

BİLİM ve TEKNİĞE KATKILAR



**AKIŞKAN YATAKLI KÖMÜR YAKICI
MODELİNİN DENEYSSEL BULGULARLA
KARŞILAŞTIRILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**

Nevin SELÇUK*
Kimya Müh.Böl.
ODTÜ-ANKARA

Aygün PEKYILMAZ*
E.İ.E. İdaresi Genel
Direktörlüğü-ANKARA

SUMMARY

A system model of continuous combustion of coal particles of wide size distribution in fluidized bed combustors was derived previously. The model, based on two phase theory and in which oxygen and carbon dioxide react at the particle surface and the carbon monoxide produced burns in both the bubble and emulsion phases, has been applied to the prediction of the behaviour of a pilot scale fluidized bed combustor and to the investigation of the effect of excess air on its performance. Expected trends are predicted correctly and reasonable agreement is obtained between the measured and predicted bed concentration profiles, carryover and total losses.

ÖZET

Tanecik büyüklük dağılımına sahip kömürle sürekli olarak beslenen akışkan yataklı yakıcıları modelleyen denklemler daha önce çıkarılmıştı. Modelde iki faz teorisi, parçacık yüzeyinde oksijen ve karbon dioksitin reaksiyona girdiği ve oluşan karbon monoksitin her iki fazda da yandığı varsayılmıştı. Bu çalışmada, model, üzerinde deneysel bulguların yayınlandığı bir pilot ölçek akışkan yataklı kömür yacısına uygulanmış ve fazla hava etkisinin yakıcı performansı üzerindeki etkisinin incelenmesinde kullanılmıştır. Model ile öngörülen dağılımlar deneysel olarak saptanan dağılımlara benzer çıkmış ve hesaplanan yatak konsantrasyon dağılımları, sürüklenme ve toplam yanıcı madde kayıpları ölçümlerle uyum göstermiştir.

GİRİŞ

Son senelerde akışkan yataklı yakıcılar için önerilmiş olan matematiksel modelleri geliştirmek amacı ile yapılan çalışmalar büyük bir hız kazanmış bulunmaktadır (1-18). Bu çalışmalar modelleme için akış modeli, yanma mekanizması, tanecik dağılımı vb., konularda yapılan varsayımların değişik kombinasyonlarını içerdikleri için farklılık göstermektedirler. Ancak bu çalışmaların çoğunda model sonuçları deneysel bulgularla karşılaştırılarak değerlendirilmemiştir (1-4, 7, 9, 11, 15, 18). Bu nedenle geçerlilikleri tartışma konusudur. Bu sorun ise modele girdi teşkil edecek veya modelin sonuçları ile karşılaştırılacak deneysel bulguların eksik yayınlanmasından kaynaklanmaktadır.

Daha önce yayınlanan bir çalışmada (17) tanecik büyüklük dağılımına sahip kömürle sürekli olarak beslenen akışkan yataklı yakıcılar için madde ve enerji korunum denklemleri

ve iki faz teorisine dayalı bir model geliştirilmişti. Bu modelde, akışkan yatağın kabarcıklar fazı ve tanecikleri içeren yoğun faz olmak üzere iki fazdan oluştuğu, kok taneciklerinin oksijenle oksitlenme ve karbon dioksitin indirgenmesi olmak üzere difüzyon kontrolü iki heterojen reaksiyonla yandığı ve yanma sonucu oluşan karbon monoksitin yoğun fazda Hottel tarafından öngörülen kinetik hız ifadesine göre oksitlendiği varsayılmıştı.

Daha sonra yapılan bir çalışmada (19), model sonuçlarının hassasiyetini saptamak için sonuçlar bir pilot ölçekli akışkan yatak üzerinde alınmış deneysel bulgularla (20) karşılaştırılmıştı. Karşılaştırma, kabarcıklar fazındaki oksitlenme reaksiyonunun ihmal edilemeyeceğini ortaya çıkarmıştı.

* Yazar daha önceki sayılarımızda tanıtılmıştır.

Ölçümlerle hesaplanan sonuçlar arasında daha iyi uyuma ulaşabilmek amacı ile model denklemleri (17) kabarcıklar fazı reaksiyonunu içerecek şekilde yeniden düzenlenmiş ve fazla havanın akışkan yatağın performansı üzerindeki etkisini incelemek için kullanılmıştır (18, 21).

