MBD 2015, 4 (2): 103 – 108

MESLEKİ BİLİMLER DERGİSİ
ISSN: 2146 - 7420
www.meslekibilimler.com

MAKALE HAKKINDA

Geliş :

MAYIS 2015

Kabul:

AGUSTOS 2015

GAZLAŞTIRMA İLE KÖMÜR VE BİOKÜTLE KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

EVALUATION OF COAL AND BIOMASS SOURCES WITH GASIFICATION

Murat KADEMLİ[a]

Öz

Bu çalışmada, kömür ve biokütlenin gazlaştırılma teknolojileri ve mevcut fosil yakıtlarla mukayese edilmesi tartışılmıştır. Dünya çapında konvansiyonel olarak kullanılmakta olan fosil yakıtların, hızla tükenmesi ve çevre açısından zararlı etkileri, dünyanın giderek artan enerji ihtiyacı ve özellikle petrol sağlayıcı (OECD) ülkelerinin siyasi olarak istikrarsız görünümü, taşıma ve depolama gibi birçok problemleri bulunmaktadır.

Bu nedenle, tüm Dünya'da olduğu gibi ülkelerimizi de öz kaynaklara ve yeni teknolojilere dayalı alternatif enerji kaynaklarına yöneltmektedir. Bu sebeple, son yıllarda özellikle yeni aramalarla mevcut kömür rezervleri hızla artış göstermiş bunun sonucunda kömür teknolojilerine olan ilgi giderek artmıştır. Linyit ve taş kömürünün gazlaştırma teknolojisi yıllardır, üzerinde çalışılan, tartışılan ve elde edilen yakıtların gelecek yıllarda petrol ve doğal gazın yerini alacağı düşünülen en güçlü adaydır.

Anahtar Kelimeler: Kömür, Gazlaştırma, Biokütle

Abstract

The sharp decrease of sources, the detrimental effects for environment, the unstable political status of OECD countries and transportation and storage issues are very important problems of fossil fuels that are used by Worldwide conventionally. That's why; our country is searching new methods and technologies to evaluate our local energy sources like rest of the world.

In recent years, there are so many coal reserve have been found and the total coal reserve of our country has been raised rapidly. This situation causes to turn all eyes on different coal technologies such as gasification. Lignite and hard coal gasification technologies are studied and argued in years as a new fuel that heir to the throne of petroleum products.

Keywords : Coal, Gasification, Biomass

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

Giriş

Dünya enerji tüketiminin yaklaşık olarak % 65'i fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz, kaya gazı) tarafından sağlanmaktadır. Tüm fosil yakıtlar içerisinde ise en yüksek rezerv ve en yüksek kirletici özelliğe sahip yakıt kömürdür. Dünyanın içinde bulunduğu enerji ihtiyacı göz önüne alındığında çevreye olan zararlı etkilerine karşın, kömür kolay kolay vazgeçilebilecek bir kaynak değildir. Ancak, kömürün mevcut durumda içinde bulunan safsızlıklar ve yüksek miktarda karbon salınımı nedeniyle, mümkün olduğu kadar temiz kömür teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Fosil kökenli veya biokütle kökenli katıların organik kısımların düşük oksijen miktarları ile tepkimeye sokularak, kontrollü şekilde kısmi oksidasyonu sonucunda gaz ürünlere dönüştürülmesi olarak tanımlanır. Burada, katı ve gaz fazların oluşturduğu heterojen tepkimeler söz konusudur. Kömür Gazlaştırma süreci seçimi için öncelikle gazlaştırılacak kömürün özellikleri çok iyi bilinmelidir. Kömürün nem, kül, sabit karbon ve uçucu madde içerikleri ile aktivitesinin, tane boyutunun, kekleşme özelliğinin ve külünün erime sıcaklığının gazlaştırmaya önemli ölçüde etkileri vardır.

Sabit yataklı gazlaştırıcılarda nem %35 ve kül içeriği %10'u geçmemek koşuluyla gazlaştırma işlemi uygulanmaktadır. Kömürün nem içeriği bu değeri aştığında bir ön kurutma gerekmektedir. Sürüklenmeli yatak sistemlerinde yüksek oranda nem içeriği gazlaştırma için verilen su buharına yardımcı olmaktadır. Fakat bu durumda sisteme ekstra ısı verilmesi gereklidir.

