmalıdır. Buna ilave olarak, asit gazların emisyonlarının azaltılması maksadıyla 950 °C'den düşük sıcaklıkta çalışmak gerekir. Bundan dolayı KAYK'lar 750–950 °C arasında çalıştırılırlar. Çıkan enerjiyi sistemden uzaklaştırmak için kullanılan ısı transfer borularının bir kısmı AY içine, bir kısmı da yukarıda serbest bölgeye yerleştirilebilir. AY içinde kullanılan borular yaklaşık 6-10 m^2/m^3 yatak hacmi mertebesindedir. Elde edilebilen ısı transfer katsayıları 300-500 $W/m^2.K$ arasındadır (8-10).

Radyasyon ile olan ısı transferi tüm diğer kazanlarda olduğu gibi önemlidir. Büyük KAYK' larda kazanılan enerji miktarı 10^6 W/m^3 kazan hacmi mertebesindedir.

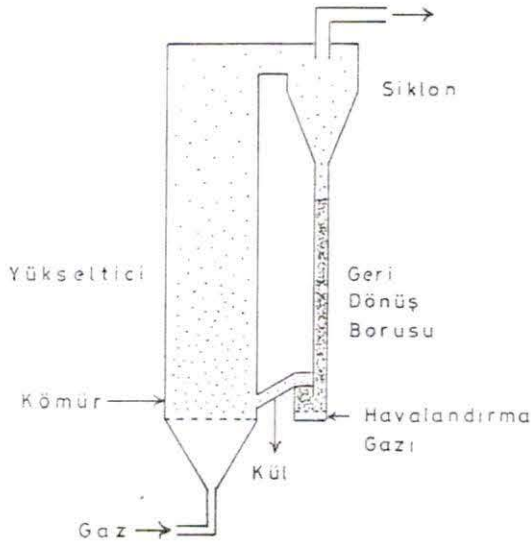


Şekil 2. Akışkan yatakta kömürün yanma mekanizması için difüzyon kontrollü çift film modeli.

SİRKÜLASYONLU AKIŞKAN YATAKLI KAZANLAR (SAYK)

Akışkan yatak içinde yukarıya doğru olan hava hızı arttırıldığında sirkülasyonlu akışkan yatak (SAY) şartlarına (hızlı akışkanlaştırma) ulaşılır (Şekil 3). Burada havanın hızı 5-10 m/s mertebesindedir. Böyle yüksek hızlarda yataktaki tüm partiküller hava ile yukarıya doğru taşınırlar. KAY'lardaki gibi bir yatak yüzeyi tanımlamak artık mümkün değildir. Katı tanecikler tüm yanma hacmini (yükseltici boru) doldurur ve sıcak yanma gazı ile kazandan dışarıya, siklonlara taşınırlar. Siklonlarda baca gazından ayrılan tanecikler geri dönüş borusu ile tekrar yükseltici esas gövdeye geri döndürürler. Bu arada, esas yanma bölgesi olan yükselticide tam yanmayı tamamlayamamış kömür tanecikleri, geri dönüş borusundaki daha uzun kalış süreleri boyunca da yanmaya devam edebilirler.

Her ne kadar SAYK'ın mümkün olabilecek en küçük tanecik boyu ile çalıştırılması tercih edilmesi gerektiği halde, kullanılan siklonların katı partikül toplama verimi, SAYK' larda kullanılabilecek tanecik boyutunu belirleyen en önemli faktördür. Bu sınırlamadan dolayı SAYK'larda ortalama olarak ancak 200–300 μm boyunda tanecikler kullanılabilir. Çapı 10 m olan bir siklonun %50 verimle toplayabildiği karakteristik partikül boyu 50–60 μm olduğundan ve siklon çapı arttıkça bu tutulabilen partikül boyu da hızla arttığından, genellikle tek büyük bir siklon yerine çok sayıda küçük çaplı siklon (multi siklon) kullanılması tercih edilir.



Şekil 3: Sirkülasyonlu akışkan yataklı kazan

KAYK ile SAYK karşılaştırıldığında en çarpıcı farklılığın yanmanın olduğu yerdeki ve siklonlardaki katı maddelerin miktarları olduğu görülür. KAYK'larda katı taneciklerin hemen hepsi yatak içinde olmasına ve siklondan yatağa geri döndürülen katı miktarı yatak içindekine göre az olmasına rağmen, SAYK'larda siklonun altındaki geri dönüş borusunda hızlı akışkanlaşmanın olduğu yükseltici kısımdan çok daha fazla katı tanecik vardır. Yükseltici kısımda katı partiküllerin hacim oranı %10'a kadar arttırılabildiği halde genellikle %1 civarında tutulur. Taneciklerin düşük basınçlı bölgeden yüksek basınçlı bölgeye transferini sağlayan, siklonun altındaki geri dönüş borusunun doğru tasarımı bu operasyonun başarısını sağlayan en önemli faktördür. Bu kısım Şekil 3'te görüldüğü gibi genellikle düşük hızlı gaz ile yoğun KAY şartlarında tutulur.

Havalı taşımanın klasik problemi olan "boğulma", SAYK'ın yükselticisinde de karşılaşılabilecek bir hadisedir ve önemle dikkate alınmalıdır (11). Belirli hızda ve şartlardaki bir gaz akımının içinde asılı tutulabilecek belirli bir maksimum katı konsantrasyonunun olduğu ve katı miktarının bu "doygunluk taşıma kapasitesinin" üzerine çıktığında katı taneciklerin kabarcıklı yatağa dönüşecek şekilde çökelmeleri "boğulma" olarak tanımlanabilir. Her ne kadar artık bunun sistemde herhangi bir nedenden dolayı olabilecek gaz hızındaki düşmeye, santrifüjlü hava fanının hemen ayak uyduramaması sonunda oluşan ve gaz hızının daha da düşerek sirkülasyonun çökmesine neden olan bir olay olarak da nitelendirilebileceği biliniyorsa da, gene de tasarımda ve işletmede çok dikkatli olmak gerekir (12).

KAYK'larda benzer olarak, SAYK'ta da yanma prosesinin genel olarak kütle transferi kontrolünde olduğu kabul edilir. Ancak SAYK'larda yanmada kinetik direncin etkisinin de kütle transferine ek olarak dikkate alınmasının iyi olacağını bildiren çalışmalar da vardır (13,14).

SAYK içinde yüksek hızlar (5-10 m/s) kullanıldığından, yatak içinde KAYK'taki kadar ısı transfer boruları kullanmak mümkün değildir. Yanma ısısı yan duvarlara yerleştirilen borular veya soğutma jeketleri ile, bunların yeterli olmadığı hallerde ise ek asılı ısı transfer yüzeyleri ile kazandan uzaklaştırılır. Isı transfer mekanizması, kazan içinde hareket eden "tanecik paketçikleri" ile ısı transfer yüzeyleri arasında konveksiyon ve radyasyondur.

Genellikle duvara yakın bölgede bu tanecik paketçikleri büyükçe kümeler veya tabakalar oluştururlar. Bunlar tekrar parçalanmadan önce bir süre duvar boyunca aşağıya doğru kayarlar. Bu mekanizma sonunda elde edilen ısı transfer katsayıları 150–250 $W/m^2.K$ mertebesindedir. Boyları 40-450 μm arasında değişen tanecikler ile yapılan deneyler, tane boyu azaldıkça ısı transfer katsayısının arttığını göstermektedir (3,4,5,15,16).

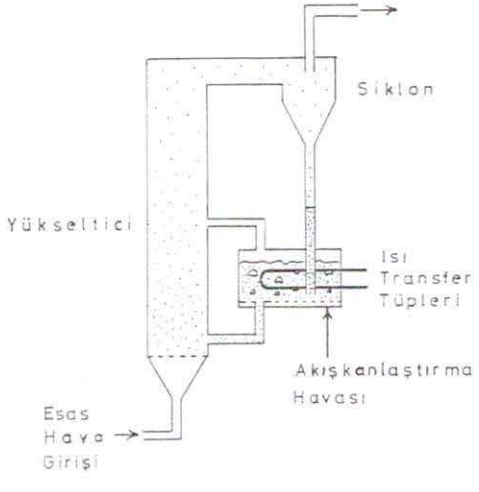
SAYK tasarımında ve büyük kapasitelere uygulamada en kritik hususlardan birisi (yüzey alanı/hacim) oranını makul değerler arasında tutabilmektir. 200 MW gibi büyük kapasiteli kazanlarda 30-40 m yüksekliğindeki yükseltici kısımlar normal sayılır. Bazen Şekil 4'te görüldüğü gibi ilave ısı transfer alanı oluşturabilmek için harici ısı değiştiriciler de kullanılır. Bunlar iç borulu KAY'lara benzer ve doğal olarak SAYK sisteminde sirkülasyonun sağlanmasında hidrodinamik açıdan ilave zorluklar getirir.

SAYK'ların pülverize kazanlara göre hatta KAYK'lara göre kesin üstünlüğü, büyük miktarda sirkülasyonun sürekliliğinden dolayı yanmamış karbon taneciklerinin sistemden kaçması çok daha düşük seviyelerde olmasıdır. Bu normal şartlarda %2'nin altındadır.

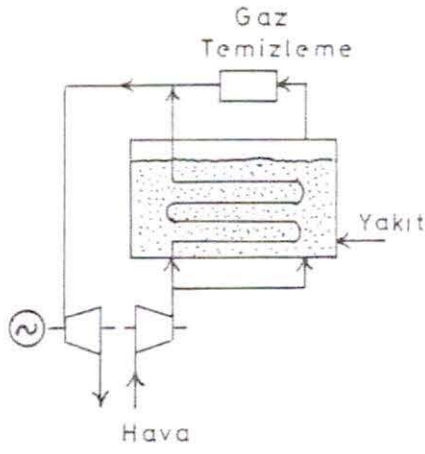
BASINÇLI AKIŞKAN YATAKLI KAZANLAR (BAYK)

Oldukça yeni bir teknik de akışkan yataklı kazanı basınç altında çalıştırmaktır. Burada kazan bir basınç kabuğunun içine yerleştirilir. Yanma kazanının büyüklüğü basınç ile ters orantılı olduğundan, BAYK atmosferik şartlarda çalışan akışkan yataklı kazanlardan daha küçük boyutlardadır. Kullanılan basınç genellikle 10-20 atm arasındadır. Prensipte BAYK, kabarcıklı veya sirkülasyonlu olarak yapılabileceği halde, ilk kurulan BAYK'lar kabarcıklı akışkan yatak olarak tasarlanmıştır. Sirkülasyonlu BAYK'lar ise henüz daha yeni tekniktir.

Yanma enerjisinden faydalanma açısından BAYK'lar çok avantajlıdır. Şekil 5'te görüldüğü gibi çıkan temiz baca gazlarını gaz türbinlerinde enerji üretimi için rahatlıkla kullanmak mümkündür (1).



Şekil 4. Harici ısı değiştiricili sirkülasyonlu akışkan yatak



Şekil 5. Gaz türbinli akışkan yataklı kazan

AKIŞKAN YATAKLI KAZANLARDA EMİSYON KONTROLÜ

Bilindiği gibi yanma işlemleri sonucunda oluşan, atmosferi kirletici gazların emisyonlarını önlemede çok değişik yöntemler uygulanabilir. Bunlar yanma öncesi metotlar, yanma esnasında alınabilecek önlemler ve yanma sonrası (kuru veya yaş) baca gazı temizleme işlemleri olarak sınıflandırılabilir. Ancak bu inceleme akışkan yataklı yakma sistemleri ile ilgili olduğu için, sadece yanma esnasında ve akışkan yatak teknolojisinde ağırlıklı olarak kullanılan yöntemler bu kısımda dikkate alınacaktır. Daha genel olan yanma öncesi yakıt hazırlama ve yanma sonrası işlemlerine burada değinilmeyecektir.

SO_2 Emisyonu

Akışkan yataklı kazanların bütün tiplerinin en önemli avantajlarından birisi, yanma sonucu çıkan SO_2 gazının yanma esnasında yatağa kireç taşı ($CaCO_3$) veya dolomit ($CaCO_3.MgCO_3$) ekleyerek önemli ölçüde tutulmasının sağlanabilmesidir. Bu proseste genel olarak kabul edilen mekanizmaya göre, önce kalsinasyon olur. Örneğin kireç taşı kullanıldığında;

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

Böylece oluşan gözenekli CaO, oksijenli ortamda SO_2 ile reaksiyona girerek kalsiyum sülfata dönüşür.

$$CaO + SO_2 + \tfrac{1}{2} O_2 \rightarrow CaSO_4$$

Bu reaksiyonun kinetiği, reaksiyon boyunca gözenekliliğin değişimi ve en uygun reaksiyon şartları kapsamlı bir şekilde araştırılmıştır (17-19). Termodinamik açıdan düşük sıcaklıklar $CaSO_4$ oluşmasını olumlu yönde etkiler. Deneysel veriler de bu reaksiyon için optimum sıcaklığın 850 °C civarında olduğunda göstermiştir. 900 °C'den yüksek sıcaklıklarda ise SO_2'nin tutulma verimliliği önemli ölçüde azalır.

