

Katı Yakıtların Tepkime Yeteneğinin Tutuşma Sıcaklığı Yardımıyla Belirlenmesi

Determination of Reaction Ability of Solid fuels by the aid of the Ignition Temperature

Ö Z E T

Dünyadaki sıvı ve gaz yakıt rezervlerinin gittikçe azalması, kömürün gazlaştırılması ve yakılarak enerji üretimi konusuna özel bir önem verilmesini zorunlu kılmıştır. Ülkemizde önemli miktarda petrol ve doğal gaz olmamasına karşın, birçoğu düşük kaliteli de olsa önemli linyit rezervleri vardır.

Türkiye'nin 56 Hine dağılmış halde olan toplam linyit rezervimiz 6,5 milyar ton dolayındadır. Düşük kaliteli linyitlerimizin gazlaştırılarak şehir ısıtımı, endüstrinin gereksinimi olan havagazı etdesi ve termik santrallerde yakılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi ülkemiz için hayati öneme sahiptir. Bunu sağlamak için ülkemiz linyitlerinin çeşitli gazlaştırma olaylarındaki tepkime yeteneklerini araştırmak, bu tepkimeler arasındaki ilişkileri saptamak ve kömürün ya da kok'un kimyasal yapısının bu tepkimelere etkisini belirlemek gerekir.

Bu yazıda bazı yakıtların tutuşma sıcaklıkları belirlenmiş ve katının içerdiği uçucu madde miktarının etkisi tartışılmıştır.

ZUSAMMENFASSUNG

Infolge der weltweiten Verknappung flüssiger und gasförmiger Kohlenwasserstoffe haben die Verbrennung und Vergasung von Kohlen und Koksen besondere Bedeutung. In der Türkei befinden sich keine bedeutende Vorkommen an Erdöl und Erdgas, wohl aber gibt es grosse Reserven an Braunkohle von zum Teil minderer Qualität. Das Gasamvorrat der Türkei an Braunkohle ist ca. 6,5 Milliarden Tonnen. Da die türkische Braunkohle zum Teil von schlechter Qualität ist, kommt ihrer Vergasung und Verbrennung für die Stromerzeugung besondere Bedeutung zu. Um die Verwendungsmöglichkeit der türkischen Kohlen beurteilen zu können, sollte die Reaktionsfähigkeit der Koksen bei der Vergasung und das Zusammenhang zwischen der Kohlestruktur und Reaktionsfähigkeit untersucht werden. In dieser Arbeit wurden die Zündtemperaturen von festen Brennstoffen ermittelt und der Einfluss von flüchtigen Bestandteilen auf die Reaktivität diskutiert.

1. GİRİŞ

Katı yakıtların uygun bir gaz ya da gaz karışımı ile yanıcı ve kimyasal senteze uygun gazlar haline getirilmesine «gazlaştırma» denir. Gazlaştırma olayında katı yakıt olarak turba, linyit, taşkömürü ya da bunlardan elde edilen koklar; gazlaştırıcı olarak işe hava, su buharı, oksijen, karbon dioksit ile bunların karışımı kullanılabilir.