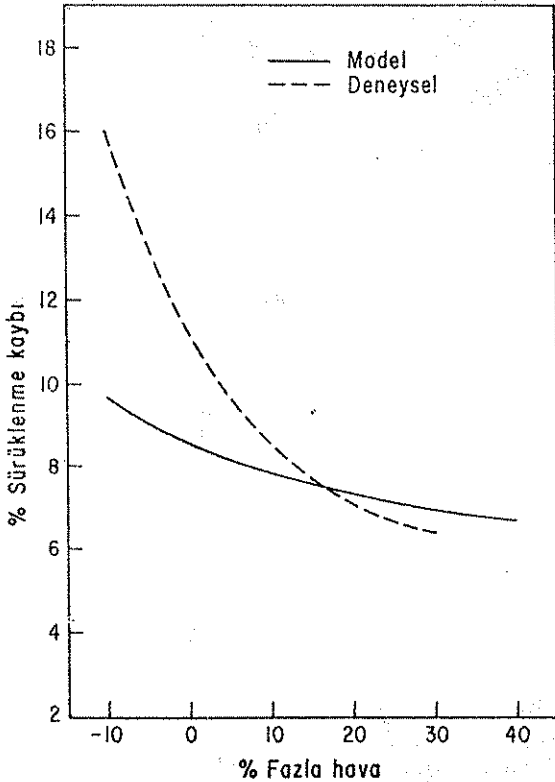
Bu tebliğde ise, yeniden düzenlenen model işletme şartlarındaki pilot ölçekli akışkan yatağa uygulanmış ve elde edilen sonuçlar ölçümlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

MODEL

Model varsayımları, denklemleri, model denklemlerinde geçen fiziksel parametrelerin hesaplanmasında kullanılan empirik ifadeler, çözüm yöntemi ve sayısal çözüm için gerekli olan girdi parametreleri daha önce yayınlanan çalışmada (18) verildiği için burada tekrarlanmayacaktır.

TARTIŞMA

Model, fazla hava oranının pilot ölçekteki kömürle beslenen akışkan yatağın davranışı üzerindeki etkisinin öngörülmesine uygulanmıştır. Model sonuçlarının hassasiyetinin saptanabilmesi için öngörölmüş sonuçlar literatürde yayınlanmış ölçümlerle (20) karşılaştırılmıştır. Akışkan yatak üzerinde yayınlanan deneysel bulgular; % -10, % 0 ve % 10 fazla hava için

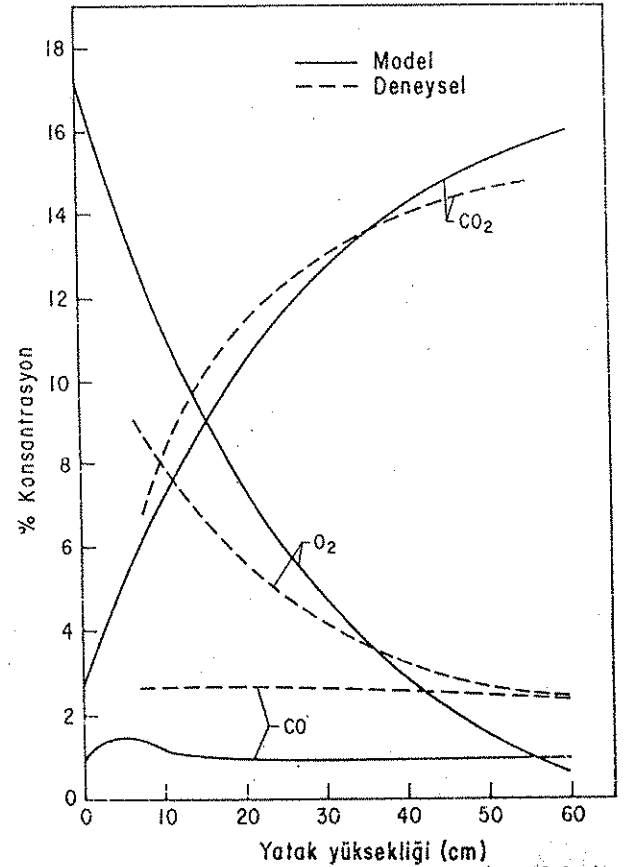


Şekil 1. Sürüklenme kaybının fazla hava ile değişimi

yatak konsantrasyon dağılımları, gazla sürüklenen kömür tanecikleri kaybı ve % -20 ile % 40 aralığındaki fazla hava için toplam yanıcı madde kaybından oluşmaktadır. Bu nedenle karşılaştırma bu ölçümlerle sınırlı kalacaktır.