Literatürdeki çalışmalardan birisinde ise (20), kireç taşının kalsinasyona uğramadan doğrudan SO_2 ile reaksiyona girebileceği belirtilmiştir.

$$CaCO_3 + SO_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2$$

Bu doğrudan reaksiyonun detaylı mekanizması henüz verilemese de, $CaSO_4$'a dönüşüm için optimum sıcaklığın 850 °C'den daha düşük olabileceği belirtilmiştir. Bu da akışkan yataklı kazanlarda düşük sıcaklıklarda yanma avantajına ilave olarak, bu düşük sıcaklıklarda kükürt tutma potansiyelinin yüksek olduğu gerçeğini pekiştirmektedir.

Dikkat edilmesi gereken husus, lokal indirgenme şartlarında kükürdün tutulması tersine dönebilir;

$$CaSO_4 + CO \longrightarrow CaO + SO_2 + CO_2$$

Ayrıca ilk yanma bölgesinde gazlaştırma şartlarında oluşabilecek hidrojen sülfür de CaO ile tutulabilir;

$$CaO + H_2S \longrightarrow CaS + H_2O$$

Yukarıda bahsedildiği gibi 900 °C'den yüksek sıcaklıklarda SO_2'nin kireç taşı ile tutulması azaldığından, bu sıcaklık sınırlamasından dolayı PK'larda SO_2 tutma verimi molar Ca/S oranının 2-3 olduğu hallerde ancak % 40-50 arasındadır. KAYK'larda ise Ca/S oranının 3 olduğu durumda % 90 SO_2 tutulması sağlanabilir. Ancak kullanılan kireç taşının boyutu çok önemlidir. Çok küçük tanecikler kolayca akışkan yataktan taşınıp kaçabilir. Öte yandan büyük taneciklerden ise tam yararlanma mümkün olamaz. Zira, SO_2'nin CaO ile tutulması sonucu oluşan $CaSO_4$'ın molar hacmi CaO'in molar hcminden 2,72 misli daha büyük olduğundan, gözeneklerin tıkanması sonucu bu reaksiyon tanecik yüzeyine yakın yerlerde sınırlanır. SAYK'larda ise daha küçük kireç taşı tanecikleri kullanılabildiğinden ve sirkülasyon sonunda

SAYK içinde kalış zamanı daha uzun olduğundan, KAYK'lardan daha iyi performans elde edilir ve Ca/S molar oranının 1,3-1,5 olduğu hallerde kolayca % 90 SO_2 tutulması sağlanabilir.

SO_2 emisyonunun azaltılması için çaba harcarken, bunun NO_x emisyonunu da etkilediği dikkate alınmalıdır. Zira SO_2 tutulması için kullanılan CaO aynı zamanda NO_x oluşumu için katalist görevi de görebilir. Ayrıca O_2'in fazlalığı her ne kadar $CaSO_4$'a dönüşümü arttıracaksa da, bu NO_x oluşumuna da yardımcı olur. Dolayısı ile SO_2 emisyonu kontrolü ve NO_x emisyonu arasında bir denge kurmak gerekir. Bundan dolayı düşük NO_x emisyonu seviyesi ile birlikte 100 mg SO_2/MJ'den düşük SO_2 emisyonu elde etmek kolay değildir.

Ayrıca belirtilmesi gereken bir husus da, yüksek kül içerikli kömürün akışkan yatakta yanması durumunda, SO_2'nin alkali kül elementleri ile de tutulabileceği ve ilave kireç taşı miktarının belirlenmesinde bu hususun da dikkate alınması gerektiğidir (2,21). Küldeki minerallerin NO_x emisyonu üzerinde katalitik etkisinin olduğu da bilinmektedir (22).

NO_x Emisyonu Yanma sonucu olan NO_x emisyonu genel olarak iki kaynaktan olmaktadır. Bunlardan birincisi yüksek sıcaklıklarda yanma havasının içindeki N_2'in oksitlenmesiyle oluşan ''termal

NO_x'', diğeri ise yakıtın içindeki nitrojenden oluşan yakıt kaynaklı NO_x'tir. Özel bir önlem alınmadığı halde dahi akışkan yataklı kazanlardan (AYK) olan NO_x emisyonu gene önlemsiz PK'dan olan NO_x emisyonundan daha azdır (20). Bu da AYK'larda sıcaklığın daha düşük olmasından dolayıdır. Düşük sıcaklıklarda da termal NO_x oluşumu az olduğundan, AYK'lardan olan NO_x emisyonu esas olarak kömürdeki nitrojenli bileşenlerden kaynaklanmaktadır. PK'lara göre daha avantajlı durumda olmasına rağmen, AYK'lardan olan NO_x emisyonları da kullanılan yakıtın niteliğine ve kompozisyonuna bağlı olarak oldukça yüksek seviyelerde ve önlem alınmadığı bazı hallerde 500 mg/MJ kadar olabilmektedir.

AYK şartlarında (750-950 °C) ve % 20 fazla hava ile yanma sonucu oluşan NO_x emisyonunun genellikle yaklaşık % 90-95'i NO ve gerisinin tamamının NO_2 olduğu kabul edilebilir.

NO_x emisyonunu azaltmak için kullanılan en basit yollardan birisi kademeli yanmadır. Bu metoda göre, stoikiometrik hava miktarının % 50-60 kadarı birincil hava olarak kazanın alt kısmına dağıtıcı eleğin altından verilir. İkincil hava ise kazanın daha yukarısında bir konumda verilir. Böylece kazanın alt kısmında indirgenme ortamı ve üst kısmında ise yükseltgenme ortamı oluşturulur. Kazanın alt kısmında yakıtın uçucu kısmı ortaya çıkar ve ilk tutuşma olur. Bu indirgenme bölgesinde NO_x oluşumu da az olur ve bu da toplam NO_x emisyonunun az olmasını sağlar. Alt bölgede oluşan NO kazanda yukarıya doğru çıkarken, üst tarafta genellikle yükseltgenme ortamı ile karşılaştığı halde özellikle henüz tam yanmamış karbon taneciklerinin yüzeyinde katalitik olarak N_2'e (biraz da N_2O'ya) indirgenme olasılığına sahiptir. Öte yandan

daha önce de bahsedildiği gibi SO_2 tutunması için kireç taşı kullanılıyorsa, AYK'daki CaO aynı zamanda NO_x oluşumu için de katalist olarak etkili olabilir. Ayrıca alt bölgede O_2 azlığından CaO tarafından SO_2 tutunması da negatif yönde etkilenir. Dolayısıyla NO_x emisyonu oluşumu veya kademeli yanma ile NO_x emisyonunu azaltma tekniği oldukça karışık mekanizmalar içerir ve SO_2 emisyonu kontrolü tekniğinden de karşılıklı olarak etkilenirler. Gene de net sonuç, kademeli yanmanın NO_x emisyonunu azalttığıdır. Bu teknik SAYK'larda daha kolay uygulanabilmekte ve daha etkili sonuç vermektedir.

Bütün tip kazanlardan NO_x emisyonunu azaltmada kullanılan diğer pratik bir yöntem ise bilindiği gibi soğutulmuş baca gazının bir kısmının kazana tekrar geri döndürülmesidir (23).

Bu pratik önlemlerle SAYK'lardan olan NO_x emisyonunu (NO_2 bazında) 70 mg NO_2/MJ'e kadar ve KAYK'larda da 150 mg NO_2/MJ'e kadar azaltmak mümkündür.

AYK'lardan olan NO_x emisyonunu azaltmanın etkili bir yolu da SNCR (*Selective Non-Catalytcic Reduction of NO*) adıyla bilinen, katalitik olmayan seçimli indirgeme metodudur. Nitrojen içeren, amonyak (NH_3) veya üre ($H_2N.CO.NH_2$) gibi bir madde kazanın üst kısmına veya siklona veya baca girişinde yanma gazına püskürtülür. Soğutulmuş baca gazları için uygulanan katalitik indirgeme metoduna (SCR - *Selective Catalytcic Reduction)* benzer olarak, nitrojen bazlı bu ilave edilen madde (NH_3) ile NO arasındaki reaksiyon sonucunda NO indirgenerek N_2 elde edilir.

$$4\,NO + 4\,NH_3 + O_2 \longrightarrow 4\,N_2 + 6\,H_2O$$

AYK'larda kademeli yanma ile SNCR tekniği beraber kullanıldığında NO_x emisyonu (NO_2 bazında) 50 mg NO_2/MJ'e kadar azaltılabilir. Ancak baca gazında NH_3 kaçması ve üre kullanıldığında aşağıda izah edilen diğer önemli bir nitrojenli bileşen olan N_2O emisyonlarında artış çözülmesi gereken teknik konulardır.

Son zamanlarda dikkat çeken önemli bir husus da, baca gazında atmosfer kirliliğine yol açtığı kabul edilen NO ve NO_2 gibi nitrojenli bileşenlere ilave olarak N_2O (nitrous oksit) emisyonunun da dikkate alınması gerektiğinin tespitidir. N_2O asit yağmuruna neden olan bir gaz olmadığından, çok yakın zamana kadar baca gazı içindeki atmosferi kirletici gazlar arasında sayılmıyordu. Ancak artık atmosferdeki ozon tahribatına ve yer kürenin ısınmasına neden olan sera etkisine katkısı olduğundan dolayı N_2O emisyonları da dikkate alınmaktadır.

N_2O emisyonu ile ilgili çalışmalar daha yeni olduğundan bunun önlenmesi ve işletme şartlarının etkisi gibi konularda yeterince bilgi birikimi yoktur. Ancak yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde, taş kömürü yanmasının linyit ve turbaya göre çok daha fazla N_2O emisyonuna (50-150 mg/MJ) neden olduğu, AYK'lardan N_2O emisyonunun düşük sıcaklıklarda daha çok olduğu, PK'larda ise yüksek sıcaklıklardan dolayı ancak 5 mg/MJ civarında olduğu anlaşılmaktadır (24).

NO_x emisyonu ile ilgili belirtmeye değer başka bir husus da BAYK'lardaki emisyonun, atmosferik AYK'lardakinden 3-8 defa daha az olduğudur (25,26).

Yanmamış Gazların Emisyonu

Baca gazında görülebilecek tam yanmamış gazlardan en önemlisi karbon monoksittir. CO emisyonu ya karbonun kısmi oksidasyonu

$$C + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CO$$

veya Bouduard reaksiyonu

$$C + CO_2 \longrightarrow 2\,CO$$

sonucu olur. AYK sistemlerinin çıkışına konulan siklonlarda, gazın içinde var olabilecek yanmamış karbon tanecikleri gazdan ayrıldığında yukarıda belirtilen reaksiyonlarla CO oluşumu ihtimali ortadan kalkar ve merkezi girdap içinde CO genellikle hava fazlasından kalan O_2 ile yanıp CO_2'e dönüşme şansına sahip olur. Böylece normal işletme şartlarında baca gazlarında CO miktarı genellikle azdır (50 mg CO/MJ'ün altında). Ancak, nemli, düşük kaliteli ve yavaş yanan yakıt kullanılan düşük sıcaklıklarda yanma işlemleri CO emisyonunun artmasına neden olabilir. Ayrıca yukarıda

bahsedildiği gibi, NO emisyonu kontrolü için yapılan kademeli yanma ve SNCR metodu da kazandan çıkan gaz içinde CO konsantrasyonunun artmasına neden olabilir. İndirgenme şartlarında konsantrasyonu artan CO ise $CaSO_4$ ile reaksiyona girerek SO_2 emisyonunu arttırabilir.

Diğer yanmamış gazların (C_xH_y hidrokarbonlar) ve uçucu organik bileşenlerin (UOB) baca gazındaki konsantrasyonları CO'e göre çok daha azdır. Genellikle bunlar (metan bazında) 10 mg CH_4/MJ değerinden azdır. Aksi halde, yüksek değerler yanma işleminde bir yanlışlığın göstergesi olarak kabul edilir.

