

HAVA KANALLI BİRİKETLEME YÖNTEMİ İLE LİNYİT KÖMÜRLERİNDEN DUMANSIZ EV YAKITI ÜRETİMİ

Zafer GENCER^(*)

MTA Genel Müdürlüğü, MAT Dairesi Başkanlığı, Kömür Teknolojisi Birimi, Ankara

ÖZET

Bu çalışmada, yeni geliştirilmiş hava kanallı biriketleme işleminin uygulanmasıyla, yüksek kükürt, uçucu madde ve kül içerikli linyitler, hava kirliliği yaratmayan ısıl etkinliği yüksek evsel yakıt olarak kullanılabilir.

ABSTRACT

In this study, by the application of new developed air channelled briquetting process, lignities with high sulphur, volatile matter and ash contents could be used as home heating fuel with high thermal efficiencies without creating air pollution.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: hava kanalı, biriket, kükürt, kül, uçucu madde, hava kirliliği.

GİRİŞ

Bilindiği gibi ülkemizde, 8.3 milyar ton Linyit rezervi mevcut olmasına rağmen, bu linyitler ev ısıtmasında çok sınırlı miktarda kullanılabilir, ısınma daha çok doğal gaz, petrol ve ithal linyit gibi dışa bağımlı kaynaklara dayalı olarak, döviz karşılığında sağlanmaktadır. 70'li yıllarda daha çok Tunçbilek kömürünün kullanıldığı Ankara'da başlayan hava kirliliği, daha sonra kırsal alandan şehir merkezlerine doğru göçün hızlanmasıyla yaşanan nüfus artışına paralel olarak İstanbul, Bursa, Balıkesir, Erzurum, Diyarbakır ve Konya gibi daha bir çok büyük vilayetimizde de yaşanmaya başlamış ve kısa, orta ve uzun vadeli çözüm projeksiyonları yapılmıştır. Acil önlem olarak; düşük kükürt ve uçuculu linyit ithalatına başlanmıştır. Diğer taraftan, linyitlerimizden temiz yakıt üretim teknolojilerine ağırlık verilmesi ve uzun dönemde de ithal edilen doğal gazın ülke geneline yaygınlaştırılması planlanmıştır.

Bu senaryolar içinde ülke kaynaklarına dayanan ve her zaman güvenilir olan yöntem, kendi linyitlerimizden temiz ev yakıtı üretiminin gerçekleştirilmesidir. İthalat için transfer edilecek dövizin yurt içinde kalması ve yeni iş sahaları açılarak, katma değer yaratılması gibi nedenler de linyitlerimizden temiz ev yakıtı üretimi konusundaki araştırmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

MTA Genel Müdürlüğü-Maden Analizleri ve Teknolojisi Dairesi Başkanlığı Kömür Teknolojisi Birimi'nde uzun yıllar bu konuda çalışmalar yapılmış ve birçok yabancı proses, linyitlerimize uyarlanmıştır. Ancak bu proseslerin hemen hemen hepsinde kömüre 400-450°C de ısıl işlem uygulanmaktadır. Isıl işlem ya doğrudan parça kömüre, ya da toz kömüre yapılmakta, daha sonra tozlar biriketlenmektedir. Bazı proseslerde ise toz kömür biriketlenip daha sonra ısıl işleme tabi tutulmaktadır. Bu işlemler sonucunda linyitin neminin yanında,

uçucu maddesinin ve kükürdünün bir kısmı uzaklaşmaktadır. Ancak, ısı işleminin yapılabilmesi için büyük bir yatırım gerekmekte ve üretim maliyeti de çok artmaktadır.

Linyitlerimizin çok büyük bir kısmının yüksek oranda su, kül, kükürt, ve uçucu madde içerdiği bilinmektedir. Bu yapıları ile de linyitlerimiz, diğer ülke linyitlerinin pek çoğuna göre farklılık göstermekte ve sorunların çözümü güçleşmektedir. Bu istenmeyen dört özelliğin olumsuz etkilerine kısaca değinmek gerekirse:

Kömürün yüzeyinde ve kapillerler içinde bulunan su, kuruma sırasında genişerek tozlanmaya sebep olmakta, kaloriyi düşürmekte ve taşıma maliyetini arttırmaktadır.

