

ÜSTTEN VE ALT YANDAN BESLEMELİ KÖMÜR SOBALARININ HAVA KİRLİLİĞİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Etem Sait ÖZ
Engin ÖZBAŞ
Emrah DENİZ

ÖZET

Bu çalışmada, klasik bir soba üzerinde bir takım değişiklikler yapılarak soba hem üstten hem de alt yandan beslemeli olacak şekilde tasarlanmış ve prototip imal edilmiştir. Bu sistemde, kömür besleme helezonu, eksen etrafında elle çevrilmektedir. Kömür, yükleme işlemi sobaya entegre bir depodan yanma odasına helezon ile yapılmıştır. Böylece, karıştırma ve besleme yönünden üstten beslemeli sobadan bir fark oluşturularak, her iki tip soba ile yakmada hava kirliliğinin etkileri karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada, 30 mm ile 50 mm arasında tane büyüklüğüne sahip linyit kömürü her iki sobada günün aynı saatlerinde yakılarak hava kirliliği seviyeleri araştırılmıştır. Kömür besleme metodu ile CO oluşumu arasında yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiş, alt yandan beslemeli sobada diğer sobaya göre, CO emisyonunda %19'luk bir azalma olmuştur. Toplam partikül madde emisyon miktarı alt yandan beslemede daha da düşüktür. Ek olarak, azot oksit (NO_x) ve kükürt oksit (SO_2) değerlerinde aynı kömürün yakılması ve aynı soba olması dolayısıyla bir değişiklik gözlenmemiştir. Sonuç olarak, tasarlanan alt yandan beslemeli sobanın üstten beslemeliye göre daha ekonomik ve çevreci olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler : Hava kirliliği, yakma, kömür, soba.

ABSTRACT

In this study, a conventional stove was reconstructed as to allow to be fed both from the top and through the lower side, and a prototype was made. Coal feeding helical is revolved axially by hand. Coal is loaded to the stove from an integrated depot into the stove by a helical. Thus we had a method of mixing and feeding different from the conventional stove and air polluting effects of these two stoves could be investigated comparatively.

In this study, lignite coal of between 30 mm to 50 mm diameter was burnt in both stoves during the same hours of the day and air pollution levels were investigated. There were a close relationship found between the coal feeding method and CO production. The stove fed from the lower side had a CO emission of 19% less than the other stove. Total particulate matter emission level is less for this stove as well. There was no change in nitrogen oxides (NO_x) and sulfur dioxide (SO_2) levels since the same coal was burnt in either stoves. It was concluded that the stove fed through the lower side is more economic and environmentally friendlier than the conventional stove fed from the top.

Keywords: Air pollution, burning, coal, stove

1. GİRİŞ

Enerjinin elde edilmesi ve kullanılması, gelişmiş toplum yaşantısı için çok önemlidir. Endüstriyel ve ekonomik gelişmeyle beraber artan enerji üretim ve tüketimi; hava, su ve toprak kirliliğini de beraberinde getirmiştir. Enerji üretmek amacıyla fosil yakıtların yakılması sonucu oluşan yanma ürünlerinin, önemli ölçüde hava kirliliğine neden olduğu da bilinmektedir.

Kömür, yaygın olarak bulunan fosil yakıt ve enerji üretmek için de en çok kullanılan yakıttır. Konutlarda kullanılan enerji türleri içerisinde kömüre dayalı enerji tüketimi %28'dir [1]. Bu nedenle, enerji üretimi amacıyla kömür kullanımı ile ilgili kararlar alınırken, geniş kapsamlı bir çevre analizinin yapılması da gerekmektedir.

Teknolojik gelişmeler, insanlara daha konforlu, daha rahat bir yaşam sağlamış olsa bile, aynı zamanda bir çok olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir. Bu olumsuzlukların en başında da çevre kirliliği gelmektedir. Başta insanlar olmak üzere, tüm kara canlıları için kendisi ile temasının kaçınılmaz olmasından dolayı, en öncelikli çevre sorunu da hava kirliliğidir [2].

