

# **YÜKSEK VE DÜŞÜK UÇUCULU KÖMÜRLERİN SOBALARDA YANMASININ TUNÇBİLEK VE İTHAL KÖMÜRLER ÖRNEĞİNDE İNCELENMESİ**

---

## **AN INVESTIGATION INTO THE BURNING CHARACTERISTICS OF HIGH AND LOW VOLATILE COALS**

**Vedat ARSLAN<»)**  
**Mevlüt KEMAL <••>**  
**Orhan SEMERKANT (»••)**  
**Bayram KAHRAMAN (»\*»)**

**Anahtar Sözcükler: Kömür, Yakma**

### **ÖZET**

Bu çalışmada, yüksek uçuculu iki farklı boyuttaki (+50 mm ve 18-50 mm) Tunçbilek kömürleriyle, düşük uçuculu ithal kömürler (antrasit ve Petrokok) alttan ve üstten yakmalı sobalarda ayrı ayrı yakılmış ve yanma şeklinin yanma şartlarına ve sonuçlarına etkisi incelenmiştir.

### **ABSTRACT**

Tunçbilek high volatile coal samples of two different size fractions (+50 mm and 18-50 mm) together with low volatile imported coal sample have been subjected to different burning experiments, utilizing top and bottom combustible stoves. The results of the burning experiments have been presented and discussed.

- \* Araş. Gör., D.E.Ü. Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü, İzmir,  
\*\* Prof. Dr., D.E.Ü. Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü, İzmir  
\*\*\* Öğr. Gör. Dr., D.E.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, İzmir  
\*\*\*\* Araş. Gör., D.E.Ü. Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü, İzmir

**TÜRKİYE XML MADENCİLİK KONGRESİ, 1993**

## 1. GİRİŞ

Enerji üretiminde günümüzün en önemli kaynağı olan ve daha uzun bir süre insanlığın hizmetinde olacak rezerve sahip olan kömür, aynı zamanda en önemli çevre kirleticilerden birisidir. Bu nedenle, son yıllarda ülkemizde de yakılacak kömür kalitesi üzerinde önemle durulmaya başlanmış ve kömür kalitesine çeşitli sınırlamalar getirilmiştir. Ancak genelde, gerek denetimlerin yetersizliği ve gerekse de hatalı yakma hava kirliliğinin ülkemizde önemli bir problem olarak devam etmesine neden olmuştur.

^BHindiği gibi, kömürün yakılmasından kaynaklanan çevre kirliliğinin oranı, kömür kalitesi yanında, yakma sistemiyle ve şekliyle de önemli oranda ilişkilidir. Kömürün hatalı yakılması, çevre ve hava kirliliğine olan etkisinin önemli oranda artmasına sebep olmaktadır. Fabrika, termik santral ve merkezi ısıtma sistemlerinde modern bir yakma tesisi, bilinçli yakma ve alınan diğer önlemlerle kömürün yanması sonucu çevreye verdiği zararı asgariye indirmek mümkün olmaktadır. Ancak konutlarda soba kullanımıyla, gerek soba seçiminin yanlışlığı, gerekse de uygun yakma tekniklerinin bilinmemesi nedeniyle, normalden daha fazla çevre kirliliğine sebep olunabilmektedir. Burada en önemli etkende, halkın bu konularda yeterli bilgiye sahip olmaması ve bunun yanında kısa vadede yöresel kullanım alışkanlıklarının dikkate alınmamasıdır. Örneğin, büyük çoğunlukla tuğlalı soba kullanılan ve yanmakta olan sobaya kömür ilavesi yapılarak, sobanın devamlı yakılması alışkanlığı olan yörelerde yüksek uçuculu kömür kullanıma sunulması daha fazla kirliliğe sebep olan bir etkendir.