Kül, kaloriyi düşürmekte, taşıma maliyetini arttırmakta ancak daha önemlisi bünye külü yanmayı olumsuz etkilemektedir. Yüksek küllü kömür parçacıkları veya kömür biriketlerinin yanması esnasında parçaların veya biriketlerin dışında oluşan kül tabakası, havanın yakıtın iç kısımlarına girmesini engellemekte ve ızgara kaybını arttırmaktadır. Bu durum yanma verimini azaltmaktadır (Fotoğraf-1).



Fotoğraf 1.

Kükürt, kömür içinde piritik, organik ve sülfat kükürtü olarak bulunmaktadır. Yanma sırasında, kömür içinde bulunan kalsiyum ve magnezyum, kükürtün bir kısmıyla birleşerek kalsiyum sülfat ve magnezyum sülfat haline dönüşerek, külde kalmakta ve buna sülfat kükürdü denmektedir. Geri kalan kısım ise kükürt oksit bileşikleri halinde bacadan atılmaktadır. Biriketleme sırasında karışım içine ilave edilebilen kireç ile sülfat kükürdü miktarı arttırılmakta, dolayısıyla bacadan atılan kükürt miktarı azaltılabilmektedir. Reaksiyon gereği, stokiyometrik olarak bir mol kükürt için, bir mol Ca gerekmektedir. Ancak, kalsiyum miktarının 1 mol kükürt başına 1.75 mol'e çıkartmasıyla kükürtün külde tutulma oranı %65-70'e kadar yükselebilmektedir.

Türkiye linyitlerinde yüksek oranda bulunan ve hava kirliliğinin ana kaynağını oluşturan uçucu maddeler ise ağır ve hafif hidrokarbonlardan oluşmaktadır. Mevcut yakma araçlarında iyi bir yanma için uçucu madde içeriğinin %18-22 arasında olması arzu edilmektedir. Uçucu madde olarak isimlendirdiğimiz bu hidrokarbonlar, aslında kömürün kalorifik değerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu hidrokarbonların yanma kamarasında yakılabilmesi durumunda, enerjilerinden yararlanılmakta ve ısı verim artmaktadır. Yakılamaması durumunda ise bu gazlar bacadan atılmakta ve hava kirliliğine sebep olmaktadır.

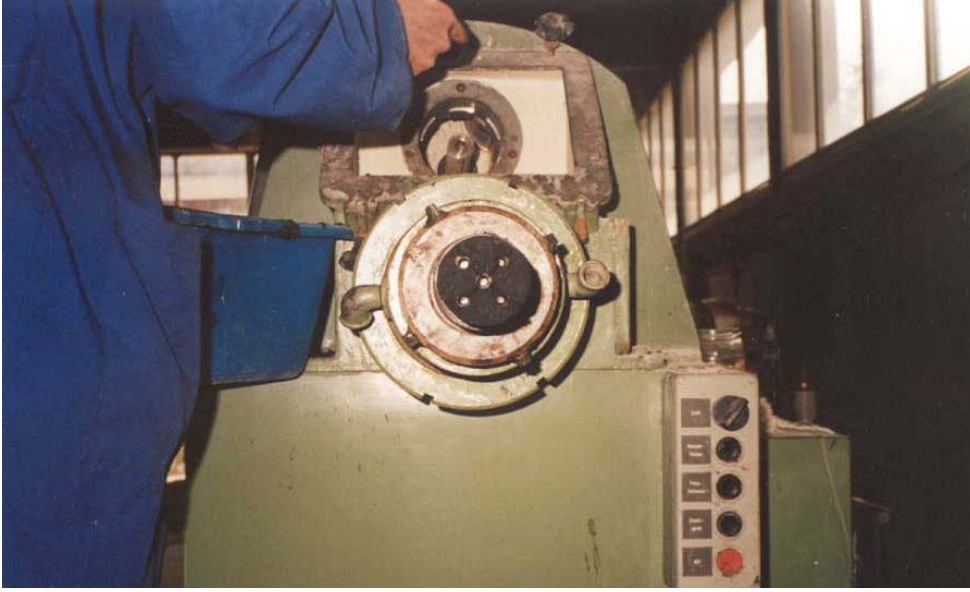
Türkiye linyitlerinin bu sorunlarına çözüm getirmek, ve ev yakıtı olarak kullanım olanaklarını arttırmak amacıyla hava kanallı biriketi geliştirdik. Bu özgün çalışmada, (Tablo-1)'de kimyasal analizi görülen Tunçbilek linyiti kullanılmıştır.