Hava kirliliği, havada katı, sıvı ve gaz şeklindeki yabancı maddelerin insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zararlı olabilecek derişim ve sürede bulunmasıdır. Bu tanımda dikkati çeken önemli nokta, "zararlı olabilecek" ifadesidir. Bu ifade zarar kavramının hava kirlenmesinde yeterli açıklıkta ve kesin olarak belirlenememesinin bir sonucudur. Hava kirliliğinin etki şekli ve derecesi; yaş, dayanıklılık gibi kişisel faktörlere bağlıdır. Tanımda kullanılan diğer önemli terim ise "süre"dir. Hava kirlenmesinde kirleticilere maruz kalma süresi oldukça büyük önem taşımaktadır. Bazı kirleticilere düşük derişimlerde çok uzun sürede maruz kalınma ile olumsuz etki oluşurken, diğer bazı kirleticilerin düşük derişimleri, uzun sürede insanlarda ölümcül sonuç doğurabilmektedir [3].

Ülkemizde, bazı yerleşim birimlerinde, hava kirliliği insan yaşamını sona erdirebilecek boyutlara ulaşmıştır. Hava kirliliğinin bilhassa kış aylarında ölümcül boyutlara ulaşması bu konuda yakıt kaynaklı kirlenmenin önemini vurgulamaktadır. Ancak, hava kirliliği kaynaklarının yalnızca miktarına bakarak sonuçlara varılması doğru olmayabilir. Çünkü emisyon kaynağının gerçekleştiği şartlar, insan ve yaşayan kütle ile teması, derişimi ve diğer kirleticilerle bileşik etkileri, insanın ve yaşamın etkilenme derecesini belirlemektedir. Bu açıdan mesele hava kirliliğinde en büyük kaynağın tespitinden ötede, kaynakların katkılarının önlenmesi ve yaşam için zararlı kabul edilen sınırların aşılmasıdır [4].

Kömürün yakılması sonucu oluşan kirleticiler ve bunların miktarı; kullanılan yakma ünitesinin boyutuna, yakma yöntemine, yakıtın bileşimine, kullanılan kontrol cihazlarının etkinliğine ve çalışma şartlarına bağlı olarak değişmektedir [5].

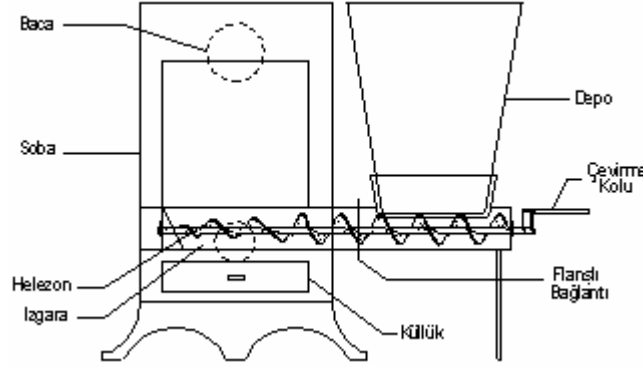
En uygun tasarım ve yakma tekniği, kömürün üstten tutuşturularak yakıldığı kovalı tip sobalardır. Ancak, hangi tip sobalar olursa olsun, kullanımı kişinin inisiyatifine kaldığından istenilen hedeflere ulaşılamamaktadır [6].

Bu çalışmada, en doğru yakma tekniğine uygun bir soba tasarımı yapılmıştır. Tasarlanmış olan helezonla alt yandan beslemeli soba ile üstten beslemeli bir sobanın hava kirliliğine etkileri karşılaştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tüm yakma sistemlerinin tasarımında olduğu gibi, soba tasarımı ve geliştirilmesi de yakıt analizi ve yanma özellikleri esas alınarak yapılmaktadır. Yerli linyitlerin verimli ve temiz bir şekilde yakılabilmesi için, sobanın yapısı ve özelliklerinden kaynaklanan sorunların ortadan kaldırılması istenir. Bunu gerçekleştirebilmek için uygulamalarda farklı tip sobalar ortaya çıkmıştır.