Bu çalışmada, yüksek uçuculu iki farklı boyuttaki (+50 mm ve 18-50 mm) Tunçbilek kömürleriyle, düşük uçuculu ithal kömürler (Antrasit ve Petrokok) alttan ve üstten yakmalı sobalarda, aynı şartlarda yakılarak, çevreye verilen emisyonlar araştırılmıştır.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

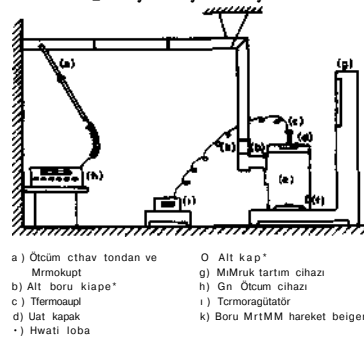
Yakma testlerinde kullanılan kömürlerden ikisi Tunçbilek lavvarı ürünü olup, Tunçbilek'ten temin edilmiş, diğer ikisi ise yurt dışından ithal edilmiş olan kömürlerden temin edilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan kömürlere ait temel kimyasal özellikler Çizelge 1 deki gibidir.

**Çizelge 1. Numunelerin kimyasal analiz değerleri**

Numune Adı	Nem (hk) %	Kül (hk) %	Yanıcı Kükürt (hk) %	Uçucu Madde (skb)%	AID (hk) kcal/kg
Tunçbilek +50 lave	11.95	15.32	1.68	51	4930
Tunçbilek 18-50 lave	9.46	20.03	1.83	52	4910
ABD-Petrokok	0.29	0.23	1.08	6	8180
Rusya Kömürü	2.27	7.83	0.30	13	7594

Tablodaki kömürlerin uçucu madde oranlarına baktığımızda, Tunçbilek kömürlerinin yüksek uçuculu kömürler, Rusya kömürünün ise ASTM'e göre Semi-Antrasit sınıfına giren düşük uçuculu bir kömür olduğu, petrokun da uçucu madde oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir. Ayrıca, Tunçbilek kömürlerinin de ülkemizin en kaliteli linyit kömürlerinden birisi olduğu bilinmektedir (1).

Söz konusu kömürler birisi kovalı, diğeri tuğlalı olmak üzere 2 ayrı tip sobada yakılmıştır. Kovalı soba üstten, tuğlalı soba ise tamamen doldurulduktan sonra alttan tutuşturulmuştur. Tutuşturma işleminden sonra, soba içerisine yanma havası sağlayan alt ve üst delikler devamlı açık tutulmuş ve soba sönene kadar bu delikler hiç kapatılmamıştır. Yakma denemeleri özel bir yakma düzeneğinde (Bak Şekil 1) gerçekleştirilmiş, yanmanın başlangıcından sonuna kadar her beş dakikada bir baca gazı ölçümleri alınmış, soba içi sıcaklıkları ölçülmüş ve tutuşturmadan itibaren kütlede meydana gelen değişimler ölçülerek yanma hızı hakkında bilgi elde edilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1. Yakma testleri deney düzeneği

Gaz ölçümleri sonucu elde edilen değerler, "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde" belirtildiği gibi, baca gazı 15  $\hat{u}_2$  içerecek şekilde yeniden düzenlenmiştir (2). Elde edilen sonuçlar aşağıda Tunçbilek kömürleri ve ithal kömürler için ayrı ayrı verilmekte, her kömürün alttan ve üstten yanma şartları birbiriyle kıyaslandıktan sonra, sonuçta yüksek ve düşük uçucular kömürlerin yanma sonuçları birlikte değerlendirilmektedir.

#### **Tunçbilek Kömürleri:**

İlk olarak yanma şartları ile ilgili olan hava fazlalığı katsayısı, kütle ve soba içi sıcaklık değişimlerini inceleyecek olursak (Bak Şekil 2-3);