Tablo 1. Tunçbilek kömürünün kimyasal analizi

	Analiz Tipleri	Orijinal Numunede	Havada Kuru Numunede	Kuru Numunede	Susuz, Külsüz Numunede
Kısa Analiz	Su %	23.64	4.07	-	-
	Kül %	17.03	21.40	22.31	-
	Uçucu Madde %	30.06	37.76	39.36	50.66
	Sabit Karbon %	29.27	36.77	38.33	49.34
	TOPLAM %	100.00	100.00	100.00	100.00
Kükürtler	Yanar Kükürt %	2.18	2.74	2.85	3.67
	Külde Kükürt %	0.35	0.44	0.46	-
	Toplam Kükürt %	2.53	3.18	3.31	-
Koklaşma ISO Yöntemiyle	Kok %	46.30	58.17	60.64	49.34
	Gaz %	53.70	41.83	39.36	50.66
	Koklaşma Özelliği				
Isı Değeri	Aşağı Kalori, Kcal/Kg	3450	4483	4698	6047
	Yukarı Kalori, Kcal/Kg	3752	4713	4913	6324

MATERYAL VE METOD

- Kömürün, 20/50 mm tane boyutundaki kısmı ayrıldıktan sonra,
- Geri kalanı 3 mm nin altına kırılmıştır.
- Bu toz kömüre, %10 melas, %10 su ve %4 kireç katılarak
- Ekstruder preste biriketlenmiş, presin ön tarafına, üzerinde 8 mm çapında 5 adet çelik çubuk bulunan bir metal parça monte edilerek, biriketlerin içinde hava kanallarının oluşması sağlanmıştır (Fotoğraf 2).



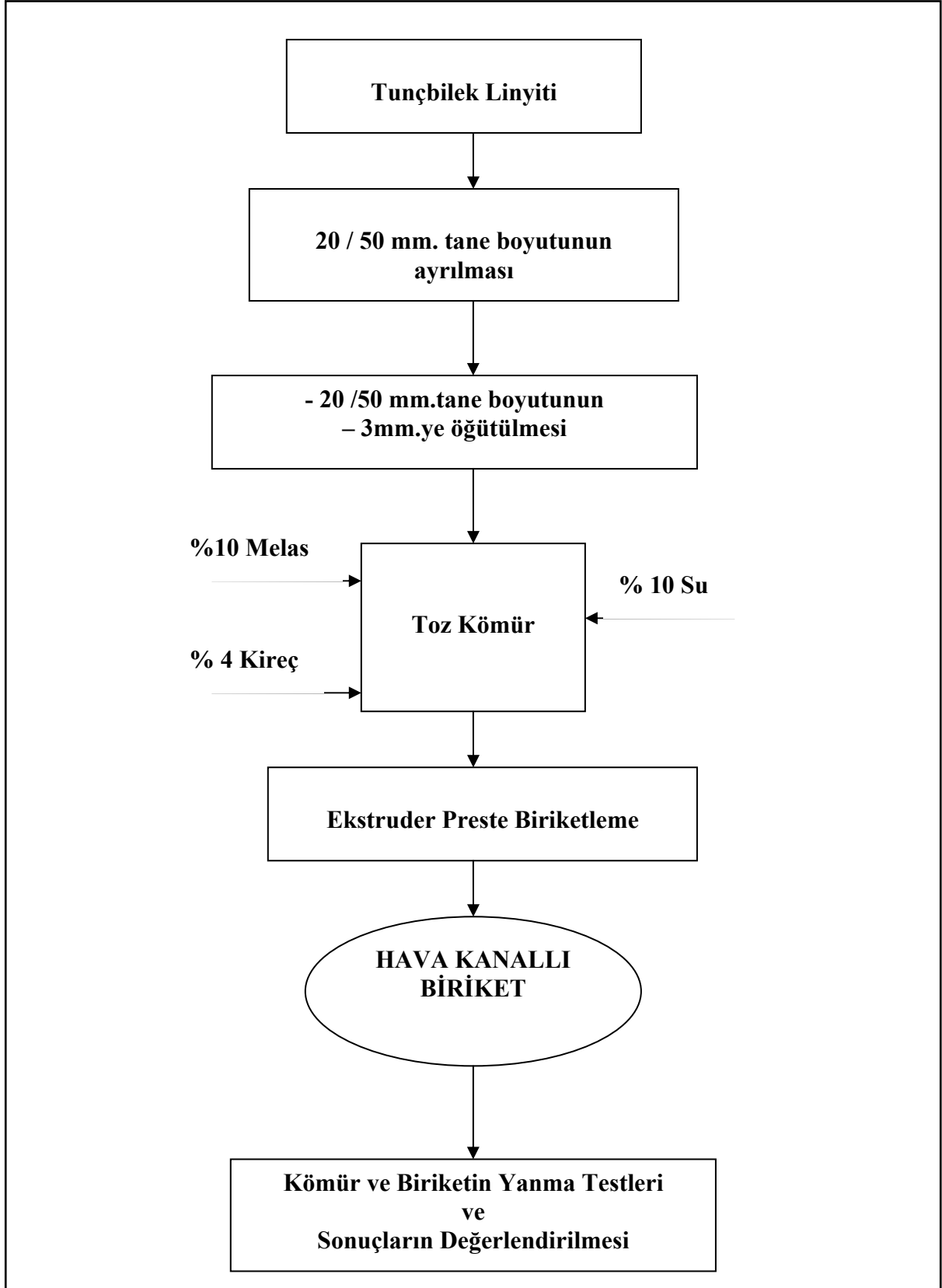
Fotoğraf 2. Üretim yapılan ekstruder pres