Akışkan Yataklı Kazanların Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi

Akışkan yataklı yakma proseslerinin, özellikle SAYK ve BAYK'lar gibi yeni teknolojilerin konvansiyonel PK gibi tekniklerle ekonomik yönden de rekabet edebilmesindeki en önemli etken, SO_2'yi giderme metodundaki avantajıdır. AYK'larda yatak maddesine ilave edilen kireç taşı gibi bir ek madde ile yanma esnasında SO2 emisyonu düşürülebildiği halde, konvansiyonel sistemlerde genellikle kuru veya yaş yanma sonrası SO_2 giderme metodu mutlaka gerekmektedir. Bu husus dikkate alındığında, toplam giderler açısından günümüzde örneğin SAYK'larda konvansiyonel PK'lı ve yanma sonrası desülfirüzasyon prosesli bir sistem arasında çok fark yoktur. Her iki halde de toplam yatırım gereksinmesi 1700 $/kW civarındadır (27, 28). Genellikle toplam giderlerin yarısı sabit giderlerden ve % 30 kadarı da yakıt maliyetinden kaynaklanmaktadır. Gerisi de bakım ve işletme giderleridir. Ancak, baca gazlarından da türbinler kullanılarak enerji üretebilmesi dikkate alınırsa, önümüzdeki yıllarda akışkan yatak teknolojisinin daha yaygın kullanılacağı rahatlıkla söylenebilir. Bunlara ilave olarak, atmosferi kirletici gazların emisyonlarının azlığı bakımından AYK'ların kesin üstünlüğü, artık çevresini düşünen ve temiz enerji üretimi isteyen dünyamızda kullanılacak yakma teknolojisinde AYK'ların yerinin çok önemli olduğunu göstermektedir.

1970'li yıllardan bu yana yakma teknolojisinin yöneldiği SAYK'ların temel işletme presipleri hakkında daha geniş bilgiler ve geliştirilen teknolojilerle, bunların endüstrideki lisansörleri hakkında değerlendirmeler literatürde mevcuttur (28-32).

SONUÇLAR

Yanma işleminin düşük ve üniform sıcaklık ortamında yapılabilmesi ve yakıt kalitesine bağlı olmadan kararlı yanma şartlarının sağlanabilmesi akışkan yataklı kazanların en önemli özellikleridir. Ayrıca, korozyonun, erozyonun ve termal NO_x emisyonunun azlığı pülverize kazanlara göre büyük avantaj sağlar. Yatak maddesine kireç taşı gibi ucuz ve bol bulunan bir madde ilavesi ile yanma esnasında etkin olarak SO_2 emisyonu önleme imkanını verir. Kademeli yanma ve amonyak veya üre ilavesi ile yakıt kaynaklı NO_x emisyonu kontrol etmek mümkündür. Yakma sisteminin özelliğinden dolayı CO ve diğer yanmamış hidrokarbonların emisyonu da çok azdır.

Yanma veriminin iyileştirilmesi ve kazanı terk eden yanmamış kömür miktarının azaltılması çalışmaları sirkülasyonlu akışkan yataklı kazanların geliştirilmesini sağlamıştır. Son çalışmalar ise kazan boyutunun küçültülmesi ve enerji üretiminde gaz türbinlerinin de kullanımına imkan veren basınçlı akışkan yataklı kazanların geliştirilmesi yönündedir.

Akışkan yataklı kazanların ekonomik açıdan da incelendiğinde, emisyon önlemleri alınmış ve baca gazı arıtma tesisine sahip pülverize kazanlarla yaklaşık aynı maliyeti gerektirdiği görülmektedir.

KAYNAKLAR

(1) Yates, J. G., "Fundamentals of Fluidized-bed Chemical Processes", Butterworths, London (1983).

(2) Uysal, B. Z., T. Mutel, N. Tunçman an T. Doğu, "Fluidized Bed Coal Combustion – Emission and Heat Transfer Coefficients", in Fluidization IV, Ed. D. Kunii and R. Toei, p.435, Engineering Foundation – United Engineering Trustees Inc. (1984).

(3) Bucak, O., Ö.M. Doğan and B.Z. Uysal, *"Heat Transfer in Circulating Fluidized Bed Combustor"*, Proceedings of 15th International Conference on Fluidized Bed Combustion, Savannah, Georgia, USA, May 16-19, 1999.

(4) Uysal, B.Z. and Ö.M. Doğan, *"Sirkülasyonlu Akışkan Yatakla Duvar Arasındaki Konvektif Isı Transferi"*, 13. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiri Kitabı, Ed. Ş. Bilir and Ö.E. Ataer, s.279-287, Konya, 2001.

(5) Altun,C., Ö. M. Doğan and B.Z. Uysal, "Partiküllerin Sirkülasyonlu Akışkan Yatakta Isı Transferine Katkısı- ", 14. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiri Kitabı, Ed. İ.Üçgül and B.Z. Uysal , s.217-223, Isparta, 2003.

(6) Atımtay, A., in Fluidization, Ed. J. R. Grace and J. M. Matsen, p.159, Plenum Press, New York (1980).

(7) Zhang, J. Q., H.A. Becker and R. K. Code, "Devolatilization and Combustion of large Coal Particles in Fluidized Bed", Can. J. Chem. Eng., 68, 1010 (1990).

(8) Togay, M., T. Mutel, B. Z. Uysal ve T. Doğu, "Linyitlerin Akışkan Yataklı Kazanlarda Yakılmasının Çevre Kirliliği ve Isı Transferi Açılarından İncelenmesi", VII. TÜBİTAK Bilim Kongresi, s.653 (1980).

(9) Mutel, T., T. Doğu ve B.Z. Uysal, "Akışkan Yataklı Kazanların Isı Transferi, Özellikleri", III. Ulusal Isı Kong., s. 310 (1981).

(10) Mutel, T, B.Z. Uysal ve T. Doğu, "Bed to Immersed Bundle Heat Transfer in a Pilot Fluidized Bed Combustor", 2nd World Cong. Of Chem. Eng. Proc., 3, p.61, Montreal (1981).

(11) Rhodes, M. J. And D. Geldart, "The Hydrodynamics of Re-circulating Fluidized Beds", in Circulating Fluidized Bed Technology, Ed. P. Basu, p.193, Pergamon Press, New York (1986).

(12) Leung, L. S., R.E.J. Wiles and D.J. Nicklin, Ind. Emg. Chem. Proc. Des. Dev., 10, 183 (1971).

(13) Kullendoft, A. and S. Andersson, "A General Review on Combustion in Circulating Fluidized Beds", in Circulating Fluidized Bed Technology, Ed. P. Basu, p.86, Pergamon Press, New York (1986).

(14) Basu, P. and C.D. Ritchie, "Burning Rate of Suncor Coke in Circulating Fluidized Bed", The 8th Int. Conf. on Fluidized Bed Combustion, Houston, Texas (1985).

(15) Grace, J. R., "Heat Transfer in Circulating Fluidized Beds", in Circulating Fluidized Bed Technology, Ed. P. Basu, p.63, Pergamon Press, New York (1986).

(16) Basu, P., "Heat Transfer in High Temperature Fast Fluidized Beds", Chem. Eng. Sci., 45, 3123 (1990).

(17) Zheng, J., J.G. Yates and P. N. Rowe, "A model for Desulphurization with Limestone in Fluidized Coal Combustor", Chem. Eng. Sci., 37, 167 (1982).

(18) Simon, G.A., A. R. Garman and A.A. Boni, "The Kinetic Rate of SO_2 Sorption by CaO", AIChE, 33, 211 (1987).

(19) Milne, C.R., G.D. Sicox, D.W. Pershing and D.A. KircHgessener, "High Temperature, Short Time Sulfation of Calcium-Based Sorbents", Ind. Eng. Chem. Res., 29, 2192 (1990).

(20) Snow, M.J.H., J.P. Longwell and A.F. Sarofim, "Direct Sulfation of Calcium Carbonate", Ind. Eng. Chem. Res., 27, 268 (1988).

(21) Özsaygi, R., B.Z. Uysal and T. Doğu, "Simulation Reduction Of SO_2 and NO Emissions From A Fluidized Combuster", Alternative Energy Sources III., Vol.6, Hydrocarbon Technology, Ed. T.N. Veziroğlu, p.297, Hemisphere Publishing Co., New York (1983).

(22) Yao, M.Y., and D.F. Che, "Catalytic Effecy of Minerals on NO_x Emission from Coal Combustion", Energy Sources, Part A, 29:1005-1016, 2007.

(23) Hiltunen, M., and J.T. Tang, "NO_x Abatement in Ahlstrom Pyroflow Circulating Fluidized Bed Boilers", Proc. 2nd. Int. Conf. on Circulating Fluidized Beds, Compiengne, France (1988).

(24) European Workshop on Nitrous Oxide Emissions, Paris, June 1-2 (1988).

(25) Roberts, A.G., J.E. Stansan, D.M. Wilkins, B. Beacham and H.R. Hoy, Inst. Fuel Symp. Ser., No.1 V.1, D4 (1975).
(26) Hoke, R.C. and R.R. Beatrand, Inst. Fuel Symp. Ser., No.1 V.1, D5 (1975).
(27) AET/UNDP Report on Fluidized Combustion and Air Pollution (1990).
(28) Koornneef, J., M. Junginger and A. Faaij, "Development of Fluidized Bed Combustion-An Overview of Trends, Performance and Cost", Progress in Energy and Combustion Science, 33, 19-55, 2007.
(29) Yerushalmi, J. and A. Avidan, "High Velocity Fluidization", Ch.7., "Fluidization", 2nd ed., J.F. Davidson, R. Clift and D. Harrison, ed., Academic Press, London (1985).
(30) Dry, R.J. and R.D. La Nauze, "Combustion in Fluidized Beds" Chem.Eng. Prog., p.31, July (1990).
(31) Darling, S.L., H. Beisswenger, and A. Wechler, "The Lurgi/Combustion Engineering Circulating Fluidized Bed Boiler Design and Operation", in Circulating Fluidized Bed Technology, Ed. P. Basu, p.297, Pergamon Press, New York (1986).
(32) Engstrom, F. and J.Sahagian, "Operating Experiences With Pyroflow Circulating Fluidized Bed Boilers", in Circulating Fluidized Bed Technology, Ed. P. Basu, p.309, Pergamon Press, New York (1986).

EÜAŞ Afşin-Elbistan Linyitleri İşletmesi Rekültivasyon Çalışmaları

Hanifi GÜLDOĞAN
EÜAŞ Genel Müdürlüğü, Maden Müh.

ÖZET

3.4 milyar ton linyit rezervine sahip Afşin-Elbistan kömür havzasının ilk açık işletmesi olan Kışlaköy Açık İşletmesi ile toplam 582 milyon ton linyit üretimi ve 1.6 milyar m^3 dekapaj kazısı planlanmaktadır. Söz konusu kazı klasik düşünce ile yapılmış olsa idi 2400 ha'lik bir alanda doğa tamamen tahrip edilmiş olacaktı. Bu kazı sonucunda ortalama 102m derinliğinde büyük bir çukur ve 1,6 milyar m^3'lük bir toprak harmanı oluşacaktı. Ülke ekonomisi için önemli olan enerji üretilirken doğa da tamamen tahrip edilecekti. Bu olumsuz durumu ortada kaldırmak için hazırlanan rekültivasyon planına göre işletmenin 800 hektarlık dış döküm alanının ağaçlandırılmasına ve iç döküm sahasının ise tarım arazisi haline getirilmesine karar verilmiştir.

Proje tamamlandığında 800 hektarlık orman alanı ve 1184 hektarlık sulu tarıma uygun arazi yeniden kazanılmış olacaktır. 01.01.2007 tarihi itibarı ile dökümü tamamlanan 552 hektarlık dış döküm sahasına muhtelif cinste 470.785 ağaç dikilmiştir.

1.KIŞLAKÖY AÇIK İŞLETMESİNİN TANIMI

Türkiye'nin en büyük linyit rezervine sahip olan Afşin-Elbistan havzasında yapılan ve yapılmakta olan sondajlar neticesinde 3.4 milyar ton linyit rezervi tespit edilmiştir. Bu rezerv Kışlaköy Afşin ve Çöllolar adlı üç sektör ve bunların uzantısından oluşmaktadır.

Halen işletilmekte olan Kışlaköy Açık İşletmesi 582 milyon ton linyit rezervi ile 4x340 Mw gücündeki Afşin-Elbistan A Termik santralını ve bölgenin yakıt ihtiyacını karşılamak üzere 20.000.000 ton/yıl kapasite ile tesis edilmiştir. İşletmede 6 adet 3000 m^3/h kapasiteli döner kepçeli kazıcı ile kömür ve dekapaj yapılmakta bant konveyörlerle taşınmakta yapılan dekapaj 5 adet dökücü ile dökülmektedir.