Klasik sobalar ile yapılan deneylerde soba yapılarının yanma üzerine olan olumlu ve olumsuz etkileri gözlenerek yeni sobanın tasarımı sırasında bu gözlemlerden yararlanılmıştır. Sobanın kullanımı sırasında işletme kolaylığının sağlanabilmesi, tasarımda göz önünde tutulan diğer bir faktör olmuştur. Yakıt yükleme, tutuşturma, kül yıkama ve kül temizleme işlemlerinin kolay ve pratik bir şekilde yapılabilmesi için gerekli tedbirler alınmıştır. Tasarlanan soba Şekil 2.1. de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Helezonlu alt yandan beslemeli soba

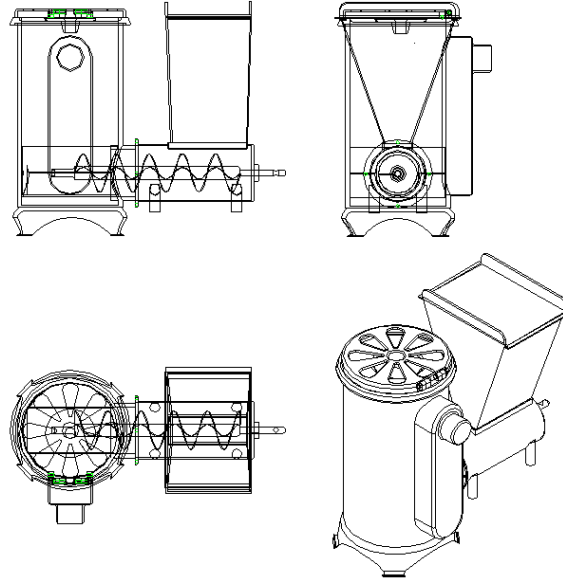
2.1. Helezonlu Alt Yandan Beslemeli Soba

Yeni tasarlanan helezonlu alt yandan beslemeli sobanın tasarımında aşağıdaki hususlar göz önüne alınmıştır.

1. Sobadaki bazı parçalar yakıtla bağlı olarak optimal yanma şartlarını sağlayabilecek şekilde değiştirilebilmeli veya yeni parçalar eklenebilir olmalıdır.
2. Sobanın kararlı rejimde çalışması için sürekli kömür beslemesi sağlanmalıdır. Kömür beslemesi, yanma verimini ve emisyon değerlerini minimum derecede etkileyecek şekilde yapılmalıdır.
3. Birbirine olan olumsuz etkileri en aza indirmek için sobanın yanma bölgesi ile ısı transfer bölgesi olabildiğince birbirinden ayrı olmalıdır.
4. Uçucu yanıcı maddeler sıcak ve oksijenli bir bölgeden (yanma boğazı) olabildiğince türbülanslı bir biçimde geçirilerek bunların yanması sağlanmalıdır.

Yeni soba için üstten beslemeli bir sobanın ızgarası çıkarılarak her iki besleme şekline uygun hale getirilmiştir. Helezon, yanma odası ve ızgara elemanları ile bunların montaj resimleri Şekil 2.2. de görülmektedir. Burada, helezon ile kömür yüklemesi yapılırken, helezonun ileri-geri hareketi, kömür besleme ve kül yıkama işlemlerinin beraber yapılmasını sağlamaktadır. Bu işlemde yanma odası ve ızgaranın geometrik yapısı önemlidir.

Sobanın ikincil hava verme elemanı ile yanma boğazı bölgesi sobanın kendisinde bulunmaktadır. Hava, sobanın alt kısmında ve üst kısmından iki ayrı noktadan alınmaktadır.



Şekil 2.2. Helezonla alt yandan beslemeli sobanın montaj resmi

2.2. Helezonlu Alt Yandan Beslemeli Sobanın Çalışması

Sobada yakma süresince yeterli miktarda kömür depoya doldurulmakta ve kömür helezonla yanma yerine götürülmektedir. Kül ayrıştırma işlemi helezonun ileri-geri hareketi ile yapılmaktadır. Birincil hava sobanın ızgarasının altından verilirken, kömürün yanması ızgara üzerinde gerçekleşmekte, uçucu yanıcılar yüksek sıcaklıktaki alev-oksijen perdesinin yer aldığı boğaz bölgesinde yakılmaktadır. İkincil hava sobanın üzerinden alınıp, yanma gazları tarafından ısıtılan kanallardan geçirilerek boğaz bölgesine verilmektedir. Isı transfer bölgesi boğaz kısmından sonra başlamaktadır. İkinci geçişin üst kısmı ve kuyruk borusu ısı transfer yüzeylerini oluşturmaktadır. Sobanın tutuşturulması, ızgaradaki az miktar kömür, üzerine konan odunlar yardımı ile olmakta ve bu kömürler iyice yanınca helezon yardımıyla istenilen ölçüde kömür beslenmesi yapılmaktadır. Yanma boyunca sobaya ilave edilen yakıt direkt olarak yanma bölgesi ile temas etmediğinden soba içerisinde sürekli yanma şartları bozulmamaktadır. Yanma başlangıcında alt ve üst kapaklar açık tutulmakta, böylece yanma sürekliliği sağlanmaktadır.