Şekil 1 fazla havanın deneysel ve hesaplanmış sürüklenme kayıpları üzerindeki etkisini göstermektedir. Model ile öngörülen sürüklenme kaybının fazla hava ile değişiminin ölçümlerle aynı eğilimi gösterdiği ve artan fazla hava miktarı ile sürüklenme kaybının azaldığı görülmektedir. Ancak sürüklenme kaybı, düşük fazla hava yüzdelğinde ölçümler altında, yüksek fazla hava yüzdelğinde ise ölçümlerin üstünde öngörölmüştür. Ölçümlerle aradaki fark kısmen varsayılan yanma modeli, kısmen de sürüklenme sabitinin hesaplanmasında kullanılan empirik korelasyonun bir sonucu olabilir. Zira adı geçen korelasyon akışkan yatak üzerindeki kolon yüksekliğinin taşınımından ayrılma yüksekliğinden fazla olan sistemler için geçerlidir.

% -10 fazla hava için hesaplanmış ve ölçülmüş yatak konsantrasyon profilleri Şekil 2'de görülmektedir. Model ile öngörölmüş oksijen ve karbon dioksit konsantrasyonları ölçümlerle oldukça iyi uyum içindedirler.



Şekil 2. Yatak konsantrasyon dağılımı (% -10 fazla hava için)

Ancak karbon monoksit için öngörülen dağılım ölçümlerin altında yer almaktadır. Bu durum öngörülüş sürüklenme kaybının da ölçümlerin altında olması ile açıklanabilir. Zira sürüklenme kaybının az olması yatak sıcaklığının yüksek olmasına ve dolayısıyla da karbon monoksitin karbon dioksit oksitlenme hızının fazla olmasına neden olur. Oksitlenme hızının yüksek olması ise yatak içinde düşük karbon monoksit konsantrasyonuna yol açar. Deneysel ve hesaplanmış karbon monoksit profilleri karşılaştırıldığında maksimum noktasının konumlarının farklı olduğu ve model ile öngörülüş profilinde maksimuma daha dik bir eğim ile yaklaşıldığı görülebilir. Bu gözlem, modelde daha gerçekçi akış modeli ve yanma mekanizmasının kullanılması gerektiğini vurgulayabilir.

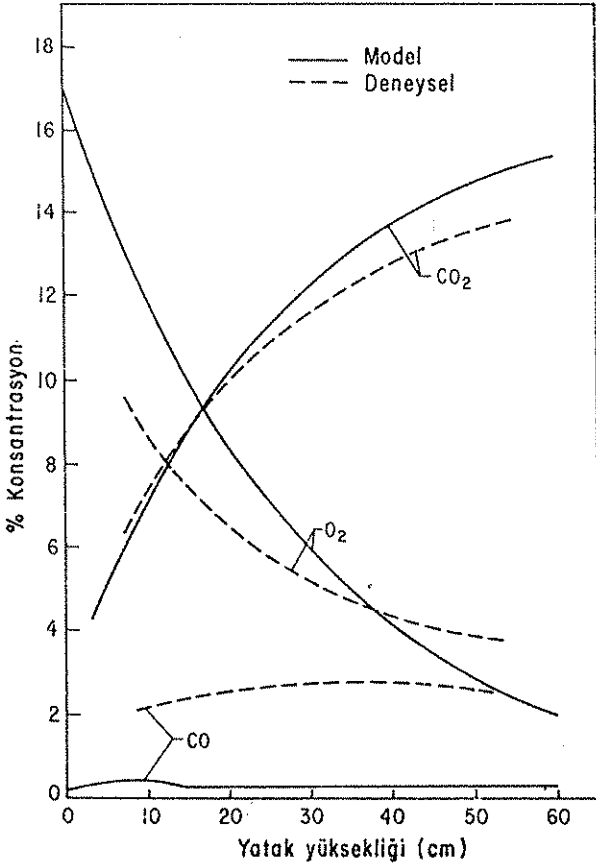
Şekil 3 ve 4 % 0 ve % 10 fazla hava için model ile öngörülüş yatak konsantrasyon dağılımlarının ölçümlerle karşılaştırılmasını göstermektedir. Bu fazla hava yüzdeleri için hesaplanmış sürüklenme kayıplarının ölçümlerle daha iyi uyum içinde olmalarına karşılık, karbon dioksit konsantrasyonları ölçümlerin üstünde, oksijen ve karbon monoksit kayıpları

ise ölçümlerin altında çıkmıştır. Bu sonuç da daha gerçekçi bir yanma mekanizması varsayımının gerekli olduğunu göstermektedir.