Gazlaştırma olayının temeli çok eski çağlara kadar gider. Yeterince havanın olmadığı bir ortamda yanan kömür yığınının çıkan gazların yeterli hava ile karışınca yeniden yanması ortaçağdan itibaren insanlığın dikkatini çekmiştir. 1780 yılında Abbe Felice Fontana kızgın odun-kömürü ile havanın tepkimesinden açığa çıkan gaz karışımına «yanıcı hava» adını vermiştir. 1783/84 de Lavoisier suyun bileşimini açıklamak için yaptığı deneylerde kızgın kömür üzerine su dökülünce «yanıcı hava»nın oluştuğunu gözlemiş ve ilk kez kömürün gazlaştırılması amacıyla öneriler ileri sürmüştür. İngiltere'de 1830 larda su buharı ve koktan aydınlatmada kullanılmak üzere hidrojen üretilmiştir (1). Daha sonraki yıllarda tüm Avrupa'da çeşitli jeneratörler geliştirilerek gazlaştırma tekniğinde büyük ilerleme kaydedilmiştir. Termik santrali arda ki enerji üretimi, yüksek fırınlarda cevherlerin indirgenmesi, amonyak, metanol ve yapay benzin için gerekli sentez gazı üretimi gibi çok önemli prosesler katı yakıtların yakılması ve gazlaştırılması temeline dayanır. Üretilen gazların bileşimi kullanılan gazlaştırma maddesine, seçilen prosesin çalışma koşullarına (örneğin sistemin ters ya da doğru akımlı oluşuna, uygulanan basınç v.s.) ve katı yakıtların tepkime yeteneğine bağlıdır- Kömür ve kok gibi katı yakıtların gazlaştırmasında ve yakılmasında ısı değerleri ve tanecik büyüklüğünün yanı sıra tepkime yetenekleri de önemli rol oynar. Bir katının tepkime yeteneği bu katının heterojen kimyasal bir tepkime ile gaz haline dönüştürülebilirle eğilimi olarak tanımlanır. Bu amaçla adı geçen heterojen

reaksiyonların kinetiği incelenip öyle bir parametre seçilmelidir ki bu büyüklük çeşitli katı yakıtların birbiriyle karşılaştırılmasında temel olarak kullanılabilir. Katı yakıtların oksijenle yanması ve CO₂ ile gazlaştırılması tepkimelerinde sırayla tutuşma sıcaklığı ve tepkime hız sabiti temel büyüklükler olarak alınabilir. Tepkime hız sabitinin belirlenmesi zaman alan güç bir işlemdir. O nedenle tutuşma sıcaklığı da katının tepkime yeteneğinin bir ölçüsü olarak kullanılabilir.

Tutuşma sıcaklığını belirlemek için Hk Kez Bunte (2-3) çalışmaları yapmış ve bulunan sıcaklıklar «Bunte Tutuşma Sıcaklığı» adıyla verilmiştir. Hedden ve arkadaşları ise Bunte Yöntemini geliştirerek daha kesin ve sağlıklı sonuç veren «Gaz Tutuşma Sıcaklığı» temel olarak almışlar ve karşılaştırmaları bu değerle yapmışlardır. Bu çalışmada Gaz Tutuşma Sıcaklığının belirlenmesi ve ülkemiz linyitlerine uygulanması ele alınmıştır.

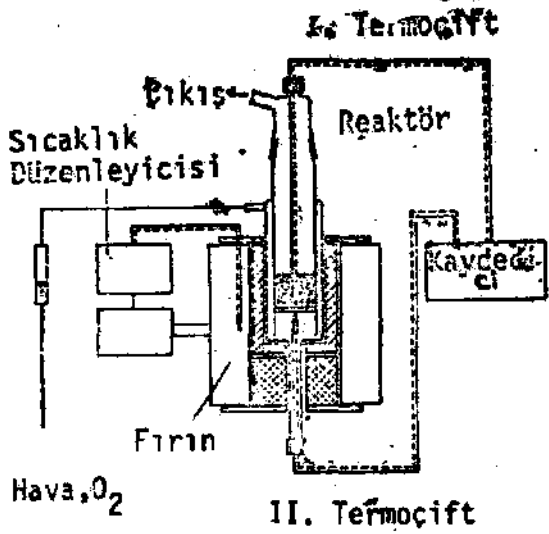
Tutuşma sıcaklığını belirlemek için katı yakıt üzerine oksijen ya da hava akımı gönderilir. Sıcaklık da belirli bir hızla artırılır. Karbonla oksijen arasındaki ekzotermik kimyasal tepkime nedeniyle belli bir süre sonra ani bir sıcaklık yükselmesi gözlenir. Bu sıcaklık katının tepkime yeteneklerinin bir ölçüsüdür.