2.3. Kullanılan Ölçü Cihazı

Deneylerde, evsel ve endüstriyel yakma tesislerindeki baca gazı yoğunluklarının analizi için kullanılan çok fonksiyonlu bir ölçüm cihazı kullanılmıştır. Cihaz; CO, NO, NO₂, SO₂ ölçümlerini ppm ve mg/m³ cinsinden yapabilmekte ve fuel-oil, doğalgaz, şehir gazı, sıvı gaz, linyit kömürü (ısı değeri: 8,2 MJ), parlak kömür (ısı değeri: 31,5 MJ) ve odun (hava kurutmalı) yakıt seçeneklerini sunmaktadır.

2.4. Deneylerin Yapılışı

1. İki sobada da %5.52 nem, %6.70 kül, %0.27 kükürt ve 7600 kcal/kg ısı değere sahip linyit kömürü kullanılmıştır.
2. Deneylerin yapıldığı odada her iki soba için de aynı şartlar sağlanmıştır.
3. Kömürün helezon içinde sıkışmaması için tane büyüklüğü 30 mm ile 50 mm aralığında tutulmuştur. Aynı kömür üstten besleme yapılan soba için de kullanılmıştır.
4. Yapılan tüm deneylerde, sobalar 4500 gr linyit kömürü, 150 gr kağıt ve 350 gr tahta parçaları ile tutuşturulmuştur.
5. Sobalarda iki kere deney yapılmıştır.

6. İki sobada da her 2 saatte bir 2 defa kömür beslemesi yapılmış ve her beslemede ortalama 1000 gr kömür yüklenmiştir.
7. Dört deney boyunca ilk ölçümle son ölçüm arasında 8 saatlik zaman geçmiş ve dış ortam sıcaklığı 7-15 °C arasında değişmiştir.
8. Deneylerde ölçümler ortalama 10 dk. aralıklarla yapılmıştır.
9. Hassasiyet açısından elektronik terazi kullanılmıştır.
10. Baca gazı emisyon cihazının bağlantısı, üzerindeki ayarlamalar ve kalibrasyon, uygun şekilde yapılmıştır.
11. İslilik ölçümü için Ringelmann Skalası kullanılmıştır.

2.5. Deneysel Sonuçları ve Değerlendirme

Ülkemizde ısıtmada kullanılan sobalar yığılma tip veya kesintili yüklemelidir. Üstten beslemeli sobalarda tutuşturmadan sonra besleme işlemi üstten yapılmakta ve yanan kömür altta kalmaktadır. Bu da yüklenen kömürdeki uçucu ve yanıcı gazlar ile ısı ve kurum oluşumu sonucu açığa çıkan partiküllerin yanmadan bacadan gitmesine neden olmakta ve çevre kirliliği oluşturmaktadır. Yanma eksik olduğundan, üstten beslemeli sobanın ısı performansında düşme ve emisyon değerlerinde bir artış olmaktadır. Yeni geliştirilen sobada bu olumsuz durumlar azaltılmıştır.

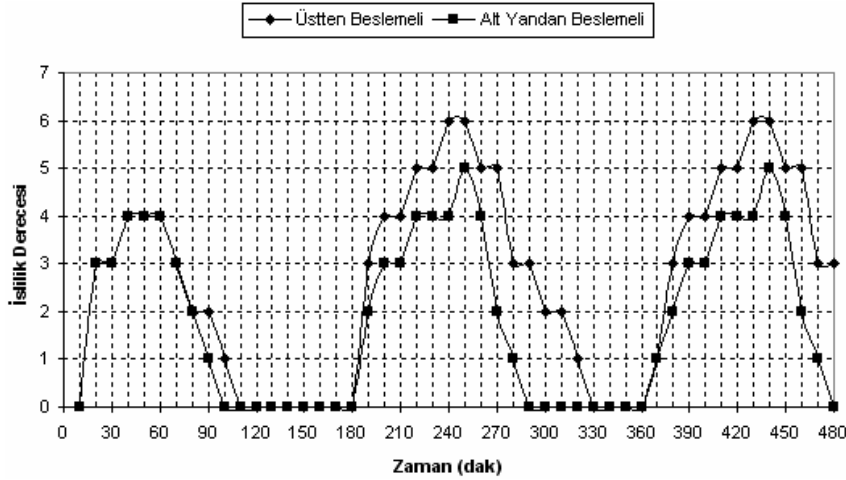
Üstten beslemeli sobada kömür yüklemesi esnasında kül yıkama işlemleri olmaz veya zorlukla yapılabilmektedir. Yeni geliştirilen sobada kömür yükleme esnasında helezon hareketi kül yıkama işlemini de yapabilmektedir.