Bünyesinde kül içeriği yüksek kömürler ise kül içeriği arttıkça, yanıcı ve gazlaştırılacak madde miktarları azalmakta ve buna bağlı olarak, verim düşmektedir. Belirli bir kül oranını aşması durumunda ise imkânsız hale gelmektedir. Ayrıca, reaktör kapasitesinin düşmesine de neden olmaktadır. Süreçte üretilen gazlarla karışan uçucu maddeler, toplam gaz ürün miktarının artışına sebep olur. Yüksek basınç ile uçucu madde içeriğindeki hidrojen, kömürdeki karbon ile birleşip metan ve hatta etan oluşturabilir (Canel and Hedden, 1995; Canel, 1986;) .

Gazlaştırma dört aşamaya ayrılır. Bu aşamalar, Oksidasyon, proliz, karbonsuzlaştırma, indirgemedir.

Oksidasyon:

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 \quad (1)$$

$$H + O_2 \longrightarrow H_2O \quad (2)$$

Katı karbon (C) ve hidrojen (H), yukarıdaki reaksiyonlar gereğince, okside olarak ısı enerjisi açığa çıkarırlar. Bu reaksiyonlar sıcaklığın dışarıya verildiği ekzotermik reaksiyonlardır. Bunlar sırasıyla karbondioksit ve su buharına dönüşürler. Yanma sonucu yanmayan inorganik minerallerin bulunduğu kül de açığa çıkmaktadır.

Piroliz

Organik maddeler oksijensiz ortamda ısıtılırsa ortaya çıkan termal parçalanma sürecine piroliz adı verilir. Oksijensiz ortamda 500-600 °C' a kadar ısıtılarak gaz bileşenleri, uçucu maddeler, mangal kömürü ve kül açığa çıkar. Yüksek sıcaklığa çıktığında ise gaz bileşenleri açığa çıkar. Oksijensiz ortamda karmaşık organik moleküller 400-600 °C sıcaklık bölgesinde parçalanarak yanabilir, yanamaz gazlar, katran ve zift açığa çıkar.

Karbonlaştırma

Karbonlaştırmada; biokütle, turba, kömür gibi organik maddeler havasız ortamda kimyasal parçalanmaya uğrarlar. Bu işlem de farklı sıcaklık bölgelerinde gerçekleşir (150 - 500 ºC). Karbonlaşma işlemi sonucu açığa çıkan gaz bileşenleri yaklaşık olarak %50 CO_2 , %35 CO, %10 CH_4 ve %5 diğer hidrokarbon ve H_2'dir.

İndirgenme

Katı karbon içeren organik kökenli yakıtın gazlaştırılmasında yaklaşık 500 °C sıcaklığa kadar olan süreç piroliz aşaması olarak

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

adlandırılmaktadır. Bu aşamada, karbon, gazlar ve katran elde edilir. Isıtma 1000 °C'a kadar çıkıldığında ise karbon da su buharıyla tepkimeye girerek CO ve H_2 üretilir. Ham maddedeki değişken oksijen oranına bağlı olarak gazlaştırma işlemi için ilave oksijen girdisi gerekebilir veya gerekmeyebilir (Çakal vd., 2007; Nayır, 2012)

Gazlaştırıcı Tipleri

a) Sabit Yataklı Gazlaştırıcılar

Sabit yataklı gazlaştırıcılar oldukça kolay tasarlanır ve çalıştırılır. Bu yüzden küçük ve orta ölçekli güç ve termal enerji kullanımları için uygundurlar. Fakat çalışma sıcaklıklarını her bölgede aynı tutmak ve reaksiyon bölgesindeki gaz fazını yeterli oranda karıştırmak zordur. Sonuç olarak ortaya çıkan gaz ürün miktarı önceden tahmin edilemez ve bu yüzden büyük ölçekli güç kullanma maksatlı tercih edilmez.