2.MADEN PLANLAMASI

İşletmede 582 milyon ton kömür üretimine karşılık yaklaşık 1.6 milyar m^3 dekapaj yapılacaktır. Söz konusu dekapajın 300 milyon m^3 dış döküm sahasına geriye kalan 1.3 milyar m^3 ise iç döküm sahasına dökülmesi planlanmıştır ancak projede yapılan bir tadilat ile dış döküme dökülecek pasa 251 milyon m^3'e düşürülmüştür.

Halen 4 adet dökücü iç dökümde 1 adet dış dökümde döküm yapmaktadır.2009 yılında 5. dökücüde iç döküme alınarak dış döküm sahası rekültivasyon için hazırlanmış olacaktır. İşletmede 1976-1979 yılları arasında klasik kazı yöntemi ile 3 milyon m^3dekapaj yapılarak ilk çukur açılmıştır 6.10.1981 tarihinde döner kepçeli kazıcılarla kazı işlemine başlanmıştır. 01.01.2007 tarihi itibarı ile Toplam 637.800.000 m^3 dekapaj yapılmış, söz konusu

kazı neticesinde 240.100.000 ton linyit üretimi gerçekleşmiştir. 2007 yılında ise 23,3 milyon ton kömüre karşılık 68,8 milyon m^3 dekapaj kazısı yapılması planlanmıştır.

3.REKÜLTİVASYON ÇALIŞMALARI

Kışlaköy Açık İşletme sahasında alışılmış klasik düşünce ile kazı yapılmış olsaydı 2400 ha lik bir alanda doğa tamıyla tahrip edilmiş olacaktı. Bu kazı sonucunda ortalama 102m derinliğinde büyük bir çukur ve 1.565.185.000 m^3 lük bir toprak oluşacaktı . Ülke ekonomisi için önemli olan enerji üretilirken doğada tamamen tahrip edilecekti. Bu olumsuz durumu ortadan kaldırmak için maden sahası rekültivasyon planı hazırlamıştır.

Ana çerçeve olarak söz konusu projeye uyulmakla birlikte projede şevlerin ağaçlandırılması ve üstteki platformun ise tarım arazisi olarak kullanılması planlanırken bölgedeki orman varlığının az olması ve teşkil edilen platformdaki sulama çalışmaları nedeniyle zeminde meydana gelebilecek tasmanları önlenmesi iç dış döküm sahasının tamamen ağaçlandırılması kararlaştırılmıştır. Orman Genel Müdürlüğü ile AEL arasında bu amaçla bir protokol imzalanmış ve 1987 yılında biten nihai şevlerden başlanmak üzere ağaçlandırma faaliyetlerine başlanıştır. Ancak 1993 yılanda Orman Genel Müdürlüğü'nün iki ayrı Genel Müdürlüğe bölünmesi neticesinde 1987 yılında yapılan protokol geçersiz sayılmış ve yeni protokol imzalanmadığı için daha sonra ağaçlandırma faaliyetlerine AEL İşletme Müdürlüğünce devam edilmiş ve halen sürdürülmektedir. 01.07.2007 tarihine itibarı ile 552 hektarlık alanda ağaçlandırma çalışması yapılmış olup 266.401 adet iğne yapraklı 204.334 adet yapraklı olmak üzer toplam 470.785 adet ağaç dikilmiştir. Dış döküm sahasında döküm faaliyeti tamamen bitiğinde 800 ha'lik alanda toplam 900.000 adet ağaç dikilmiş olacaktır. (Şekil-1)

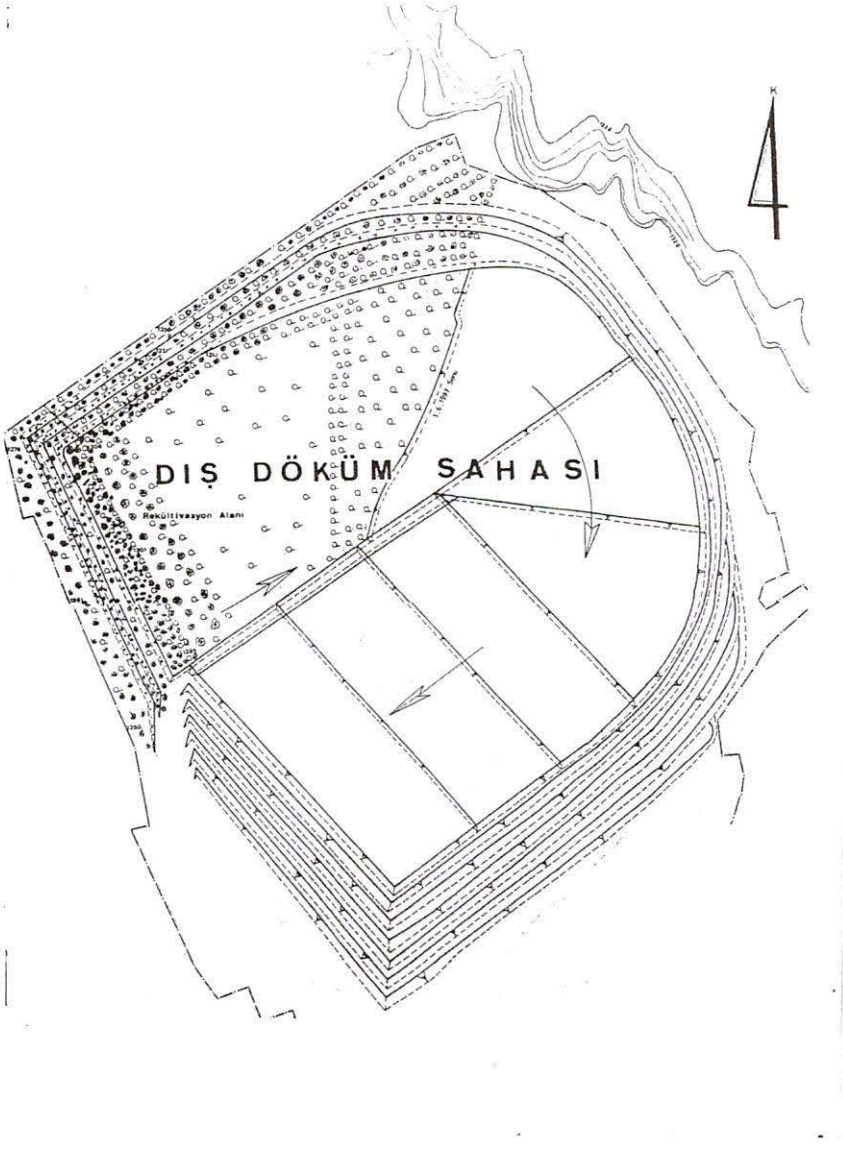
Kazı yapılmadan önce üzerinde sadece kuru tarımın yapıldığı bozkır arazisi olan bu yerler bugün bir orman görünümüne kavuşmuştur. Bozulan doğal dengeyi onarmak ve şevlerdeki kaymayı durdurmak amacı ile yapılan bu çalışma yeşile ve ağaca hasret bölgeye yeni bir doğal zenginlik kazandırmıştır.

İç döküm sahasında ise döküm faaliyetine 1984 yılında başlanış ve halen devam etmektedir. Şekil -2'de görüldüğü gibi iç döküm sahası dolduğunda 1184 ha'lık sulu tarıma elverişli arazi meydana gelecektir.

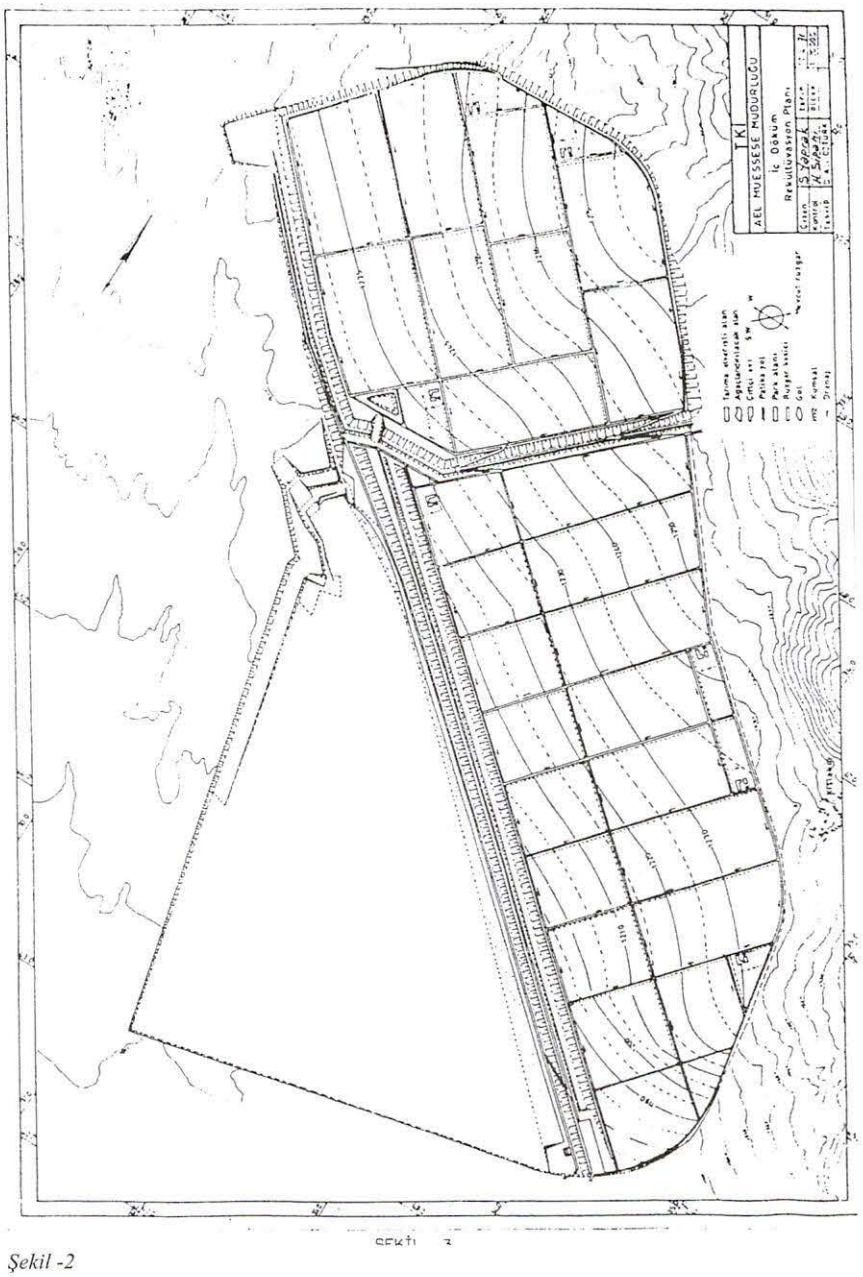
Arazi toplulaştırılması çerçevesinde her parsel suya kavuşarak parsellenecek ve öncelik arazisi kamulaştırılanlara tanınmak üzere bölge çiftçisine satılacaktır.

Daha önce sulanmayan girintili çıkıntılı sınırlardan dolayı kayıplarla kullanılan araziler rantabl kullanılabilir bir şekilde modern bir tarım işletmesi haline getirilecektir.

Bugüne kadar insanların kafasında doğayı katleden işletmeler olarak yer alan kömür maden işletmeciliği AEL İşletmesindeki örnek çalışma ile bu düşünceyi yıkacaktır. İşletmedeki Rekültivasyon çalışmaları ile ülkemiz 800 ha'lik bir orman kavuşacak gerekli yasal düzenlemeler yapıldığı taktirde 1184 ha'lik bir alanda arazi toplulaştırması yapılarak bir tarım alanı doğacaktır.



Şekil-1



Şekil -2

Burada mevcut kamulaştırma yasası aşılması gereken bir engel olarak durmaktadır.AEL İşletme Müdürlüğü bu alanları kamulaştırmış , kamulaştırma amacına göre kullanmış ve ıslah ederek tarıma elverişli hale getirmiştir.

AEL İşletme Müdürlüğü bu tarım alanlarını kullanmayacağına göre ilgili kişi veya kurumlara satmalı ya da devretmelidir. 2001 yılında çıkarılan 4650 sayılı yasa ile değiştirilen 2942 sayılı yasanın 21,22,23 ve 24. maddeleri idarenin kamulaştırmadan vazgeçmesi maliklerinin taşınmazlarını geri alma haklarının doğması kamulaştırmayı yapan idarenin taşınmazları kamulaştırma amacı dışında başka bir idarenin ihtiyacına sunabilmesi gibi konuları açıklamaktadır. Ancak burada karşı karşıya bulunulan sorun daha farklıdır.