Her iki tip sobanın baca gazı emisyon değerleri; Şekil 2.3, Şekil 2.4, Şekil 2.5 ve Şekil 2.6'da karşılaştırılarak gösterilmiştir. Bu çalışmada, üstten ve alt yandan besleme işlemleri sırasında ölçülen; ısılilik dereceleri, CO, NO_x ve SO₂ değişimleri (% 10 O₂'ye göre) kendi aralarında karşılaştırılmaktadır.

Çıkan sonuçların karşılaştırılmasında TS EN 303-5 Türk Standardı da dikkate alınmıştır. Tablo 2.1'de TS EN 303-5 Türk Standart'ına göre kazanlar için emisyon sınır değerleri verilmiştir.

2.5.1. İslilik Derecelerinin Karşılaştırılması

Deneylerde, her iki sobanın baca gazı ısılilik derecesi Ringelmann Skalası ile ölçülmüştür. Baca gazlarının partikül madde (PM) miktarı sayısal olarak bir sonuç bulunamasa da, emisyonların seviyesi hakkında karşılaştırma yapılmaktadır. Her iki soba için deney sonuçları Şekil 2.3. de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Üstten ve alt yandan besleme durumunda elde edilen ısılilik derecelerinin değişimi

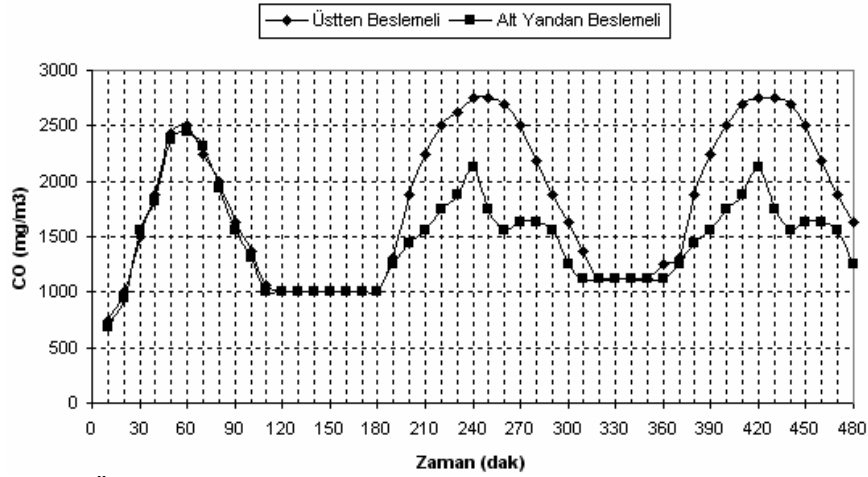
Yukarıdaki şekilden görüldüğü gibi, her iki sobada da ilk yanma esnasında değerler aynıdır. Fakat, yükleme işleminin başlamasıyla ısılık değerlerinin değiştiği görülmektedir. Üstten beslemeli sobada besleme anında kül yıkamanın tam olarak yapılamaması ve beslenen kömürün alttan yanmaya başlaması ile PM emisyon seviyesi, alt yandan beslemeli sobaya göre yüksek çıkmıştır.

Sonuç olarak ısılık derecelerinin karşılaştırılması neticesinde, alt yandan besleme ile PM emisyonunun azaldığı kesin bir şekilde ifade edilebilir.

2.5.2. CO Değişiminin Karşılaştırılması

Yanma esnasında; oksijen miktarı, alev sıcaklığı, yanma gazlarının yüksek sıcaklıkta kalma süresi ve yakma odası türbülansı gibi nedenlerden CO miktarı değişmektedir.