Yukarı akışlı gazlaştırıcılar

Yukarı akışlı gazlaştırıcılarda yakıt, tepeden verilirken hava akımı aşağıdan yukarı doğru verilir. Yakıt, aşağı doğru inerken kurur; pirolize uğrar; gazlaşır ve yanar. Basit yapılıdır, gaz çıkış sıcaklığının düşük olmasına bağlı olarak internal ısı değişimi ve yüksek gazlaştırma verimlidir. Yüksek nem miktarına sahip yakıtlarla da kullanılabilir. Kurutma işlemine gerek olmaksızın gazlaştırma yapılabilir.

Aşağı akışlı gazlaştırıcı

Aşağı akışlı gazlaştırıcılarda hava/oksijen ve biokütle tepeden beslenir. Yakıt ve gaz hareketi aynı yönlü olur ve gaz reaktörü alt kısımdan terk eder. Üretilen gaz reaktörün alt kısmından çıkar. Yukarı akışlı gazlaştırıcının tersine, aşağı akışlı gazlaştırıcıda, biokütle ile gaz arasındaki ısı transferi çok düşüktür. Bu yüzden çıkış gaz sıcaklığı oldukça yüksek olur, aşağı akışlı gazlaştırıcının en önemli avantajı, üretilen gazın oldukça düşük miktarda katran içermesidir. Ancak, Gaz, yüksek oranda toz ve kül içerir ve bu yüzden oksidasyon bölgesini kül parçalarıyla geçmek durumunda kalır.

Karşıt akışlı gazlaştırıcı

Karşıt akışlı gazlaştırıcılar odun kömürü kullanımı amaçlı tasarlanmışlardır. Odun kömürünün gazlaştırılması, ocak bölgesinde çok yüksek sıcaklıklarda sonuç vermiştir. Karşıt akışlı gazlaştırıcıda besleme aşağı doğru inerken hava yan taraftan verilir. Oluşan gazlar ise karşı tarafta aynı seviyedeki noktadan çekilir ve çıkış sıcaklıkları 800-900°C arasındadır.

Açık akışlı gazlaştırıcı

Açık akışlı gazlaştırıcılar, özellikle düşük yoğunluğa sahip saf maddeler (örn. Pirinç kabukları) için dizayn edilmiştir. Düşük yoğunluk yüzünden, yakıtın geçişinde tıkama ya da akışı engelleme durumunu ortadan kaldırmak için darboğaz yapılmaz. Döner ızgaralar gibi özel makinalar külün arındırılması ve yakıtın karıştırılması için sisteme eklenebilir.

b) Akışkan Yatak Gazlaştırıcılar

Kabarcıklı Akışkan Yatak Gazlaştırıcı

Bu tip gazlaştırıcılarda, yatağı oluşturan katı parçacıkların yükselmesi için gazın hızı yeterince yüksek olmalıdır. Böylece yatak genişler ve bir sıvı gibi kabarcıklanır. Gaza nispeten büyük kütleli olan kum, yatak sıcaklığını dengede tutar. külü taşımak için parçacık kontrolü için siklonların ya da elektrostatik çöktürücüler kullanılır.

Dolaşımlı Akışkan Yatak Gazlaştırıcı

Dolaşımlı akışkan yatak gazlaştırıcının en önemli bir avantajı, değişik bileşim ve nem içerikli hammaddeleri işleme kapasitesidir Bu sistemlerde kapasitenin üst limiti yoktur (Demirbaş, 2007; Velez vd., 2008).

Sentez Gaz

Sentez gazı, karbon içeren fosil kökenli ve/veya biokütlenin gazlaştırılması ile elde

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

edilen ve ısıtma değerine sahip bir ara üründür. Sentez gazı, genel olarak CO, CO_2, H_2 tan oluşur. Sentez gazı adını, sentetik doğalgaz ara ürünü olması ve amonyak, gübre ya da metanol gibi farklı kimyasalların sentezinde rol almasından dolayı alır. Sentez gazı ayrıca yakıt ya da makine yağı olarak kullanılabilen sentetik petrolün üretiminde de kullanılır.