Biriket üretiminin gerçekleştirilebilmesi için karışıma % 10 su ilave edilmiş olmasına rağmen, delikli biriketlerin nem içerikleri, hava sürkülasyonu nedeniyle kısa zamanda % 12 ye kadar düşmüş, ve yakıtın kalorisi ise 3639 Kcal ye yükselmiştir.

		<i>PARÇA KÖMÜR</i>	<i>HAVA KANALLI BİRİKET</i>
%Nem		23,64	12(%10 su ilavesine rağmen)
ISI DEĞERİ	Aşağı Kalori Kcal/Kg	3450	3639
	Yukarı Kalori Kcal/Kg	3752	3885

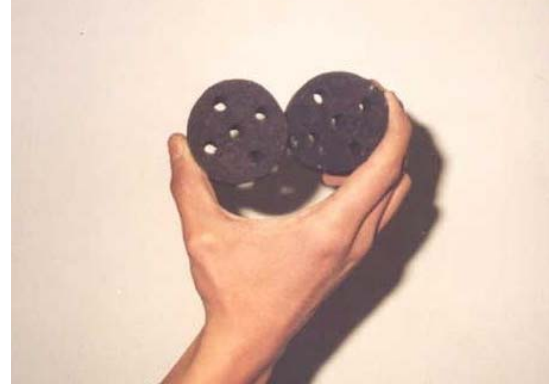
Yapılan prosesin şeması (Tablo 2)'de, üretilen biriketler (Fotoğraf 3 ve 4)'de, biriketlerin kimyasal analizi (Tablo 3)'de verilmiştir.

Tablo 2. Proses akım şeması





Fotoğraf 3. Üretilen biriketler



Fotoğraf 4. Üretilen biriketler

Tablo 3. Biriketlerin kimyasal analizi

	Analiz Tipleri	Orjinal Numunede	Havada Kuru Numunede	Kuru Numunede	Susuz, Külsüz Numunede
Kısa Analiz	Su %	12.08	4.32	-	-
	Kül %	23.15	25.19	26.32	-
	Uçucu Madde %	36.95	40.21	42.03	57.04
	Sabit Karbon %	27.82	30.28	31.65	42.96
	TOPLAM %	100.00	100.00	100.00	100.00
Kükürtler	Yanar Kükürt %	1.39	1.51	1.57	2.14
	Külde Kükürt %	1.12	1.22	1.28	-
	Toplam Kükürt %	2.51	2.73	2.85	-
Koklaşma ISO Yöntemiyle	Kok %	50.97	55.47	57.97	42.96
	Gaz %	49.03	44.53	42.03	57.04
	Koklaşma Özelliği				
Isı Değeri	Aşağı Kalori, Kcal/Kg	3639	4011	4219	5726
	Yukarı Kalori, Kcal/Kg	3885	4228	4419	5998