Yanma esnasında sobaya giren havanın yanmaya iştirak etmeden bacaya giden kısmını gösteren hava fazlalığı katsayıları, yüksek uçuculu Tunçbilek kömürlerinin üstten tutuşturulması durumunda, alttan tutuşturulmaya nazaran daha uzun bir *süre* dengeli yandığını ortaya koymaktadır. Aynı sonucu, sobaya konulan kömürlerdeki kütle kaybını, yani yanma hızını incelediğimizde de görmek mümkündür. Alttan tutuşturmada, Tunçbilek kömürleri başlangıçta çok hızlı bir kütle kaybına uğramaktadır. Birim zamandaki hızlı kütle kaybına, yani yanmaya bağlı olarak ta, alttan yakmada, başlangıçta hızla yükselen soba iç sıcaklığı, yaklaşık 80 dakika sonra yine hızla düşmeye başlamakta ve dengesiz bir yanma olmaktadır. Üstten yakmada ise, başlangıçta 800 °C in üzerine çıkan soba iç sıcaklığı, 18-50 mm nin yakılmasında 2 saat kadar, +50 mm yakılmasında ise yaklaşık 3 saat kadar bu seviyenin üzerinde kalmakta ve daha dengeli bir ısı dağılımı meydana gelmektedir.

Altan ve üstten yakma sonuçlarını baca gazı bileşimi açısından irdelediğimizde, yine farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmektedir.

Karbonmonoksit gazı emisyonunun özellikle kömürün tutuşma başlangıcında oldukça yüksek seviyelerde olması her iki yöntemde de belli bir süre ölçüm alınmasına engel olmuştur. Ancak grafikler incelendiğinde, üstten tutuşturmada CO gazının daha önce ölçülebilir seviyeye indiği görülmektedir. Dolayısıyla, üstten yakmada daha az CO baca gazı yoluyla havaya verilmektedir. Her iki yakma şeklinde de uçucu madde

çıkışı azalmaya başlayınca CO emisyonları birbirine yakın seviyelerde seyretmeye başlamaktadır.

Tunçbilek kömürlerinin yakılması esnasında oluşan NO emisyonlarına baktığımızda, üstten yakmanın, alttan yakmaya nazaran daha fazla NO meydana getirdiği görülmektedir. Ancak gerek alttan, gerekse de üstten yakmada meydana gelen NO emisyonlarının Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliğinde belirtilen sınırın altında kalması (800 mg/m<sup>2</sup>) yakma yöntemi seçiminde ikinci derecede bir etken olmasına neden olmaktadır.

Farklı sobalardaki SO<sub>2</sub>- emisyonları incelendiğinde ise, üstten yakmada SO<sub>2</sub> emisyonunun belirli bir seviyede uzun sürede meydana geldiği görülürken alttan yakmada, SO<sub>2</sub> emisyonunun çok dengesiz bir dağılım gösterdiği ve ani yükselmeler meydana getirdiği görülmektedir. Her iki yöntemle yakma sonucunda meydana gelen SO<sub>2</sub> emisyonlarının toplamına bakıldığında ise (külde kalan kükürt yoluyla hesaplanmıştır), hemen hemen aynı olduğu görülmüştür.

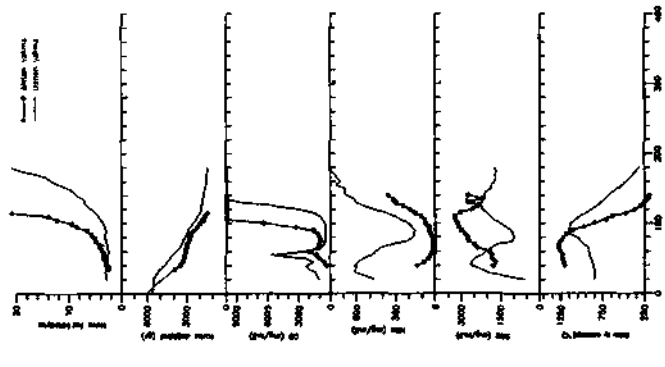
Her iki yakma şeklinde baca gazında meydana gelen tozluluk oranlarına baktığımızda, aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Söz konusu değerler incelendiğinde,

<u>Kömür Cinsi</u>	<u>Toz Miktarı (mg/m<sup>3</sup>)</u>	
	<u>Üstten Yakma</u>	<u>Alttan Yakma</u>
+50 lave	51	73
18 -50 lave	48	50