İdare kamulaştırmış olduğu taşınmazları amacı doğrultusunda kullanmış ve yeniden kullanılabilir arazi kazanmıştır. Kazanılan bu arazinin de atıl kalmayıp ülke ekonomisi için yararlı olarak kullanılması düşünülmektedir.

Batı ülkelerinde yıllrca önce karşılaşılan bu tür sorunlar yasalarla çözülmüştür.

Örneğin; Bavyera eyaletinde 10 ocak 1967 tarihli Bavyera Madencilik Kanunu dekapaj malzemesinin düzgün bir şekilde yerleştirilmesi ve rekültive işlemini zorunlu kılmaktadır.

1906 yılında kuruluşunda bu yana Bavyera Madencilik Enstitüsü 1200 ha arazi kullanmıştır. Bu sahanın 600 ha'lık kısmı hala işletme sahası olup 600 ha'lık kısmıda döküm yapılmış ve aşağıda belirtildiği şekilde tekrar kullanılabilir hale getirilmiştir.

Orman : 415 ha

Ziraat : 65 ha

Endüstri, yol, depo : 45 ha

Göl : 75 ha

Ülkemizde de en kısa zamanda bu konulara açıklık getiren çevreyi korumak için etkin uygulanabilir önlemleri zorunlu kılan yasal düzenlemelerin bir an önce yapılması gerekmektedir.

4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Oldukça büyük yer altı maden rezervine sahip olan ve yıllardır madencilik yapılan Ülkemizde bugüne kadar madencilik çalışmalarında rekültive edilen bir yerle karşılaşmamak acı bir gerçektir.

a.Maden üretiminde toplam harcamalar içerisinde % 7-8'lik paya sahip olan rekültivasyon çalışmalarının gerekirse çevre fonundan da desteklenerek madencilik faaliyetleri yapan tüm özel ve kamu sektöründeki kuruluşlara zorunlu olarak yaptırılmalıdır.

b.Kışlaköy Açık İşletme Sahasında Rekültive edilerek ağaçlandırılacak 800 ha'lik bir orman alanın EÜAŞ tarafından bakımının yapılarak geliştirilmesi işi şirketin ne uzmanlık ne de ilgi alanına girmektedir. Bu durumda ağaçlandırma işi tamamlandıktan sonra söz konusu orman sahasının belli bir bedel üzerinden Orman Genel Müdürlüğü'ne devri uygun olacaktır.

c.Tarıma elverişli hale getirilen tarım arazisinin, batı ülkelerinde örnekleri olduğu gibi, mal sahiplerine öncelik tanınarak rayiç bedel üzerinden satılmasına imkan tanıyacak bir yasal düzenlemenin yapılması gerekmektedir.

TEMİZ KÖMÜR YAKMA ve GAZLAŞTIRMA TEKNOLOJİLERİ

Fehmi Akgün, Serhat Gül, Davut Uzun, Namık Ünlü, Elif Çağlayan
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Enstitüsü
P.K. 21, 41470 Gebze Kocaeli
Fehmi.Akgun@mam.gov.tr
Tel: 02626772700-02, Faks:02626412309

Özet

Sürdürülebilir gelişim için enerjinin üç temel bileşeni, yeterli enerji kaynağı, teknolojilerin teknik ve ekonomik uygulanabilirliği ile çevre dostu olmasıdır. Bu kapsamda dünyada, gerek çevre kirliliği kaygıları ve gerekse petrole dayalı enerji kaynaklarının giderek azalmaya yüz tutması ve fiyatlarının artması nedeniyle enerji teknolojileri alanında hissedilebilir bir değişim ve gelişim süreci yaşanmaktadır. Enerji üretim sektöründe ise enerji kaynağında çeşitlilik, yenilenebilir enerji payının mümkün mertebe arttırılması, fosil yakıtların temiz ve verimli olarak kullanımı büyük önem arz etmektedir. Dolayısıyla, mevcut haldeki fosil yakıt esaslı enerji sistemlerini:

- *enerji verimliliğini arttırarak,*
- *kaynak ve taşıyıcı açısından enerji portföyünü çeşitlendirerek,*
- *enerji güvenliği ve iklim değişikliği problemlerini çözerek,*
- *endüstrisinin rekabet gücünü arttırarak*

daha sürdürülebilir hale dönüştürmek tüm ülkelerin temel hedefi haline gelmiştir.

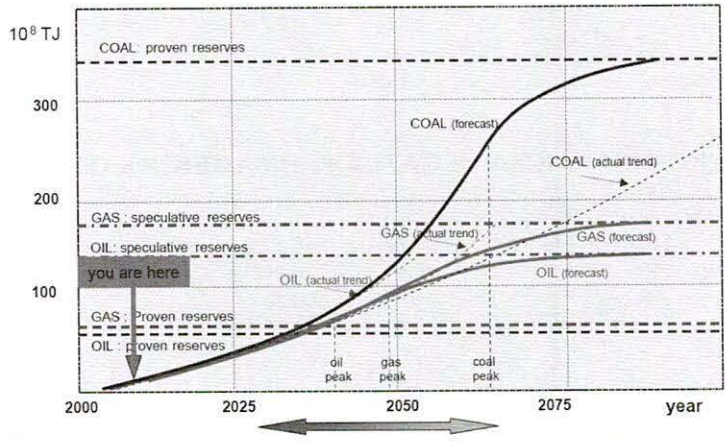
Bu bildiride, kömürden enerji eldesine yönelik olarak halen günümüzde yaygın olarak kullanılan yakma teknolojileri ve gelecekte giderek yaygınlaşacağı öngörülen gazlaştırma teknolojileri üzerine genel bilgiler verilmektedir. Temiz kömür teknolojileri ile ilgili araştırma alanları irdelenmektedir. Ülkemizde kömüre dayalı enerji üretim santrallerinin belli oranda ömürlerinin doldurmak üzere olduğu da dikkate alınarak ileriki dönemde yapılacak yeni santral veya modernizasyon yatırımlarına ışık tutacak değerlendirmeler yapılmaktadır.

1. Giriş

Günümüzde kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer kaynaklar enerji üretiminde temel kaynak olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte, kömür yeryüzünde en yaygın olarak bulunan ve en büyük rezerve sahip olan fosil yakıttır. Petrol ve doğal gaza kıyasla dünyada eşit bir dağılıma ve çok daha fazla bir ömre sahiptir. Bu durum Şekil 1'de görüleceği üzere, Uluslar Arası Enerji Ajansının 2004 ve 2006 Enerji Outlook çalışmasında da vurgulanmaktadır. Pek çok ülke için kömür, stratejik öneme sahip yerel bir kaynaktır. Dolayısıyla, kömürün tüm çevresel kısıtlara rağmen daha çok uzun yıllar enerji üretimindeki yerini koruyacağı ve hatta oranını arttıracağı açıktır. Ancak, enerji üretiminde kömürün direk yakılması yönteminin sürdürülebilir kılınmasının önünde çok belirgin engeller mevcuttur. Bunlar:

- Sistem veriminin nispeten düşük olması,
- Verimi arttırmaya yönelik yeni teknolojik gelişmelerdeki kısıtların olması (özellikle malzeme ile ilgili) ve
- Önemli miktarda CO_2, SO_2 ve NOx emisyonlarının açığa çıkması

şeklinde özetlenebilir. Bundan dolayı çevresel açıdan kömürün temiz kullanımını sağlayacak, emisyonları en az seviyeye indirecek teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır.



Şekil 1. Fosil Enerji Rezervleri ve Kullanımı (Kaynak: IEA World Energy Outlook 2004 and 2006)

Temiz kömür teknolojilerini bilinen ve günümüzde uygulananlar olarak aşağıda verildiği şekliyle üç ana grupta toplamak mümkündür. Bunlar.

- Pülverize kömür yakma teknolojisi,
- Akışkan yatak yakma teknolojisi (kabarcıklı, dolaşımlı, basınçlı, atmosferik),
- Entegre gazlaştırma kombine çevrim teknolojisidir.

Kömüre dayalı elektrik enerjisi üretim santrallerinin kapasite olarak %98'e yakınını pülverize kömür yakma teknolojisi oluşturmaktadır. Akışkan yatak teknolojisinin payı %2'nin altındadır. Entegre gazlaştırma kombine çevrim santrallerinin (IGCC) payı ise son derece azdır.

Gelecekte kullanılacak sıfıra yakın emisyonlu kömür santrallerinin ise yine

- Yanma esaslı temiz kömür teknolojileri ve
- Gazlaştırma esaslı temiz kömür teknolojileri

olarak kalacağı, ancak gazlaştırma esaslı santrallerin kullanımında belirgin bir artışın olacağı öngörülmektedir. Gazlaştırma teknolojisi, katı yakıtları oksijen ve/veya su buharı yardımıyla sentetik gaz yakıtlara dönüştürerek yakıtların kimyasal enerjisini temiz bir şekilde elektrik, hidrojen, sıvı yakıt veya diğer kimyasallara dönüştürülmesine imkan sağlayan sistemlerdir. Bu yüzden, temiz kömür teknolojileri ile ilgili olarak gazlaştırma teknolojileri üzerine halen dünyada yoğun Ar-Ge ve uygulama çalışmaları sürmektedir. Önümüzdeki dönemde özellikle kömür gazlaştırma sistemlerinin enerji üretiminde her yıl artan oranda etkin bir paya sahip olacağı değerlendirilmektedir. (www.netl.doe.gov/publications/brochures/pdfs/ Gasification_Brochure.pdf).

Bu bildiride, kömürden enerji eldesine yönelik olarak halen günümüzde yaygın olarak kullanılan yakma teknolojileri, gelecekte giderek yaygınlaşacağı öngörülen kömür gazlaştırma teknolojileri üzerine genel bilgiler verilmektedir. Temiz kömür teknolojileri ile ilgili araştırma alanları irdelenmektedir. Ülkemizde kömüre dayalı enerji üretim santrallerinin belli oranda ömürlerini doldurmak üzere ya da verimlerinin düşük olduğu da dikkate alınarak ileriki dönemde yapılacak yeni santral veya modernizasyon yatırımlarına ışık tutacak değerlendirmeler yapılmaktadır.

2. Kömür Yakma Teknolojileri

Pülverize Kömür Yakma (PKY)
PYK sistemi, kömüre dayalı elektrik üretim santrallerinde en eski ve halen en yaygın olarak kullanılan ve kendi sınıfında oldukça gelişmiş bir teknolojidir. Çok değişik kömürler yakılabilmektedir, ancak yüksek kül içerikli kömürler için uygun değildir. Dünyada halen binlerce sayıda işletimde olan santral mevcuttur. Son yıllardaki temel gelişmeler:

- Yakıcı çıkış/türbin giriş şartlarında buhar basıncının ve sıcaklığının arttırılması ile ısıl verimin artmış olması,
- Yakma ünitesinin yük değişimlerine kolayca uyum gösterebilmesi ve
- Gaz temizleme sistemlerindeki gelişmeler sonucu emisyon limitlerinin kolayca sağlanabiliyor olmasıdır.

PKK sistemlerinde kömür, toz bulutu halinde (genellikle maksimum %2 si >300 mikron, %70-75'i <75 mikron) yakma ünitesine farklı noktalardan püskürtülür. İkincil ve üçüncül hava ortamında yakılır.

Yanma işlemi, esas olarak kömür tipine bağlı olarak 1300-1700 °C arasında gerçekleşir (Bitümlü kömürler için 1500-1700 °C iken, daha düşük kalitedeki kömürler için 1300-1600 °C). Yanma ünitesinde parçacığın kalış süresi, yanma hızına bağlı olarak 2-3 saniyedir.

PKY sistemi 50-1300 MWe kapasitesinde inşa edilebilmektedir. Ancak, ünitelerin daha ekonomik olması açısından 300 MWe den küçük, işletim kolaylığı açısından da 700 MWe den büyük kapasiteli üniteler inşa edilmemektedir.

PKY santrallerinde verim arttırılması için özellikle tamamen yeni kazan ve türbin kullanılması ve mevcut kritik altı buhar kazanlarının süper kritik buhar kazanları ile değiştirilmesi yoluna gidilmektedir.