SONUÇLAR

Kullanılan bu ekstruder pres, seramik hammaddeler için geliştirilmiş olup, bu proses için uygun değildir. Bu tür biriket üretimi için, geliştirilmiş ekster presler mevcuttur. Uygun pres kullanımı durumunda karışıma su ilavesi gerekmeyecektir. Hava kanallı biriket formundaki bu yakıtın oda sıcaklığında çabuk kuruyarak, pirizlenme süresinin kısılması ve kalorifik değerinin yükselmesi önemli bir avantajdır.

Üretilen hava kanallı biriketler ve Tunçbilek 20/50 parça kömürü DIN 18890 standardına göre kurulu bulunan soba ısı verim test düzeneğinde, yakma deneylerine tabi tutulmuştur. Kovalı bir sobada yapılan deneylerde, yanmanın başlangıcından itibaren; baca gazı analiz cihazıyla, her 5 dakikada bir baca gazı ve çevre sıcaklığı ölçülmüş, baca gazı analizi yapılmış ve kirlilik değerleri bulunmuştur. Bacadan atılan kükürt miktarı ise, yakıtla giren toplam kükürt ile külde kalan kükürt farkından bulunmuştur.

Deneyler sırasında, parça kömür ve biriketler için pirimer ve sekonder hava ayarları aynı tutularak, eşit koşullar sağlanmıştır. Ayrıca, biriketler için hava ayarları değiştirilerek hızlı bir yanma sağlanmış, ve böylece iki farklı yanma kapasitesinde değişiklikler gözlenmiştir. Yapılan bu deneyler sonucunda, parça kömür ve hava kanallı biriketler için elde edilen veriler birbirleriyle kıyaslanmıştır.

3.5 Saat süren standart yanma deneylerinde;

<i>Parça kömür</i>	<i>Hava kanallı biriket</i>
Isıl Verimi - %45	Isıl Verimi - %52
Yakılan Birim Yakıt Başına Atılan Kükürt Miktarı - 22gr.	Yakılan Birim Yakıt Başına Atılan Kükürt Miktarı - 12 Gr.
Alınan Birim Isı Başına Atılan Duman Miktarı - 4,8 mg/Kcal	Alınan Birim Isı Başına Atılan Duman Miktarı - 0.02mg/Kcal

Biriketlerin hızlı yakılması sonucunda (2 saat yanma süresi);

Isıl Verim - %51
Alınan Birim Isı başına Atılan Duman Miktarı – 0,02 mg/Kcal

En kaliteli ithal linyitin ideal koşullarda yakılması durumunda alınan birim ısı başına atılan duman miktarı 0,3 mg/kcal dır.

Bu deneysel veriler, hava kanallı biriketlerde yanma yüzeyinin artması ve aynı zamanda biriket içindeki hava dolaşımının ideal olması nedeniyle, yakma kamarasında mükemmel bir yatak oluşturduğunu ve bu nedenle de uçucu maddelerin hemen hemen tamamının yakılabildiğini ve yüksek külün de yanma üzerindeki olumsuzluklarının giderildiğini göstermektedir.

Sobaya alttan giren pirimer hava, biriketlerin kanallarında bir engelle karşılaşmadan, rahatça dolaşabilmekte, ve yanma kamarasının her yerine ulaşabilmektedir. Akışkan yataklı yakma

sistemlerinin belirgin avantajları, bu yöntemle sabit yataklı bir sobaya adeta uygulanmış gibidir.

Tablo 4. 20/50 mm. Parça Tunçbilek kömürünün sobada yakma testleri (Hava ayar konumu: Primer hava 2/3 oranında açık, sekonder hava duman çıkış süresince açık, daha sonra kapalı)