2. DENEY DÜZENİĞİ VE DENEYİN YAPILIŞI

Deneylerde kullanılan düzenek Şekil. 1 de görüldüğü gibi şu kısımlardan oluşmuştur :

- a — İç içe geçmiş iki cam borudan oluşan reaktör
- b — Sıcaklık kontrol sistemi ve fırın
- c — Gaz akış ve kontrol sistemi
- d—Sıcaklık kaydedicisi

Düzeneğin ana kısmı çift duvarlı kuvars camından yapılmış reaktördür. İç boru-



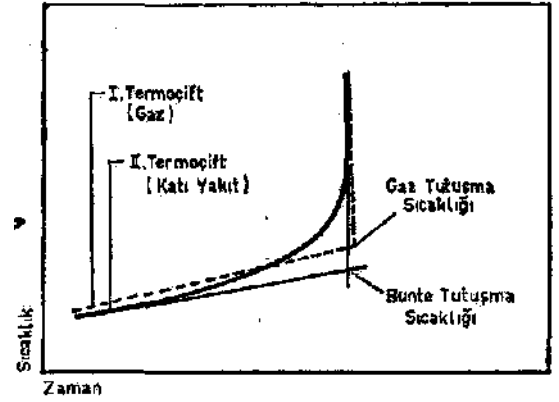
Sekü 1. Katı yakıtların tutuşma sıcaklığın belirlemek için kullanılan deney düzeniği.

daki delikli porselenden oluşan taşıyıcı bir disk üzerine kömür örneği yerleştirilip reaktör fırına konur. Fırın belli bir hızla ısıtılırken saolt bir akış hızıyla iki cam boru arasındaki boşluğa üstten hava gönderilir. Hava bu ara bölgeyi geçerken ısınarak alttan reaktörün içine girer ve delikli disk ile kömür katmanı içinden geçerek üstten dışarı çıkar. Kömür tabakasının içindeki sıcaklık 1 nolu termocift ile, taşıyıcı diskin 2 mm kadar altındaki gaz bölgesinin sıcaklığı İse II nolu termocift ile sürekl! Ölçölüp kaydedilir.

Ölçülen sıcaklıkların zamanla değişimi Şekil. 2 de gösterilmiştir. Bu diyagram tutuşmayı karakterize etmekte kullanılabilen üç ayı sıcaklığı içermektedir.

a — **Bunte** Tutuşma Sıcaklığı: Sıcaklık grisinin çizilen teğetlerin kesim noktasındaki değerdir (2). Teğetlerin çiziminde **hata payı** büyük olduğundan kullanımı belirsizliklere neden olur.

b — Isıtılan Katı İle Gazın Sıcaklığının Eşit Olduğu Sıcaklık : Bu noktadan başlayarak katı yakıt aşırı ısırtmaya başlar. Katı ve gaz eğrilerinin birbiriyle kesiştikleri noktanın tam olarak belirlenememesi nedeniyle bu sıcaklık da çok kullanılmaz.



Şekli 2. Tutuşma sıcaklığının belirlenmesinde sıcaklık - zaman diyagramı.

c — Gaz - Tutuşma - Sıcaklığı : Reaktörün özel yapısı nedeniyle II nolu termociftin ölçtüğü sıcaklıktaki ani yükseliş kesin olarak belirlenmiş ve bu nokta «Gaz Tutuşma Sıcaklığı» adıyla anılmıştır (4-5). Gaz - Tutuşma Sıcaklığının kullanılmasının üstünlüğü şunlardır i

1 — Sıcaklık eğrisinin dönüm noktası kesinlikle belirienebilmekte ve sonuçların tekrarlanabilirliği daha iyi olmaktadır.

2 — Sıcaklığın deney koşullarına bağlılığı en azdır.