Düşük kalite kömür ve küçük ölçekte inşa edilen bir PKY sisteminin verimi %30 civarındadır. Daha büyük kapasite ve daha kaliteli kömür kullanılması durumunda verim değeri %35-36 seviyesine çıkmaktadır. Kritik üstü buhar kullanan yeni santrallerde ise %43-45 verim değerine ulaşılmaktadır.

Verimi arttırmak için değişik yöntemler söz konusu olup, bunların bazıları aşağıda verilmiştir:

- Hava fazlalık oranının düşürülmesi (örneğin %25 den %15 e),
- Baca gazı çıkış sıcaklığının ısı geri kazanımı yolu ile azaltılması,
- Buhar basıncının ve sıcaklığının arttırması (25 MPa/540 °C den 30 MPa/600 °C yükseltmek ile verim değerinde yaklaşık %2'lik bir artış sağlanabilir.),
- Yoğuşma basıncının azaltılması v.b.

Bu yöntemler çok iyi biliniyor olmasına rağmen, bazen uygun malzeme olmayışı veya gerekli yatırımın maliyet etkin olmayışı gibi nedenlerle verimi arttırmaya yönelik yatırımlar çoğu kere göz ardı edilir.

Yüksek sıcaklığa dayanıklı alaşımlı malzemelerin geliştirilmesi sonucu PKY esaslı kömür santrallerinde %50 verim değerin ulaşmak mümkün olabilecektir.

PKY esaslı kömür santrallerindeki katı atıkların %80-90'ını uçucu kül teşkil etmektedir ve bu kül içerisindeki karbon oranı %0.5 mertebesindedir.

Dolaşımlı Akışkan Yatakta Yakma (DAYY)
Basınçlı ve atmosferik olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Özellikle atmosferik DAYY

sistemi, yüksek kül içerikli ve değişik özellik gösteren kömürler için daha uygundur. Göreceli olarak daha kaba parçacıklar (3 mm den küçük) yatağa beslenebilmektedir. Ancak 0.5-1 mm arası parçacık boyutu tercih edilir.

Yanma işlemi 800-900 °C gerçekleşir ve NOx emisyonu bu yüzden PKY sistemine kıyasla oldukça düşüktür. SO2 emisyonu yatağa sorbetler enjekte edilerek azaltılabilmekte ve böylece desülfirizasyon ünitesine gerek yoktur.

Öğütülmesi zor ve değişik yanma karakteristiği gösteren düşük kaliteli ve yüksek kül içeren kömürler için uygundur. Bununla birlikte yatak tasarımında kömür kül miktarı ve özellikleri dikkate alınmalıdır. Yatak sıcaklığı agglomerasyon ve kabuklaşma (fouling) riskini minimum kılacak şekilde tutulmalıdır.

DAYY esaslı kömür santrallerindeki katı atıklar, esas olarak kömür içerisinde bulunan inorganik maddelerdir. Bu maddelerin çoğu yatak sıcaklığında ergimemiş haldedir. SO2 tutma amaçlı yatağa beslenen sorbent ile CaO/MgO, CaSO4 ve CaCO3 gibi maddeler de katı atığı oluşturur.

Atmosferik DAYY sistemlerinin kapasitesi çoğunlukla 250-300 MWe kapasitesindedir. Belli şartlarda 600 MWe değerinde santraller de mevcuttur. Proses ısısı üretiminde veya fabrika içi elektrik üretimi amaçlı olarak daha düşük kapasitede santraller de söz konusudur.

100-200 MWe aralığında bir santralin verim değeri PKY sistemine göre %3-4 daha düşüktür. Bunun nedeni, DAYY sisteminde siklonlardaki ısı kaybının yüksek olmasıdır. Süper kritik buharlı bir santralde verim değeri %40'dan yüksektir.

Basınçlandırılmış dolaşımlı akışkan yataklı yakma sistemlerin halen pilot ölçekte de olsa uygulamalar söz konusudur. Yaklaşık %15 güç gaz türbini ile geri kalan %85 güç buhar türbini ile üretilmektedir. Uygun ölçekte türbin tedarigiinde zorluklar yaşanmaktadır. Türbin uygulamasının yapılabilmesi için sıcak gaz temizleme sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Kabarcıklı Akışkan Yatakta Yakma (KAYY)
Basınçlı ve atmosferik olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Yüksek kül ve değişik özellik gösteren kömürler için uygundur. 3 mm boyutundan küçük yatağa beslenebilmektedir. 1985 ile 1995 yılları arasında çok sayıda santral kurulmuş olmasına rağmen halen kömür esaslı santraller içerisindeki payı %2 den düşüktür.

Yanma işlemi 800-900 °C gerçekleşir ve NOx emisyonu bu yüzden PKY sistemine kıyasla oldukça düşüktür. Kabarcıklı yatak düşük akışkanlaşma hızına sahiptir. Bu yüzden parçacıklar yatak içerisinde 1 m yüksekliğinde bir bölgede tutulmaktadır. Yatak malzemesi olarak kum ile birlikte SO2 absorpsiyonu için kireçtaşı veya dolomit kullanılır.

Atmosferik kabarcıklı akışkan yatak yakma sistemleri genellikle 100 MWe kapasitesine kadar kullanılır. Bu santrallerin verim değeri %30 mertebelerindedir.

Bu sistemlerin en büyük dezevantajı SO2 tutma için daha fazla Ca/S oranının gerekli olması ve dolayısı ile malzeme ve atık giderim maliyetinin daha yüksek olmasıdır.

Basınçlandırılmış kabarcıklı akışkan yatak uygulamalarında basınç 1-1.5 MPa mertebesindedir. Kömür, kireç taşı ve yakma havasının basınçlandırılması gerekir. Bu sistemler genellikle kombine çevrim olarak buhar ve gaz türbini olarak kullanılırlar ve buhar:gaz türbini oranı %80:20 mertebesindedir.

Birim yatak alanı başına ısıtma yükü daha fazladır. Bu yüzden ısı transfer alanı ile yatak

sıcaklığını kontrol edebilmek için 3-4 m'lik bir yatak yüksekliği gerekir.

Mevcut halde demo amaçlı kullanılan bu sistemlerin kapasiteleri 80 MWe seviyesindedir. Bununla birlikte 250-360 MWe kapasitesinde santrallerde mevcuttur. Sistem verimi %40 seviyesinde olup, %45 mertebelerine çıkabilmek için çalışmalar sürdürülmektedir.

Sözü edilen bu teknolojileri karşılaştırmalı olarak bazı özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kömür yakma teknolojilerinin karşılaştırılması

	Teknoloji			
Parametre	**PKY**		**DAYY**	**KAYY**
Elektriksel Verim	Düşük kapasite, kritik altı buhar ve düşük kalite kömür ile	% 30	%30-32	%30-40
	Büyük kapasite, kritik altı buhar ve yüksek kalite kömür ile	%35-36		
	Kritik üstü buhar ve yüksek kalite kömür ile	% 42-45	%40	
Kömür türü	Yüksek kül içerikli kömürler hariç her türlü		Düşük kaliteli ve yüksek kül içeren kömürler dahil her türlü	Düşük kaliteli ve yüksek kül içeren kömürler dahil her türlü
Yanma sıcaklığı	1300-1700 °C		800-900 °C	800-900 °C
Parçaçık boyutu	%70-75'i <75 mikron		<3 mm	<5 mm
Yatakta parçacık kalış süresi	2-3 saniye		10-50 saniye	5-20 saniye
Kapasite	50-1300 MWe 300-700 MWe (en uygun)		250-300 MWe	<100 MWe

3. Kömür Gazlaştırma Teknolojileri

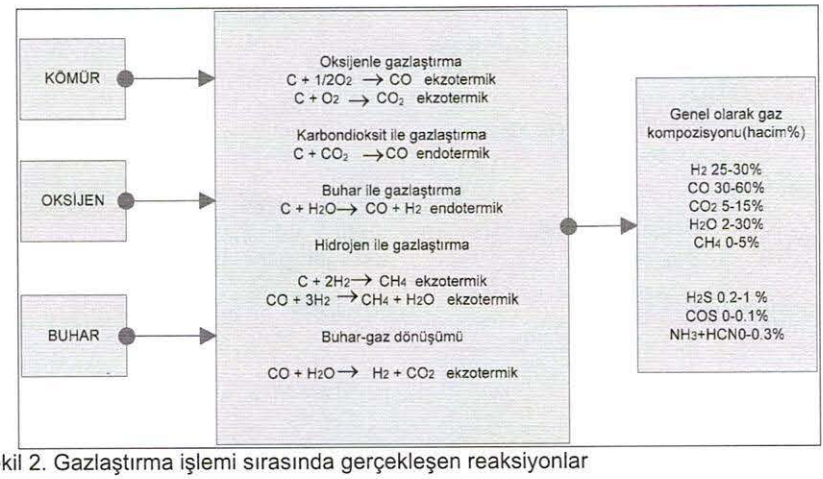
Gazlaştırma, muhtelif katı yakıt ve/veya atıkların yanabilen kimyasal içeriğini, yine kimyasal içeriğin kullanılması amacıyla termo-kimyasal olarak gaz yakıtlara dönüştürme işlemi olup, ilk olarak "London Gas, Light, and Coke" firması tarafından 1812 yılında şehir gazı üretimi için kullanılmıştır.

Gazlaştırma, karbon içerikli maddelere sınırlı miktarda oksijen, hava, hava-su buharı karışımı veya zenginleştirilmiş oksijen içerikli hava verilerek yanabilen gaz bileşenlerin (CO, H_2, CH_4 v.b.) oluşumunu sağlayan kimyasal bir süreçtir.

Gazlaştırma işleminde bazı reaksiyonların gerçekleştirilmesi için yeterli miktarda ısının sağlanması gereklidir. Gazlaştırma sırasında meydana gelen reaksiyonlar Şekil 2'de gösterilmiştir. Gazlaşma sürecinde, yakıt öncelikle pirolize uğrar. Yani oksijensiz ortamda 400–600 ^{0}C 'de uçucuları ayrıştırılır. Pirolizde buharlaşmayan uçucusu alınmış olan sabit karbon ve külden oluşmuş maddeye katı çar adı verilir. Pirolizden çıkan sabit karbon sisteme verilen hava, hava su buharı karışımı, oksijen veya oksijenle zenginleştirilmiş hava ile birlikte ekzotermik bir şekilde reaksiyona girer. Böylece, gazlaştırıcının bu bölgesinde sıcaklık artar. Daha sonra, kalan ürünler gazlaştırıcıda indirgenme reaksiyonlarıyla hidrojen, karbon monoksit, metan gibi yanabilen gazlara dönüşür.

Gazlaştırma sonucu elde edilen sentez gazı, orijinal katı haldeki yakıta oranla daha temiz, daha kolay nakledilebilir, gaz motorlarında, türbinlerde ve kazanlarda daha verimli olarak yakılabilir, yakıt pillerinde veya başka birçok amaçla kullanılabilir. Ayrıca, sentez gazının yakılması sonucu oluşan yanma ürünleri miktarı, normal olarak katı halde yakma sonucu oluşan yanma ürünlerine göre daha azdır. Bu durum, gaz temizleme sistemlerinin işletim kolaylığını ve ekipmanların daha küçük boyutta olmasını mümkün kılmakta ve dolayısı ile belli oranda fiyat avantajı sağlamaktadır (Belgiorno et al., 2003).

Bu amaçla yaygın olarak kullanılan sistemler, Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrim (IGCC) santralleridir. IGCC santralleri, kömürün gazlaştırılması sonucu sentez gazı eldesi ve sentez gazının gaz türbininde kullanılması ile elektrik eldesi; diğer yandan türbin eksoz gazından ısı geri kazanım ünitesi yardımı ile buhar eldesi ve bu buharın bir buhar türbininde kullanılması ile elektrik eldesi esasına dayanır. Burada %60-70 oranındaki elektrik, gaz türbininde elde edilir.



Şekil 2. Gazlaştırma işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyonlar

Gazlaştırma, katı yakıtların oksidantlar (hava, oksijen, su buharı, hidrojen, karbondioksit veya bunların farklı oranlardaki karışımları) ile temas edebileceği bir reaktör içinde meydana gelmektedir. Kullanılan yakıt cinsine, kullanım amacına ve sistem kapasitesine göre en çok tercih edilen gazlaştırıcı tipleri sabit yataklı, akışkan yataklı ve sürüklemeli akış yataklı gazlaştırıcılardır. Esas olarak küçük kapasiteler için uygun olan sabit yataklı sistemlerin, gerek işletim zorlukları ve gerekse işletim maliyeti açısında orta ve büyük kapasiteli sistemler için kullanılma olasılığı yoktur.