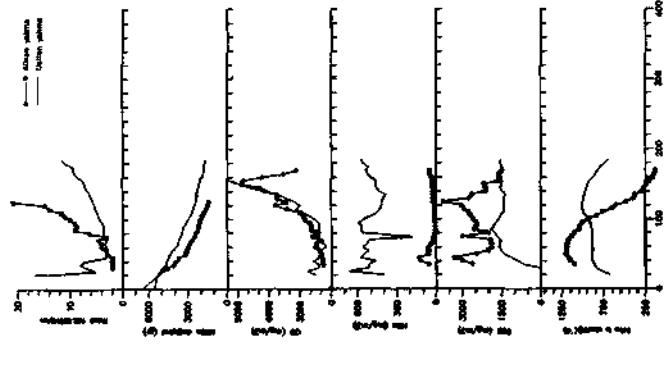
+50 mm lave kömürde alttan yakmada bir miktar daha fazla tozluluk meydana gelirken, 18-50 mm'nin meydana getirdiği tozluluk her iki yakma şeklinde de aynı kalmıştır.

#### **Düşük Uçuculu Kömürler**

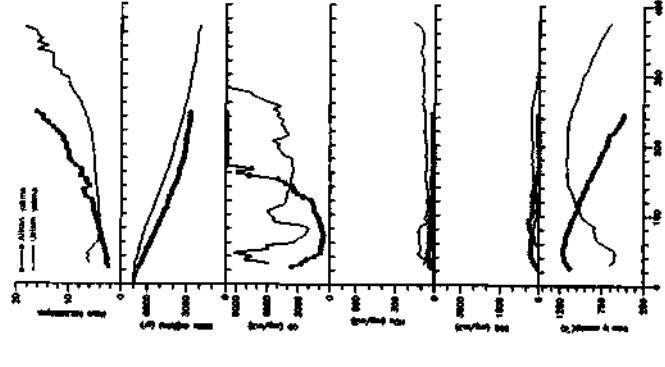
İthal Rus kömürü ve ABD-Petrokok'un, alttan ve üstten yakılmasında yanma şartlarında meydana gelen farklılıklara baktığımızda (Bak Şekil 4-5); hava fazlalığı katsayısı alttan yakmada daha kısa sürede yükselmeye başlamış, yani yanma alttan yakmada daha hızlı gelişmiştir. Yine



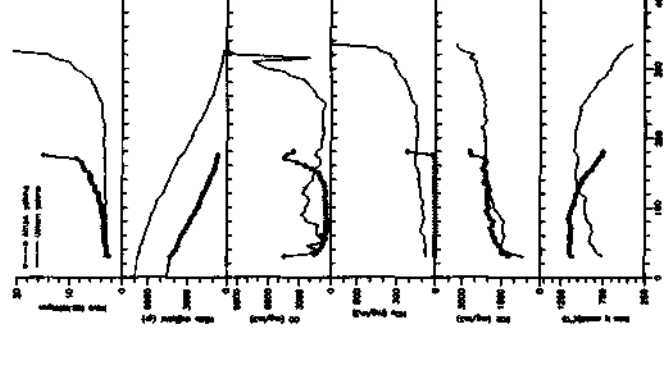
Şekil 2. Tuncbilek 10-50 cm İve Sızma yalıtım testi sonuçları



Şekil 3. Tuncbilek 50 cm İve Sızma yalıtım testi sonuçları



Şekil 4. 100 cm İve Sızma yalıtım testi sonuçları



Şekil 5. 100-200 cm İve Sızma yalıtım testi sonuçları

aynı şekilde yanmanın gelişimini gösteren kütle kayıplarına baktığımızda, alttan yakmada başlangıçta da, tam yanma anındakine benzer oranda kütle kaybı meydana gelirken, üstten yakma işleminde, özellikle başlangıçta oldukça düşük oranda kütle kaybı meydana gelmektedir. Bu sonuç düşük uçuculu kömürlerin üstten oldukça zor tutuştuklarını ortaya koymaktadır. Yanmaya bağlı olarak gelişen soba içi sıcaklığının zamana bağlı olarak değişimine baktığımızda ise, düşük uçuculu kömürlerde üstten tutuşturmada soba içi sıcaklığın ancak uzun bir süre sonra maksimuma ulaşabildiği görülmektedir. Alttan tutuşturmada ise, kömürün daha çabuk tutuşmasına bağlı olarak, soba içi sıcaklığın hızla yükseldiği görülmektedir.