Tutuşma sıcaklığı, kömür tabakası içinde oluşacak yatay ve dikey sıcaklık gradientlerinden etkilendiği için reaktör geometrisine, partikül büyüklüğüne, oksitleyici gazın (burada havanın) akış hızına ve gaz içindeki oksijen miktarına bağlıdır. Bu parametrelerin etkinlikleri tek tek İncelenmiş ve en uygun koşullar belirlenmiştir (6).

Deneylerde kömürü yakmak için saf oksijen yerine hava kullanılmıştır. Zira kömürler genellikle heterofen katı yakıtlardır ve içinde kömüre oranla çok daha aktif tanecekler içerebilir. Böyle aktif parçacıklar saf oksijenle hemen yanıp gerideki kömüründe erken tutuşmasına neden olurlar.

Oksijen yerine hava kullanıldığında bu erken tutuşmanın olmadığı ve sonuçların tekrarlanabilirliğinin daha iyi olduğu göz-

lenmiştir (6). Ayrıca oksijen kullanınca yanmadan sonra çok yüksek sıcaklıklara ulaşılmakta, bu da kömürdeki külün taşıyıcı disk üzerinde sinterleşmesine neden olmaktadır.

Deneylerde Seyitömer ve Elbistan linyitlerinden 800 ve 1000°C lerde elde edilen koklar ve bir aktif kömürün tutuşma sı-

caklıkları belirlenmiştir. Ayrıca Seyitömer linyitinin 100 bar basınç altında (550°C sıcaklığa 5 °C/dak hızla ısıtılarak) toluenle süperkritik ekstraksiyonundan geriye kalan artık kokunda tutuşma sıcaklığı belirlenmiştir.

Kullanılan örneklerin analizleri ve yüzey alanları Çizelge 1 de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Deneyde Kullanılan Katı Yakıtların Özellikleri.

Katı Yakıt	% Uçucu Mad. (susuz temel)	%KÜI (ham kömür)	%Su (ham kömür)	Susuz Temel)			BET yüzeyi mVfl
				% C	% H	%O	
SÖ. 800 Koku	4.8	25.7	2.0	69,11	1,12	4,99	11/4
ELB. 800 Koku	3,7	31,8	1,6	66,03	0,95	4,39	10,5
ELB. 1000 Koku	1,1	32,0	2,0	68,51	0,54	2,11	57,1
SÖ. 1000 Koku	1,5	26,5	2,4	72,18	0,71	1,89	19,6
Aktif Kömür	1/1	5,5	1,4	88,65	0,80	0,92	1295
SÖ Ekstr. Koku	43,9	14,2	12,1	—	—	—	~ —

Tutuşma sıcaklığının belirlenmesi sırasındaki deney koşulları şöyledir :
Cam reaktörün iç çapı — 20 mm
Kömür tabakasının yüksekliği = 25 mm
Isıtma hızı = 7,5 °c/dak.
Kömürlerin tane iriliği = 0.6 — 1,2 mm
Yakma gazı = Hava
Havanın akış hızı = 20 cmVs

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Yukarıdaki koşullarda saptanan Gaz Tutuşma Sıcaklıkları Çizelge 2 de verilmiştir.*

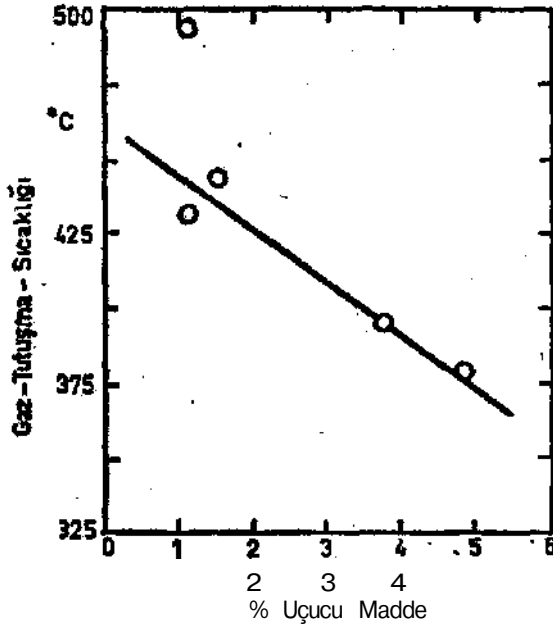
Tablo 2. Katı Yakıtların Tutuşma Sıcaklıkları