Sentez gazı doğal gazın enerji içeriğinin yarısına sahiptir. Direk olarak yakılamaz fakat yakıt kaynağı olarak kullanılabilir. Sentez gazının bir diğer kullanım alanı kızgın buhar ya da elektrik üretimidir. Gazlaştırmada genel olarak kömür, karbon içeren petrol tabanlı malzemeler ve atıklar kullanılabilir. Bu reaksiyonlarda karbon su ile reaksiyona girerek CO, CO_2, ve H_2 oluşturur.

$$C(k) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g) \quad (3)$$

Yerinde Gazlaştırma

Kömürün gazlaştırılması ile oluşacak sentez gazı ve/veya ileriki adımda H_2 gazının üretiminde, kömürün içerdiği ve doğaya zararlı olan safsızlıkların bertaraf edildiği yöntemler araştırılmaktadır.

Bu nedenle, yerinde kömür gazlaştırma (UCG) yöntemi ön plana çıkmaktadır. Dünya'da uygulanan temiz kömür teknolojisi yöntemlerindendir. UCG yöntemi kalorifik değeri düşük, çıkarılmayan veya kömür yatağının yapısı yüzünden çıkarılamayan kömür yataklarındaki kömürün oksijen ve buhar karışımı (oksidant) ile yanıcı gaz (syngas) haline dönüştürülmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde kömür yatakları reaktör görevini görmektedir.

İşlem yanma değil kısmi oksidasyondur ve elde edilen yanıcı gaz(syngas) kurulan Bütünleşik Gazlaştırma döngü santrallerinde elektrik üretiminde kullanılabildiği gibi sıvı yakıt elde etmekte ve kimyasalların üretiminde de kullanılabilmektedir.

Genel olarak yüzeyden kömür yatağına doğru açılan birbirine paralel, enjeksiyon ve üretim sondajları kullanılır. Gazlaştırma için oksijen veya zenginleştirilmiş hava kullanılmaktadır. Kullanılan kuyu dibi sondajı dizi elemanları sayesinde kontrollü ve verimli bir süreç gerçekleştirilebilmektedir.

Kömürün yanma tepkimesi, kömürün normal şartlarda yanması için gerekli olan sıcaklığa ısıtılması ile sağlanmaktadır. Kömür yatağına gönderilen oksijen ve/veya zenginleştirilmiş hava yanma sürecinin devam etmesini sağlamaktadır. Ancak yanma tepkimesi için gerekli olan oksijen miktarı sınırlı olduğu için kömür tamamen yanmak yerine kısmen yanacak ve sonuçta ısı, karbon dioksit ve çoğunlukla karbon monoksit, hidrojen ve metan gazlarının bir karışımı olan sentez gaz oluşacaktır (Cenan, 2014; Peters ve Juntgen, 1965; Hedden, 1958; Canel, 1986).

Kullanım Alanları

Gazlaştırma işlemi sonucunda oluşan üretilen gazın içten yanmalı motorlarda kullanılabilmesi için katran ve özellikle partiküllerin temizlenmesi gerekir. Üretilen gazın yanabilen içeriği başlıca karbon monoksit, hidrojen ve hidrokarbon gazlar (hammaddeye bağlı) ve azotun değişik oranlarda karışımıdır. Enerji içeriği içten yanmalı motorlarda, kazanlarda ve fırınlarda kullanıma uygundur. Biyokütlenin gazlaştırılmasında ise tam yanma koşullarının sağlanması oksidant olarak saf oksijen veya buhar kullanıldığında mümkün olmaktadır. Bu sayede yüksek enerji yoğunluğuna sahip gaz elde edilebilmektedir. Isıl değeri düşük olmasın rağmen gaz motorları ve türbinlerinde, elektrik üretiminde veya içten yanmalı motorlarda katı biokütle gazlaştırılarak enerji kaynağı olarak kullanılabilir.

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

Sonuç

Ülkemiz linyitlerinin ısıl değerleri düşük ve nem içerikleri yüksektir ayrıca kükürt içerikleri de yüksektir. Bu nedenle, kömür temizleme yöntemleri ile hazırlanmadan yakılarak değerlendirilmeleri büyük hava kirliliğine yol açmaktadır. Yerinde gazlaştırma yöntemi uygulanarak, linyitlerin çevreye olan zararını minimum seviyede tutmak mümkündür. Ayrıca, kömürün çıkarılma, yıkanma, depolanma ve taşınma maliyetlerinden kurtularak, gazlaştırılmış ürünü boru ile taşımak mümkün hale gelecektir. İş ve İşçi sağlığı açısından da, her geçen gün artan iş kazalarının önemli ölçüde azalacağı öngörülebilir.