Deneyler, MSI compact baca gazı analiz cihazı ile her iki sobada test kurallarına göre ölçümler alınmıştır. Elde edilen sonuçlar; kendi aralarında ve TS EN 303-5 Türk Standardına göre de karşılaştırılmıştır. Her iki soba da elde edilen değerler Şekil 2.4. de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Üstten ve alt yandan besleme durumunda elde edilen CO değişimi

Üstten beslemeli soba ile alt yandan beslemeli sobada, ilk yanmadan besleme anına kadar CO emisyon değerlerinde bir değişme görülmemiştir. Fakat, beslemeden itibaren üstten yanmalı sobanın CO emisyonunu daha fazla artış göstermiştir. Bu durum; üstten beslemeli sobada, kül yıkamaması sonucu kömür taneciklerinin yeterli hava ile birleşmemesinden meydana gelmektedir. Kül yıkama işlemi alt yandan beslemeli sobada yeterince yapılabildiğinden kömürün yeterli hava ile teması daha iyi sağlanabilmektedir.

Üstten beslemede en yüksek 2750 mg/m^3 seviyelerine kadar çıkan CO emisyonu, alt yandan beslemede en yüksek 2500 mg/m^3 seviyelerini göstermiştir. Üstten beslemeli sobada CO emisyon değerleri 1800 mg/m^3 , alt yandan beslemeli soba da ise 1470 mg/m^3 olarak bulunmuştur. Sonuçta, alt yandan beslemeli soba üstten beslemeli sobanın CO emisyon değerini %19 azaltmıştır.

Alt yandan beslemeli kömür sobası, elle yüklemeli bir kazan olarak da düşünülebileceğinden TS EN 303-5 Türk Standardı olan Tablo 2.1'deki "Kazanlar İçin Emisyon Sınır Değerleri" açısından da karşılaştırılabilir.

Alt yandan beslemeli soba, yüklemenin elle yapıldığı, fosil yakıtın kullanıldığı ve anma ısı gücü 50 kW'tan düşük bir kazan olarak ele alınabilir. Bu durumda da sobanın alt yandan beslenmesi ile ölçülen CO emisyonlarının Sınıf 3'deki (5000 mg/m^3) sınır değerlerinin oldukça altındadır.

Tablo 2.1. Kazanlar için emisyon sınır değerleri (TS EN 303-5) [7].

Yükleme	Yakıt	Anma ısı gücü kW	Emisyon sınır değerleri*								
			CO			OGC			Toz		
			Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3
Elle	Odun Esaslı	≤50	25000	8000	5000	2000	300	150	200	180	150
		<50-150	12500	5000	2500	1500	200	100	200	180	150
		>150-300	12500	2000	1200	1500	200	100	200	180	150
	Fosil	≤50	25000	8000	5000	2000	300	150	180	150	125
		<50-150	12500	5000	2500	1500	200	100	180	150	125
		>150-300	12500	2000	1200	1500	200	100	180	150	125
Otomatik	Odun Esaslı	≤50	15000	5000	3000	1750	200	100	200	180	150
		<50-150	12500	4500	2500	1250	150	80	200	180	150
		>150-300	12500	2000	1200	1250	150	80	200	180	150
	Fosil	≤50	15000	5000	3000	1750	200	100	150	150	125
		<50-150	12500	4500	2500	1250	150	80	180	150	125
		>150-300	12500	2000	1200	1250	150	80	180	150	125

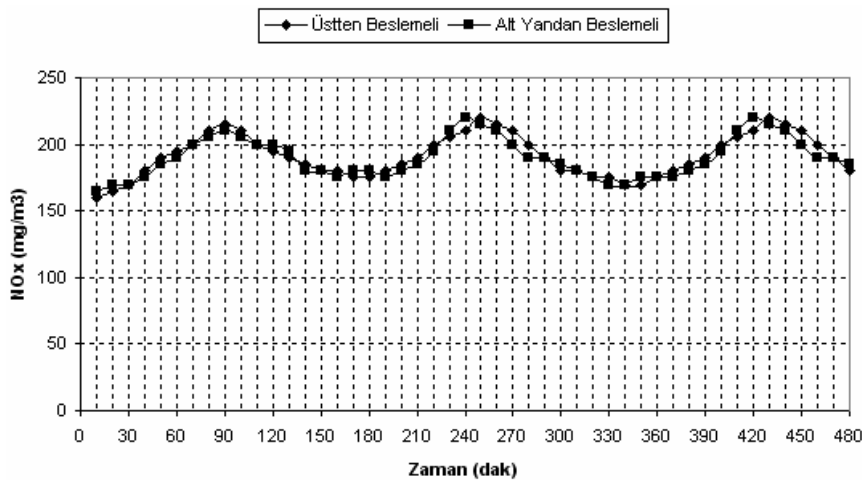
* 0 °C 1013 mbar'da kuru atık gazlara atıf yapılan.