Katı Yakıt	Gaz Tutuşma Sıcaklığı (°C)
SÖ 800 Koku	379
ELB 800 Koku	396
ELB 1000 Koku	431
SÖ 1000 Koku	445
Aktif Kömür	495
SÖ Ekstraksiyon Koku	308

Görüldüğü gibi koklaşma sıcaklığı arttıkça tutuşma sıcaklığı da artmakta yani katı yakıtın tepkime yeteneği azalmaktadır. Daha yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılan kömürlerin tepkime yeteneğinin belli bir sıcaklıktan sonra sabit kalacağı söylenebilir. Bu durum katı yakıtların içerdiği uçucu madde miktarı ile ilgili olmalıdır.

Tutuşma sıcaklığının kullanılan örneklerdeki uçucu madde miktarı ile değişimi Şekil 3'de görülmektedir. Uçucu madde miktarı arttıkça tutuşma sıcaklığı düşmektedir. Bilindiği gibi koklaşma sırasında kömürden COx, H₃O, ÇH*, HaS, N₃. Ha gibi gazlar ayrılmakta ve koktaki uçucu madde miktarı azalmaktadır. Eğer koklaşma sıcaklığı yeterince yüksekse grafit benzer bir ürün oluşacak; sıcaklığın daha da artırılması tepkime yeteneğinde bir değişime neden olmayacaktır.

Kömürler oldukça karmaşık bir yapıdadır. Tepkime yeteneği daha önce kömüre uygulanan işlemlere iç yüzey alanına, kimyasal yapıya uçucu madde miktarına, kül



Şekil 3. Katı yakıtların tutuşma sıcaklığının içerdiği uçucu madde miktarına bağlılığı.

miktarına ve gözeneklilik gibi pekçok etkene bağlıdır.

SÖ Ekstraksiyon Koku iie Aktif kömürdeki sapmalar ancak bu etkenler yardımı ile açıklanabilir. Ekstraksiyon sırasında kömürden uçucu maddelerin ayrılması tutuşma sıcaklığını yükseltir. Yeni aktif merkezlerin oluşmasında bu sıcaklığın düşme-

sine neden olur. Ekstraksiyon kokunun tutuşma sıcaklığının ana kömür örneğinden büyük olması birinci nedenin daha etkin olduğunu gösterir.

Sonuç olarak, katı yakıtların teokime yeteneklerinin karşılaştırılmasında tutuşma sıcaklıklarının kullanılmasının uygun olacağı söylenebilir. Tepkime yeteneğinin kısa sürede belirlenebilmesi ve deney düzenine basit oluşu yöntemin üstün yönüdür.

KAYNAKLAR

1. Hedden, K, «Kofclevergasung, physikalisch - chemisehe Grundlagen». Uumanns Encyclopadie der techn. Chemte, 3. Auflage, Band 10 363-376.
2. Bunte, K., Kölmel, A., Gas Wasserfach «5, Nr. 37, 592 - 594,1922.
3. Bunte, K., Windorfer, K., Gas - Wasserfach 78, Nr. 37. 697-70., 1935.
4. Wilhelm, A., Diplomarbeit, Engler - Bunte, Institut, Univ Karlsruhe, 1975.
5. Konz, H., Diplomarbeit, Engler - Bunte - Institut, Univ. Karlsruhe, 1976.
6. Hedden, K., Wilhelm, A, «An Improved Method for Determination of Ignition Temperature of Solid Fuels» Ger. Chem. Eng. Vol. 3, No - 2, 89 - 95,1980.