Düşük uçuculu kömürlerin, alttan ve üstten yakılması durumunda oluşturdukları baca gazı bileşimlerindeki değişimler incelendiğinde;

Her iki yakma şeklinde elde edilen CO, NO<sub>x</sub> ve SO<sub>2</sub> emisyonlarının birbirine oldukça yakın olduğu görülmektedir. Ancak üstten yakmada, başlangıçta tam yanmanın sağlanamaması nedeniyle, CO emisyonu daha yüksek oranda meydana gelmektedir.

Aşağıda verilen baca gazındaki tozluluk oranlarına baktığımızda ise, düşük uçuculu kömürlerde de alttan yakmada üstten yakmaya nazaran bir miktar daha fazla tozluluk olduğu görülmektedir.

Kömür Cinsi	Toz Miktarı (mg/m <sup>3</sup> )	
	Üstten Yakma	Alttan Yakma
Rus kömürü	21	218
ABD-Petrokok	89	103

### 3. SONUÇLAR

Yüksek ve düşük uçuculu kömürlerin sobalarda yakılmalarında, alttan ve üstten tutuşturmanın yanma şartlarına ve sonuçlarının etkilerinin araştırıldığı bu çalışmadan aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

- Yüksek uçucu maddeli olan Tunçbilek kömürlerinin üstten yakılmaları daha uygundur. Bu tür kömürlerin alttan yakılmasında, alev ve sıcak gazlar direkt kömürün içinden geçmekte ve tüm kömürün kısa zamanda karbonize olmasına neden olmakta, ilk anda oluşan karbonizasyon gazlarının çoğunluğu da yanmadan baca gazına gitmektedir. Bu açıdan yüksek uçuculu kömürler mevcut sobalarda alttan tutuşturularak yakılmamalıdır.

- Düşük uçuculu kömürlerin üstten tutuşmasının oldukça yavaş olduğu ve iyi bir tutuşturmanın sağlanamaması durumunda iyi yanmadan kaynaklanan CO emisyonunun uzun süre yüksek seyrettiği ortaya çıkmaktadır.

- Buradaki kısıtlı sunuş içerisinde verilemeyen diğer bazı sonuçlarda alttan yakmada yüksek uçuculu kömürlerin yanma hızlarının kontrol edilemediği, yanmayı yavaşlatmak için soba kapaklarının kapatılması durumunda yüksek miktarda is ve CO'in baca gazıyla çıktığı tesbit edilmiştir. Aynı durum üstten yakmada da söz konusu olmakta ancak üstten yakmada gazlaşma daha yavaş olduğundan, kapakları belli oranda kısarak yanmayı kontrol etmek mümkün olmaktadır.

- Yüksek uçuculu kömürlerin gerek tuğlalı gerekse de kovalı sobada üstten tutuşturularak yakılmasından sonra, üzerine kesinlikle yeni kömür ilavesi yapılmamalıdır.

Ortaya çıkan bu sonuçlar, kömürün çevre kirliliğine etkisinin kalitesi yanında, yakılma şartlarıyla da önemli oranda ilişkili olduğunu göstermektedir. Kömürlerin yakılması konusunda halkı muhakkak bilinçlendirmek gereklidir. Kısa vadede ise yöresel alışkanlıklar dikkate alınarak kullanılan yakma yöntemlerine uygun kömürlerin sağlanması şarttır. Bunun mümkün olmadığı durumlarda da, kömür kalitesinin yüksek olmasına dikkat edilerek hatalı kullanımdan kaynaklanan kirliliğin bir de kalitesiz kömürle daha da artmasına engel olunmalıdır.

#### **KAYNAKLAR**

1. KEMAL, M., 1987, "Kömür Teknolojisi", D.E.Ü. Müh.-Mim. Fak. MM/MAD-87, EY 03, İzmir.
2. MÜEZZİNOĞLU, A., 1987, "Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları", D.E.Ü. Yayınları, Yayın No:0908.87.DK.006.042, İzmir.