2.5.3. NO_x ve SO₂ Değişimlerinin Karşılaştırılması

Kömür yakma sistemlerinden atmosfere atılan azot oksitler; azot monoksit (NO), azot dioksit (NO₂) şeklindedir. Yanma esnasında; yüksek sıcaklıklarda yanma havasındaki oksijen atomlarından ve kömür içindeki azottan meydana gelir.

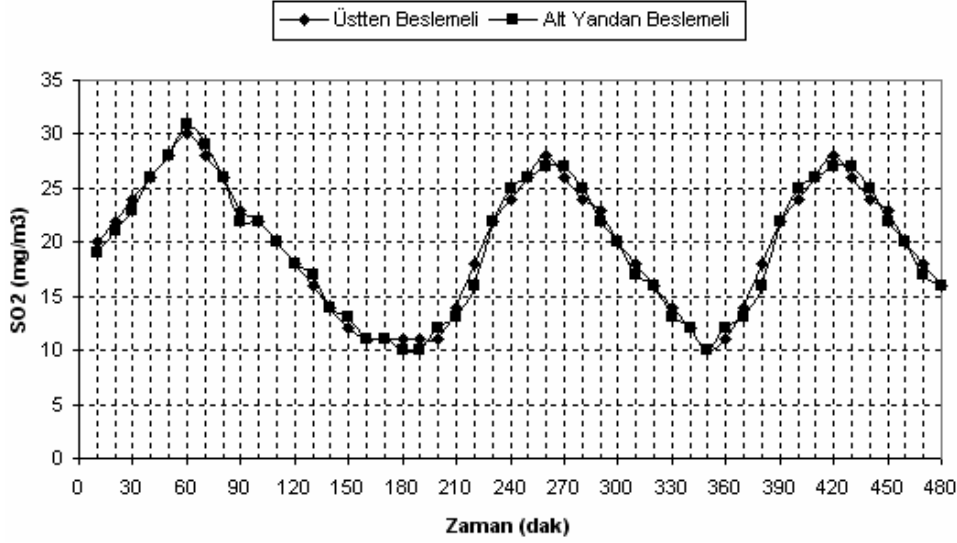
Kükürt oksitlerin temel kaynağı, yakma sistemlerinde kullanılan kömürün içerdiği kükürttür. Kömürlerin kükürt içerikleri, oluşumları sırasındaki çevre şartlarına ve kömürleşme derecesine bağlı olarak değişmektedir.

Sobalarda yapılan deneyler sırasında NO_x ve SO₂ emisyon değişimleri de gözlenmiştir. Bu gözlemler, her iki yakma durumunun kendi aralarında karşılaştırmaları Şekil 2.5. ve Şekil 2.6. da NO_x ve SO₂ olarak yapılmıştır.



Şekil 2.5. Üstten ve alt yandan besleme durumunda elde edilen NO_x değişimi

Şekil 2.5. deki grafiğe göre, ölçülen NO_x emisyon değişimi iki yakma durumunda da oldukça yakındır ve ortalama 190 mg/m³ değeri elde edilmiştir.



Şekil 2.6. Üstten ve alt yandan besleme durumunda elde edilen SO₂ değişimi

Şekil 2.6. daki şekilde de, her iki tip beslemede de SO₂ emisyon değişimi de paralellik göstermiş ve ortalama 20 mg/m³ değeri ölçülmüştür.

Deneylerde tek tip kömürün kullanılmasından dolayı, her iki sobada da NO_x ve SO₂ emisyon değişimleri oranında bir fark gözlenmemiştir.