1	Konulan Yakıt (Kg)	6.525
2	Yanma Süresi (Saat)	3.35
3	Yakıtın Yanma Hızı (Kg/saat)	1.94
4	Serbest Isı Kaybı (%)	52.26
5	Bağlı Isı Kaybı (%)	2.10
6	Izgara Kaybı (%)	0.01
7	Isıl Verim (%)	45.63
8	Yakıtın Alt Isı Değeri (Kcal/kg)	3450
9	Alınan Toplam Isı (Kcal)(1x7x8)	10130
10	Duman Konsantrasyonu (mg/Nm ³)	620
11	Duman Çıkış Süresi (Saat)	1.75
12	Baca Gazı Debisi (Nm ³ /saat)	45
13	Toplam Duman (mg)(10x11x12)	48825
14	Alınan Birim Isı Başına Atılan Duman Miktarı (mg/Kcal)(13/9)	4.8
15	Atılan Kükürt Miktarı (gr)	142
16	Yakılan Birim Yakıt Başına Atılan Kükürt Miktarı(gr Kükürt/gryakıt)(15/1)	21.7

Tablo 5. Biriketlerin sobada yakma testleri (Standart) (Hava ayar konumu: Primer hava 2/3 oranında açık, sekonder hava duman çıkış süresince açık, daha sonra kapalı)

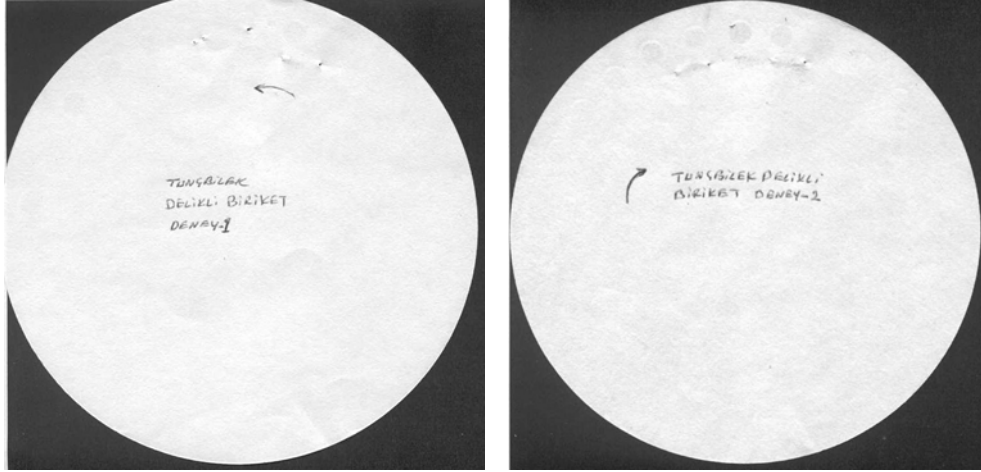
1	Konulan Yakıt (Kg)	6.000
2	Yanma Süresi (Saat)	3.33
3	Yakıtın Yanma Hızı (Kg/saat)	1.80
4	Serbest Isı Kaybı (%)	46.3
5	Bağlı Isı Kaybı (%)	2.00
6	Izgara Kaybı (%)	0.08
7	Isıl Verim (%)	51.6
8	Yakıtın Alt Isı Değeri (Kcal/kg)	3639
9	Alınan Toplam Isı (Kcal)(1x7x8)	11266
10	Duman Konsantrasyonu (mg/Nm ³)	70
11	Duman Çıkış Süresi (Saat)	0.08
12	Baca Gazı Debisi (Nm ³ /saat)	45
13	Toplam Duman (mg)(10x11x12)	252
14	Alınan Birim Isı Başına Atılan Duman Miktarı (mg/Kcal)(13/9)	0.02
15	Atılan Kükürt Miktarı (gr)	72
16	Yakılan Birim Yakıt Başına Atılan Kükürt Miktarı(gr Kükürt/gryakıt)(15/1)	12

Tablo 6. Biriketlerin sobada yakma testleri (Hızlı) (Hava ayar konumu: Primer hava deney süresince tam açık, sekonder hava duman çıkış süresince tam açık daha sonra yarı açık)