Biyokütlenin doğal enerji kaynağı olarak kendini sonsuza kadar yenileyebilecek bir enerji kaynağı olduğu tartışılmaz bir gerçektir. Biokütlenin diğer fosil yakıtlara oranla düşük karbon içeriğinden dolayı, ısıl değeri yüksek gaz üretimi sınırlıdır. Ancak, doğaya saldığı karbonun kısa bir süre zarfında yeni biokütle üretiminde (tarım ürünleri, yüksek yağ oranlı bitkiler v.b.) atmosferden geri çekeceği düşünüldüğünde toplam karbon salınımı minimum düzeyde kalacak ve bu yönüyle diğer organik kökenli yakıtlar olan fosil yakıtlardan kesin bir şekilde ayrılacaktır.

Ancak, biokütleden enerji üretmek için, bitki yetiştirmek, son derece zor, maliyetli, geniş tarım arazileri gerektiren bir süreçtir, ayrıca bu tür bitkilerin tükettiği, su ve minerallerin tarım arazilerini verimsizleştireceği göz ardı edilmemelidir. Bu yönüyle, biokütle den elde edilecek enerjinin belirli limitler içinde kalması söz konusudur.

Herşeye rağmen gazlaştırma, mevcut kömür yataklarından daha temiz enerji üretebilen bir enerji üretim teknolojisidir. Yenilenebilir enerji teknolojileri arasında, farklı hammadde kombinasyonlarının kullanılabilen bir yapıdadır ancak yenilenebilir enerji kaynağı olarak nitelendirilemez. Gazlaştırma yöntemi ile elde edilen enerji kalitesi iyileştirildiğinden, makinalarda kullanımında daha verimli ısı ve elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Tüm bu avantajlarının yanında, çevre için son derece rahatsızlık verici olan pis su çıkışı, koku ve patlama riski en önemli dezavantajlarıdır.

Kaynaklar

Canel M. (1986) “Kömürlerin Gazlaştırılması” Madencilik Cilt 25 (2) sf: 35 – 41

Canel, M., HEDDEN, K., (1995) “Bestimmung der Reaktionsfähigkeit ürkischer Braunkohlekokse, Erdöl” - Kohle, Erdgas, Petrochemie, Cilt 38, s. 26-30, 1985

Cenan M. (2014) “Yeraltı Kömür Gazlaştırma Yöntemiyle Temiz Enerji Ve Yakıt Üretimi Ön Çalışma Raporu” PRİME TEKNOLOJİ LTD.ŞTİ. ANKARA

Çakal G.Ö., Yücel, H. ve Gürüz G.A. (2007) ‘Physical and chemical properties of selected Turkish lignites and their pyrolysis and gasification rates determined by thermogravimetric analysis’Department of Chemical Engineering, Middle East Technical University, Ankara 06531, Turkey

Demirbaş A**.** (2007) ‘Importance of biomass energy sources for Turkey’ Sıla Science Trabzon, Turkey.

Hedden, K. Ullmans Encyclopadie der Technischen Chemie Bd. 10, s. 362, 1958.

Nayır T.(2012) “Kömür Ve Biyokütle Karışımlarının Gazlaştırılması Ve Aspen Hysys® Programı İle Simulasyonu” İstanbul Teknik Üniversitesi,Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Peters, W. And Juntgen, H. (1965) Die Diffusion als Beherschender Vorgang bei Technischen Reaktionenan Kohle 1 und II und Koks Brennstoff-Chemie, sf. 46 – 50 : 175

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr

Velez J. F., Chejne F., Valdes C. F., Emery E. J., Londono C. A. (2008) 'Co-gasification of Colombian coal and biomass in fluidized bed: An experimental study' Universidad National de Colombia

a Yrd.Doç.Dr., Hacettepe Üniversitesi, Hacettepe ASO 1. OSB MYO, kademli@hacettepe.edu.tr