SONUÇ

1. Günümüzde üstten beslemeli sobalarda yakıtlar gelişi güzel olarak yakılmaktadır. Bu durum enerji kaybına ve sobalardan kaynaklanan hava kirliliğine yol açmaktadır.
2. İki sobada da ısı transferi için ayrıca bir mekanizma düşünülmemiş yanma ve ısı transferi olaylarının etkileşim içinde gerçekleştirilmesine çalışılmıştır.
3. Her iki tip sobada da yanma sırasında kül yıkama işlemi için bir uygulama getirilmemiştir. Ancak alt yandan beslemeli sobada helezonun ileri-geri hareketi kömür besleme anında kül yıkama işlemini de sağlamıştır.
4. Yeni geliştirilen soba kullanım açısından pratiktir. Diğerlerinde soba söndükten sonra ızgara üzerinin kullanıcı tarafından temizlenmesi gerekliken bu sobada buna gerek yoktur.
5. Alt yandan beslemeli sobada yanma bölgesindeki yanma koşullarının sürekliliği sağlanmıştır. Sobaya kömür beslenmesi durumunda, beslenen kömür doğrudan yanma yerine verilmediğinden bu bölgedeki yanma koşullarının sürekliliğinin bozulmaması sağlanmıştır.
6. Deneyler sonucunda; alt yandan beslemeli sobada, CO emisyonu açısından %19'luk bir azalma ve PM emisyonu açısından da toplam miktarda önemli bir düşüş olduğu anlaşılmıştır.
7. Alt yandan beslemeli sobanın üstten beslemeli sobaya göre emisyonlarının daha düşük olması sobanın daha ekonomik ve çevreci olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- [1] BAŞOL, K., “Doğal Kaynaklar Ekonomisi”, Anadolu Matbaası, 138-139,1994.
- [2] ÖZ, E.S., ÖZBAŞ E., “Kömür Sobasının Üstten ve Alttan Beslemeli Yakılarak Emisyonlarının Karşılaştırılması”, Teknoloji, Cilt 8, Sayı 2, 2005.
- [3] OKUTAN, H., “Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü”, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Bölüm 1, 1-14, 1993.
- [4] EKİNCİ, E., “Hava Kirliliği Kaynakları ve Kontrolü”, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Bölüm 3, 49-54, 1993.
- [5] MERİÇBOYU, A.E., BEKER, Ü.G., KÜÇÜKBAYRAK, S., “Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri”, Editör Orhan Kural, 573, 2003.
- [6] ÖZBAŞ E., “Kömür Sobasının Üstten ve Alttan Beslemeli Yakılarak Emisyonlarının Karşılaştırılması”, Bilim Uzmanlık Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 2004.
- [7] TSE EN 303-5, “Türk Standardı, Kazanlar–Bölüm 5, Katı Yakıtlı Kazanlar–Elle ve Otomatik Yükleme, Anma Isı Gücü 300 kW'a Kadar–Terim ve Tarifler, Özellikler, Deneyler ve İşaretleme”, 22, 2001.

ÖZGEÇMİŞLER

Etem Sait ÖZ

1952 yılı Manisa Soma doğumludur. 1973 yılında Ankara Teknik Yüksek Öğretmen Okulunu birincilik ile bitirmiştir. 1979 yılında A.İ.T.İ.A. İşletme Yönetimi Enstitüsü'nde Yüksek Lisans ve 1989 yılında Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Doktora öğrenimini tamamlamıştır. 1995 yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı'nda Doçentlik ve 2001 yılında ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı'nda Profesörlük unvanını almıştır. Güneş enerjisi, sıhhi tesisat, yanma, ısıtma ve çevre konularında çalışmaktadır. ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı öğretim üyesi ve aynı Fakültenin Dekanı olarak görev yapmaktadır.

Engin ÖZBAŞ

1976 yılı Tokat Turhal doğumludur. 2001 yılında GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Öğretmenliği Programını bitirmiştir. 2004 yılında ZKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2002 yılından beri ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi görev yapmaktadır. Yanma ve çevre konularında çalışmaktadır.

Emrah DENİZ

1977 yılı Zonguldak doğumludur. 2000 yılında GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Öğretmenliği Programını bitirmiştir. 2003 yılında ZKÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimini tamamlamıştır. 2004 yılından beri ZKÜ. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Tesisat Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi görev yapmaktadır. Alternatif enerji kaynakları, yanma ve soğuma konularında çalışmaktadır.