Akışkan Yataklı Gazlaştırıcılar

Yakma sisteminde olduğu gibi kabarcıklı ve dolaşımlı olmak üzere iki ana sınıfa ayrılan akışkan yataklı gazlaştırıcılar, parçacık boyutu 0.5-5 mm aralığında olan kömür parçacıklarının gazlaştırması için en uygun sistemlerdir. Yatak malzemesi ile birlikte yakıtın yataktaki hızının akışkanlaşma hızı üzerine çıkılması ile birlikte yatakta çok iyi bir karışım, yüksek ısı transferi ve homojen bir sıcaklık dağılımı söz konusu olmaktadır. Sıcaklık dağılımı daha homojen olduğundan, belli şartlar altında kömürün kekleşmesi, cüruflaşması gerçekleşemez. Dolayısıyla, kül, nem ve kükürt oranı yüksek olan düşük kaliteli kömürlerin (ısıl değeri 1200 kcal/kg'a kadar) gazlaştırılmasında da kullanılmaktadır.

Kömürün yatakta kalma süresi 10-100 sn arasında değişmektedir. Besleme şekli ile bu

süre üzerinde değişiklikler yapılabilir. Yatak malzemesi olarak kum, ateş tuğlası, kireç taşı yada özellikle kömürün kendi külü olabilir. Yatakta kül harici inert madde kullanıldığında, kömür parçacıklarının yüksek sıcaklıklarda şişme ve koklaşma özelliğinden dolayı birbirlerine yapışması engellenmektedir. Genellikle yatak ve reaksiyon sıcaklığı külün ergime sıcaklığından (900-1050°C) düşük olur. Böylece külün ergimesi önlenerek cüruf oluşumundan ve akışkanlaşma kaybından korunulmuş olunur. Aksi halde, külün içindeki mineral maddeler sıcaklıkla beraber yatağı yumuşatabilir. Beslenen kömürün içindeki sodyum ve silica, cüruf oluşumunda büyük bir etkendir. Sodyum buharları ile katı silikanın reaksiyona girmesi sonucunda erime sıcaklığı 1000°C'den düşük bir faz oluşur ve bu sıcaklıkta sodyum silika yapışkan bir hal alır ve cüruflaşmaya sebep olabilir. Bunun sonucunda cüruflaşma, düzensiz akışkanlaşma ve yatak çıkışında tıkanmalara sebep olabilir.

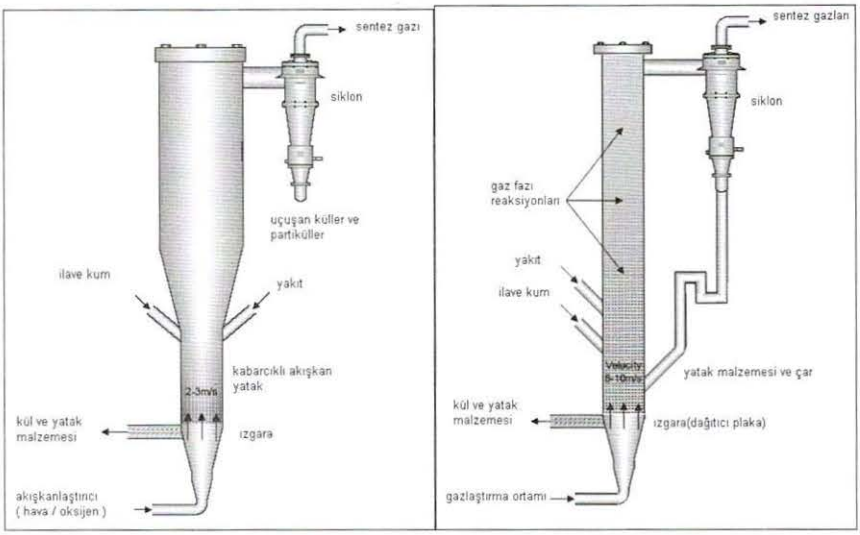
Düşük reaksiyon sıcaklığı karbon dönüşümünün tamamlanmasına engel oluşturabilir. Bunun için atık çar yataktan alınır ve ayrı bir yanma ünitesinde yakılabilir veya yatakta tekrar sirküle edilebilir. Kömür alkali bileşikler içerebilir ve bu bileşikler katalizör görevi görerek çarın dönüşümünü hızlandırabilir. Kömürün içindeki kalsiyum, kömür kül karışımı içinde katalizör görevi yapabilir. Karbon su buharı reaksiyonu ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$) akışkan yatakta karbonun dönüşümü için büyük önem arz etmektedir. Yatağa su buharı karışımlı hava veya oksijen gönderilirse daha aktif şekilde dönüşüm sağlanabilir (Li Zheng et al, 2003).

Kömürün içindeki kükürt miktarı yatak dizaynını önemli ölçüde etkiler. Kükürt, gazlaştırma sırasında COS ve H_2S haline gelir ve eğer yatak malzemesi olarak kireçtaşı veya dolomit kullanılması durumunda 870°C civarında yatak içinde tutulabilir. Bu sıcaklıkta alkalinler agloremasyona sebep olabilir. Bu yüzden karbon dönüşümünü iyi bir şekilde sağlayacak ve alkali agloremasyonunu oluşturmayacak şekilde yatak sıcaklığı kontrol edilmelidir. Sorbentlerin yatak malzemesi olarak kullanılması maliyeti arttırsa da, kükürt içerikli kömürlerin gazlaştırılmasında akışkan yatak gazlaştırıcıların kullanılmasını gerekli kılar.

Akışkan yataklı gazlaştırıcılar kabarcıklı akışkan yatak ve dolaşımlı akışkan yatak olmak üzere ikiye ayrılır. Bunların çalışma prensipleri yakma sistemlerinde belirtilen hususlar ile belli oranda benzerlikler taşımaktadır.

Dolaşımlı akışkan yataklı gazlaştırıcılar, kabarcıklı akışkan yataklı gazlaştırıcıllara göre daha yüksek gazlaştırma kapasitelerine sahiptirler. Akışkanlaştırma ortamının hızı, yatak malzemesinin reaktörden çıkabilecek kadar genişleten bir hızdadır (5-10 m/s). Şekil 3'de görülebileceği gibi, rektörden çıkan yatak malzemesi, siklonda tutulur ve reaktöre geri gönderilir. Siklonda yatak malzemesin yanı sıra çar ve kül de birikir. Çarın enerji içeriği olduğu için yatak malzemesi ile reaktöre gönderilir. Kül ise reaktörden uzaklaştırılır. Dolaşımlı akışkan yataklarda, yatak malzemesi, kabarcıklı akışkan yataktaki gibi reaktörün sadece bir kısmında bulunmamaktadır. Yatak malzemesi bütün reaktör boyunca bulunduğu için reaktör içerisindeki sıcaklık, reaktör boyunca daha homojen bir dağılım göstermektedir. Eğer gazlaştırma sonucu oluşan ürün gazlar, basınçlı bir ortamda işlem görecekse (FT sentezi, gaz türbinleri vb.), gazlaştırıcının yüksek basınçta çalıştırılması arzu edilir (15-30 bar) (Basu P. Horio, 1990). Ancak yüksek basınçta, özellikle besleme sisteminin işletimi çeşitli zorluklar içermektedir.

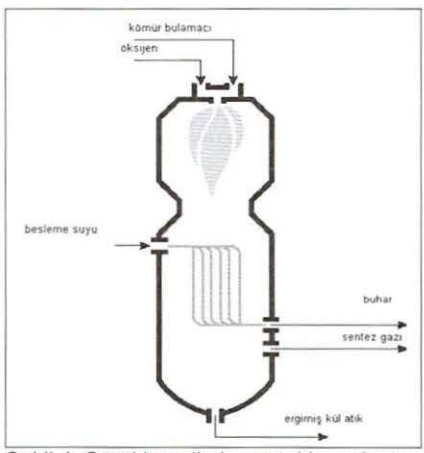
Dolaşımlı akışkan yatakta, gazlaştırıcı ortamının hızı yüksek olduğu için yakıtın reaksiyona girme süresi kabarcıklı akışkan yatağa göre daha kısadır. Bu yüzden reaksiyon verimi daha düşük olabilir. Bundan dolayı, beslenen yakıt daha küçük boyutta seçilmelidir.



Şekil 3. Kabarcıklı ve Dolaşımlı akışkan yatak gazlaştırıcılar

Sürüklemeli Akış Yataklı Gazlaştırıcılar

Şekil 4'de, sürüklemeli akış yataklı gazlaştırıcıların genel bir gösterilimi verilmiştir. Bu tür gazlaştırıcılar, genellikle kömürün gazlaştırılmasında kullanılmaktadır ve gazlaştırıcı atmosferi olarak su buharı, oksijen veya ikisinin karışımı kullanılır. Besleme ünitesinden gelen kömürün nem içeriği işletim şartlarına göre %2-8 aralığında, parçacık boyutu ise 100 μm'den küçük (en azından toplam dağılımın %70-90'ı) olacak şekilde öğütülür. Kömür, azot gazı ile gazlaştırıcı servis arabalarına taşınmakta, daha sonra da gazlaştırıcı besleme ünitesine gönderilmektedir. Su buharı ve oksijen, püskürtülen kömürü sürüklemektedir. Su buharı-oksijen karışımı, alevin geri kaçışını önlemek için alev hızının üstünde bir enjeksiyon hızında gazlaştırıcı içerisine enjekte edilir.



Şekil 4. Sürüklemeli akış yataklı gazlaştırıcı

Çıkış gazı sıcaklığı gazlaştırıcı sıcaklığından dolayı yüksektir. Gaz temizleme ünitesine

gönderilmeden önce mutlaka soğutulmalıdır. Bu da sisteme ilave bir maliyet getirir. Sürüklemeli akış yatakta, yüksek sıcaklıktan dolayı gazda istenmeyen maddelerin hemen hemen tamamı yakılabilmektedir. Bu yüzden çıkış gazındaki katran miktarı son derece azdır.

Kömürün yatakta kalma süresi kısadır ve bu, kömürün yatağa beslenme miktarını arttırır. Fakat kömür yatağa beslenmeden önce toz haline getirilmelidir. Kömür yatağa kuru bir şekilde veya su ile karıştırılarak bulamaç şeklinde beslenebilir. Kömür, su ile karıştırılarak yatağa besleniyorsa kömür önce küçük parçacıklar haline getirilerek bulamacın yoğunluğu düşürülmelidir. Tane boyutu 100 μm'den küçüktür. Kömürün bu boyutta öğütülmesi ek bir maliyet oluşturur.

Sürüklemeli akış yatak sıcaklığı 1000-1600 ^{0}C arasında ve gazın çıkış sıcaklığı da bu aralıktadır. Kapasitesi yüksek olan sürüklemeli akış yataklar, büyük ölçekli sistemler için uygundur (S.Turn, 1998). Sürüklemeli yatakla her ne kadar büyük kapasiteler için kullanılsa da kontrolü diğer yataklara göre daha zordur. Reaksiyonlar sıcaklığın yüksek ve parçacık boyutunun küçük olmasından dolayı hızlı bir şekilde meydana gelmektedir.

Sürüklemeli yatağa beslenecek kömürün kül miktarı fazla olursa yüksek sıcaklıkta refraktör yatak malzemesinin aşınmasına sebep olabilir. Bu yüzden sürüklemeli akış yatakta yüksek kül içerikli kömür kullanılamaz. Diğer yandan, yatak sıcaklığı yüksek olduğundan kül yatağı ergimiş bir şekilde terk eder.

Kömürdeki kükürt, gazlaştırma sırasında H_2S'e dönüşür. Bu çok korozif bir maddedir ve soğutucunun metal bileşikleriyle reaksiyona girebilir. Sürüklemeli yatakta kükürt içerikli kömür kullanılıyorsa ek bir kükürt giderici sisteme ihtiyaç duyulur.