1	Konulan Yakıt (Kg)	6.000
2	Yanma Süresi (Saat)	1.91
3	Yakıtın Yanma Hızı (Kg/saat)	3.14
4	Serbest Isı Kaybı (%)	48.65
5	Bağlı Isı Kaybı (%)	0.80
6	Izgara Kaybı (%)	0.07
7	Isıl Verim (%)	50.48
8	Yakıtın Alt Isı Değeri (Kcal/kg)	3659
9	Alınan Toplam Isı (Kcal)(1x7x8)	11082
10	Duman Konsantrasyonu (mg/Nm ³)	70
11	Duman Çıkış Süresi (Saat)	0.08
12	Baca Gazı Debisi (Nm ³ /saat)	45
13	Toplam Duman (mg)(10x11x12)	252
14	Alınan Birim Isı Başına Atılan Duman Miktarı (mg/Kcal)(13/9)	0.02
15	Atılan Kükürt Miktarı (gr)	90
16	Yakılan Birim Yakıt Başına Atılan Kükürt Miktarı(gr Kükürt/gryakıt)(15/1)	15



Fotoğraf 5. Parça kömürün duman emisyon verileri



Fotoğraf 6. Hava kanallı biriketlerin duman emisyon verileri



Fotoğraf 7. Parça kömürün yakılması sonucu oluşan yanma kamarası



Fotoğraf 8. Biriketlerin yakılması sonucu oluşan yanma kamarası



Fotoğraf 9. Parça kömür külleri



Fotoğraf 10. Biriket külleri

5 ve 6 No.lu fotoğraflarda parça kömür ve hava kanallı biriketlerin duman emisyon verileri görülmektedir.

7 ve 8 No.lu fotoğraflarda parça kömür ve biriketlerin yakılması sonucu oluşan yanma kamaraları ve yanma sonrasında biriketler ve parça kömür görülmektedir.

7 No.lu fotoğrafta görüldüğü gibi parça kömürün yanması sonucunda görülen siyah bölgeler, yanma havasının ulaşmadığı kısımlardır. Farklı boyuttaki parçacıklar, bazı bölgelerde hava geçişini engellediğinden, hava kolay geçebildiği kanallardan kendine yol açmakta ve yanma kamarasının diğer bölgelerinde düzgün bir yanma olmamaktadır. Dolayısıyla, bu bölgelerdeki kömürler sürekli uçucu madde üreterek, hava kirliliğine sebep olmaktadır. Ayrıca, buralardaki kömürlerin büyük kısmı yanmadan kalmakta ve ızgara kaybını arttırmaktadır.

8 No.lu fotoğrafta ise, biriketlerin yakılması sonucunda oluşan yanma kamarası görülmektedir. Yanmanın her bölgede düzenli olduğu açıkça anlaşılmaktadır.

9 ve 10 No.lu fotoğraflarda ise parça kömür ve biriket külleri görülmektedir. Fotoğraflarda görüldüğü gibi, hava kanallı biriket külllerinde yanmadan kalan kömür parçacığının hemen hemen hiç kalmadığı gözlenmiştir.

TARTIŞMA

Hava kanallı biriketleme yöntemiyle parça Tunçbilek kömürüne göre, ısıl verimde %16 oranında bir artış sağlanmış, bacadan atılan kükürt emisyonu %50 civarında azaltılmış ve duman emisyon miktarı ise, ithal kömüre göre yaklaşık 10 kat daha aşağı çekilmiştir. Bu durumu değerlendirirken, Tunçbilek kömüründe uçucu madde oranının %30 olduğu, ithal linyitte ise bu oranın sadece %21-22 civarında olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapılan bu çalışmayla bir proses geliştirilmiştir. Kullanılan Tunçbilek kömürü, sadece Türkiye linyitlerinin problemlerini iyi yansıtan bir örnek olması nedeniyle seçilmiş olup, proses, hemen hemen bütün linyitlerimize rahatlıkla uygulanacak nitelikte basit bir biriketleme işlemidir.

Üretilen biriketler sobada şekilleri nedeni ile tam yanmanın olmasını sağlamak ve atılan uçucu emisyonu en alt düzeye inmektedir. Bu nedenle biriket sağlamlığını artırmak için zift, APP (Ataktik Propilen) veya Rezidue (Sasa-Fenol Formaldehit-Suni Reçine) gibi bağlayıcıların kullanılması durumunda da yanma sırasında çıkacak hidrokarbonlar sobada tam olarak yakılacağından bu bağlayıcıların dahi kullanılması durumunda hava kirliliğine neden olmayacaktır.

Ülkemizdeki linyit kaynaklarının değerlendirilerek en kısa zamanda ithal kömürün yerini almasını, halkımızın kaliteli ve ucuz yakıtla ısınacağı günlerin geri gelmesini diliyoruz.