Kömür Gazlaştırılmasında Kullanılan Yatak Türlerinin Karşılaştırılması

Kömür gazlaştırılmasında kullanılan yatak türlerinin karşılaştırılması, bazı kriterlere gore Tablo 2'de verilmiştir. Buna gore özellikle, kömürdeki kükürt tutulmasına uygunluk ve orta kapasiteli uygulamalar açısından akışkan yataklı gazlaştırma sistemleri tercih edilmektedir. Bu durum, ülkemiz kömürlerinin yüksek oranda kül ve kükürt içerdiği dikkate alındığında, özellikle tercih edilebilecek bir sistem olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 2. Kömür gazlaştırılmasında kullanılan yatakların karşılaştırılması

Parametre	Gazlaştırıcı Yatak Çeşitleri		
	Sabit Yataklı	Akışkan Yataklı (kabarcıklı, dolaşımlı)	Sürüklemeli Akış Yataklı
Yakıtın yatakta kalma süresi	15-60 dk	10-100 sn	1-5 sn
Beslenen yakıtın partikül boyutu	5-80 mm	0,5-5 mm	<100 μm
Gazın çıkış sıcaklığı	400 - 500 C	800 - 1050 C	1000 - 1600 C
Yükleme kapasitesi	Düşük	Orta	Yüksek
Çıkan Kül	Kuru	Kuru	Ergimiş
Çıkış gazındaki katran miktarı	Fazla	Orta	Yok denecek kadar az
Sistem verimi	Düşük	Orta	Yüksek
Kükürt tutmaya uygunluk	Düşük	Yüksek	Orta

4. Temiz Kömür Teknolojileri Üzerine Araştırmalar

Temiz kömür teknolojileri üzerine bir yandan verimliliği arttırmaya yönelik çalışmalar sürdürülür iken bir yandan orta ve uzun dönemde uygulamaya geçecek olan sıfır emisyonlu kömür santrallerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yoğun bir hızla devam etmektedir.

Verim attırmaya yönelik çalışmalar:

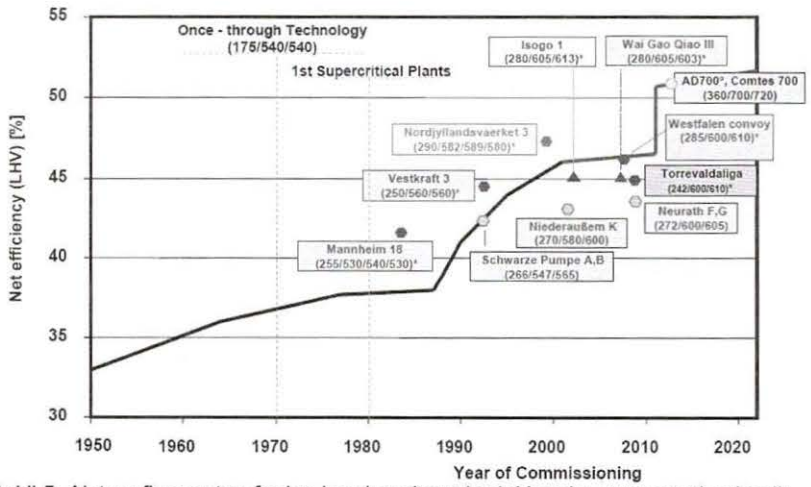
1. Malzeme geliştirme (yüksek sıcaklığa dayanıklı, özellikle nikel alaşımlı, seramik v.b yeni malzemeler)
2. Teknoloji geliştirme (sistem ve alt sistemler kapsamında yardımcı elemanların geliştirilmesi (örneğin, türbin kanatları)
3. Proses geliştirme (IGCC, KAYY, DAYY, PKY). Örnek olarak Alstom firması tarafından kurulan sistemlerdeki verim artışı değerleri Şekil 5'de gösterilmiştir.

Sıfır Emisyonlu Kömür Santrallerine Yönelik Çalışmalar (Alternatif teknolojiler Şekil.6'da verilmiştir.):

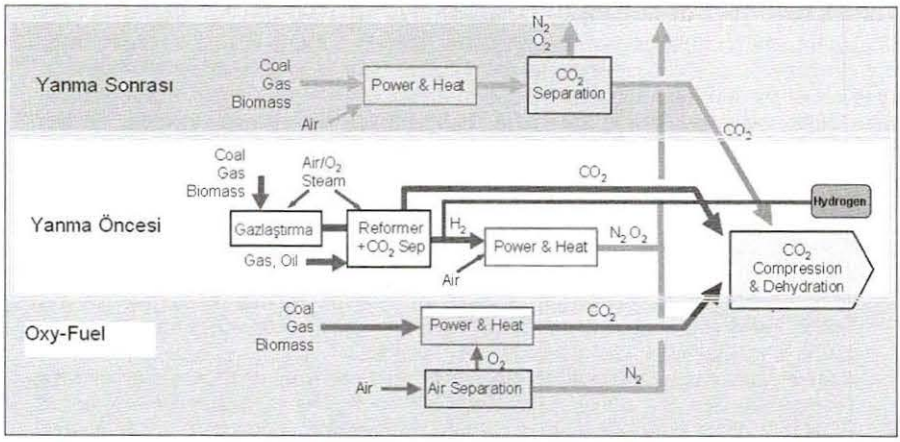
1. Proses Geliştirme
   - Yanma/gazlaştırma öncesi CO2 tutma (pre-combustion)
   - Yanma/gazlaştırma sonrası CO2 tutma (post-combustion)
   - Oksijenle Yakma/gazlaştırma (oxy-fuel combustion/gasification) (Şekil 7)
2. CO2 depolama

5. Türk Kömürlerinin Genel Özellikleri ve Problemler

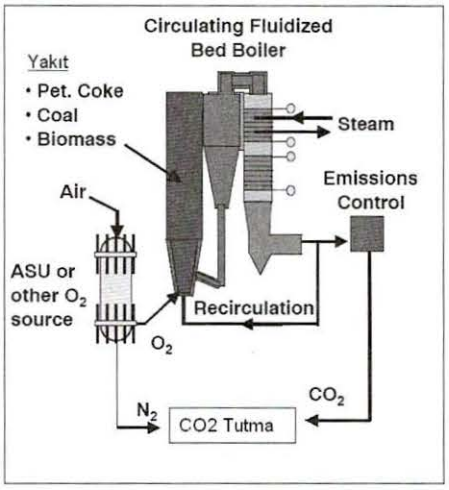
Türk kömürleri genel olarak ısıl değerleri düşük, yüksek oranda kül, kükürt, nem ve alkali bileşikler içermektedir. Bu kömürlerin özellikle pülverize olarak yakılması veya gazlaştırılmasında temel problemlerden biri kızdırıcı ünitelerinin ısı aktarım yüzeylerinde kabuk oluşumudur (fouling). Isı aktarım elemanlarının dış yüzeylerinde oluşan kabuğun (fouling) kalınlığı zamanla artmakta, kızdırıcıda ısı aktarımı zorlaşmakta, kazan verimi düşmekte ve en sonunda kanaldaki gaz akışı tamamen engellenebilmektedir. Kabuk oluşumunun (fouling) yanısıra ortaya çıkan korozyon da ısı aktarım elemanlarının faydalı ömrünü azaltmaktadır. Önlem alınmadığı takdirde; santralın sık sık durdurulması ve temizlenmesi gerekmektedir. Sonuç olarak kabuk oluşumu; kazan kapasitesini %10-20, verimi ise %10 kadar düşürebilmekte ve yıllık çalışma zamanını azaltabilmektedir.



Şekil 5. Alstom firması tarafından kurulan sistemlerdeki verim artışı görülmektedir.



Şekil 6. Sıfır emisyonlu kömür santralleri için alternatif teknolojiler



Şekil 7. Akışkan yatakta oksijen ile yakma işleminde CO2 tutma prosesi şematik gösterilimi.

Kömür santrallerinde ortaya çıkan kabuk oluşumu olayı, pulverize kömür kazanını (boiler) terk eden sıcak yanma gazlarının taşımış olduğu uçucu küller ve diğer partiküler maddelerden kaynaklanmaktadır. Kabuk (*fouling*)oluşumu ve kabuk oluşumuna paralel olarak ortaya çıkan korozyon, kömür ve kömür külünün özelliklerine, yanma koşullarına, yanma gazlarının klorlu ve kükürtlü bileşikler gibi korozif madde içeriğine, ısı aktarım elemanlarının yüzey sıcaklığı, yüzey özellikleri ve yüzey geometrisine, kullanılan malzemeye, kanal geometrisi, kanaldaki gaz hızı ve hidrodinamik özellikler ve gazın bileşimi gibi birçok operasyon ve proses parametresine bağlı olarak oluşmakta ve gelişmektedir.

Isı aktarım yüzeylerinde kabuk oluşumu başlıca üç aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada ince kül tanecikleri tüm yüzeyi kaplamaktadır. Bu aşamada ısı aktarımında

önemli bir düşme görülmediğinden külün ergime ve yapışma koşulları oluşmamaktadır. Zamanla kül tabakasının kalınlığının artmasıyla ısı aktarım etkinliği düşmekte, kül tabakasının sıcak gazlarla temas eden dış yüzeylerinde sıcaklık yükselmekte ve külde kısmi bir ergime oluşmaktadır (ikinci aşama). Üçüncü aşamada; ısı transfer yüzeylerinde soğuma nedeniyle katılaşan tabakanın kalınlığı artarken dış yüzey sürekli sıcak gazlarla temasta olduğu için sıvı fazda kalmakta ve uçucu kül taneciklerini tutmaya devam etmektedir. Bunun sonucunda dış yüzeyde kalınlığı gittikçe artan bir kül tabakası oluşmaktadır. Önlem alınmaz ise gaz akışı kısmen veya tamamen engellenebilmektedir. Bunun sonucunda enerji dönüşümünün verimi ve kapasitesi düşmektedir.

Yeniköy, Kemerköy ve Afşin-Elbistan termik santrallarinde yakıt olarak Türk linyitleri kullanılmaktadır. Bu linyitlerin kül, uçucu madde ve nem içerikleri yüksek, ısıl değerleri ve kül ergime sıcaklıkları ise oldukça düşük olup, düşük kaliteli kömürler sınıfına girmektedirler. Termik santrallarda kömür, pulverize hale getirildikten sonra yapısına bağlı olarak 1300 °C'ın üzerine çıkan sıcaklıklarda yakılmakta ve yanma sonucu kömürün inorganik kısmı, külü oluşturmaktadır. Düşük kaliteli linyitlerin yanması sırasında birim ısıl enerji üretimine karşılık çok büyük miktarlarda kül ve korozif maddeler içeren yanma gazları oluşmaktadır. Yakma sisteminde 1000°C'ın üzerinde, külde bulunan inorganik maddeler kimyasal yapılarına bağlı olarak sıvılaşabilmekte ve hatta buharlaşmalar oluşmaktadır. Külün ergiyip sinterleşmesi olayının temel olarak külün içermiş olduğu inorganik bileşiklerden, öncelikle de alkali metal bileşiklerinden (özellikle sodyumdan) kaynaklandığı bilinmektedir. Klorlu ve kükürtlü vb. gibi korozif yanma gazı bileşenlerinin oluşum nedeni de kömür yapısıdır. Bu tür bileşikler düşük kaliteli Türk linyitlerinde bol miktarda bulunmakta olup linyitlerimizin küllerinin ergime noktalarını düşürmekte, kabuk bağlama ve korozyon problemleri ortaya çıkmaktadır.

Diğer yandan kömür ısıl değerinin düşük olması işletim açısından değişik zorluklar yarattığı da bilinmektedir.

6. Sonuç

Günümüzde çevresel kısıtlar ve ekonomik nedenlerden dolayı:

- Enerji tasarrufu ve enerjinin verimli kullanımı ve
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının maksimum düzeyde kullanımı büyük önem arz etmektedir.

Bu arada:

- Fosil yakıtlar ve özellikle kömür görünür gelecekte enerji ve ulaşım sektörü için en yaygın kullanılan enerji kaynağı olarak kalacaktır.
- Çevresel kısıtlar fosil yakıtların temiz ve daha verimli kullanımı için yeni teknolojileri gerektirmektedir.
- Enerji sektöründe kömür ve katı yakıtlar için kısa ve orta vadede kullanılacak teknoloji gazlaştırmadır.
- Gazlaştırma teknolojileri hem merkezi ve hem de ayrıklaştırılmış güç üretimi alanında kullanılabilmektedir.
- Dolayısı ile dünyada, enerji teknolojileri alanında hissedilebilir bir değişim ve gelişim süreci yaşanmaktadır.

Dolayısıyla, Türk kömürlerine uygun yanma ve gazlaştırma teknolojilerinin seçimi ve uygulanması sistem verimliliği ve işletim kolaylığı açısından son derece önemlidir. İlk bakışta Türk kömürlerinin yüksek oranda kül, kükürt, nem ve alkali bileşikler içermelerinden dolayı akışkan yatak yakma ve gazlaştırma sistemlerinin daha uygun olacağı değerlendirilmektedir. Ancak konu üzerinde detaylı araştırma yapılmalı ve yapılacak tasarım çalışmalarının tamamen kömür özelliklerine uyumlu olması sağlanmalıdır.