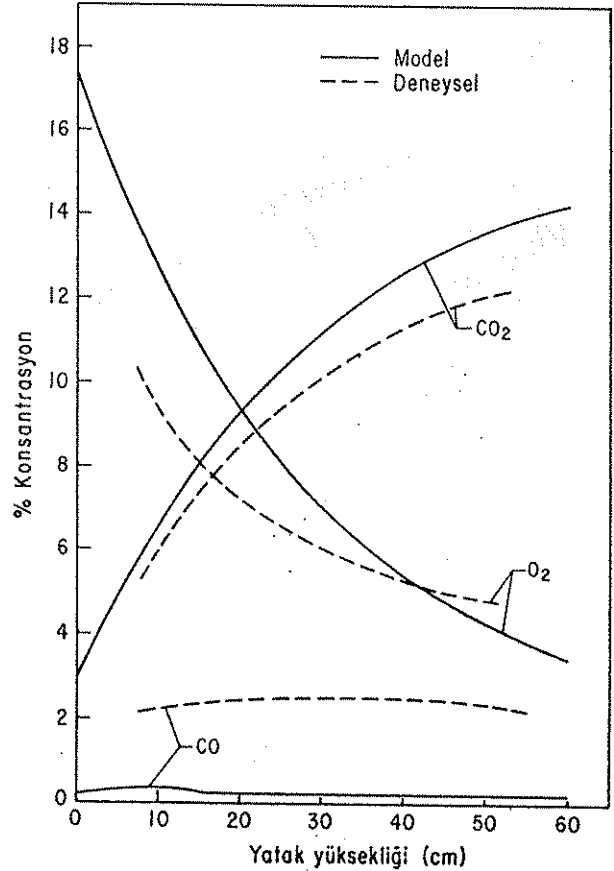
Değişik fazla hava oranları için model sonucu öngörülen ve deneysel toplam yanıcı madde kayıplarının karşılaştırması Şekil 5'de sunulmuştur. Hesaplanan dağılımın bir minimumdan geçtiği görülmektedir. Sürüklenme kaybı fazla hava yüzdesi arttıkça sürekli olarak düşmektedir. Minimumdan sonraki yükselme ise yanmadan çıkan karbon monoksitin toplam yanıcı madde kaybı üzerindeki etkisini göstermektedir. Yüksek fazla hava yüzdeleri ile düşen yatak sıcaklığı, yanmamış karbon monoksitin ve dolayısıyla da toplam yanıcı madde kaybının artmasına neden olmaktadır.

SONUÇ

Büyükölçekte dağılımına sahip kömürle, sürekli olarak beslenen akışkan yataklı yakıcılar için geliştirilmiş bir model; üzerinde deneysel bulguların yayınlandığı bir pilot ölçekli akışkan yatağın işletme şartlarına uygulanmıştır. Model sonuçlarının hassasiyetini denemek

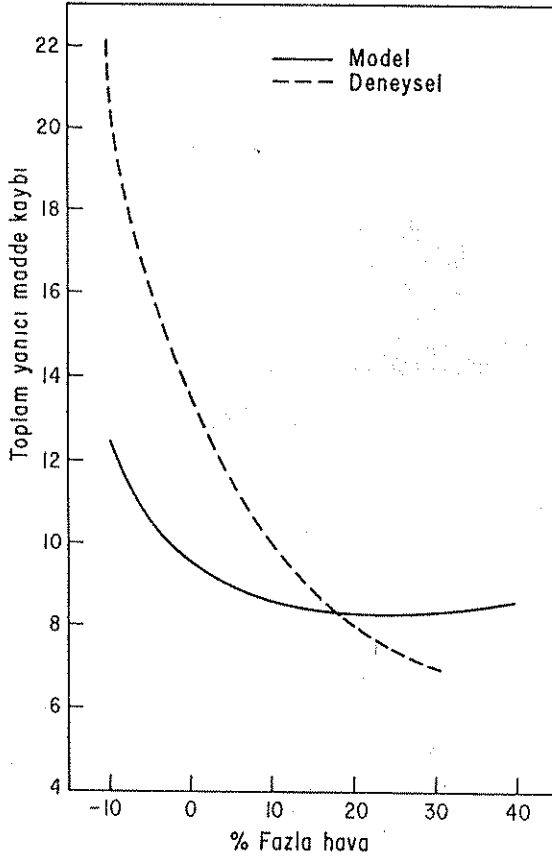


Şekil 3. Yatak konsantrasyon dağılımı (%0 fazla hava için)



Şekil 4. Yatak konsantrasyon dağılımı (%10 fazla hava için)

amacı ile sonuçlar akışkan yatak üzerinde alınan ölçümlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırılma fazla hava yüzdesi parametre olarak alınmıştır. Karşılaştırma model ile öngörülen yatak konsantrasyon dağılımları, sürüklenme ve toplam yanıcı madde kayıplarının deneysel bulgularla oldukça iyi bir uyum içinde olduğunu göstermiştir. Aradaki farkların akış, kütle ve ısı transferi ve yanma mekanizması için kullanılan alt modellerden kaynaklandığı ve alt modellerin geliştirilmesi ile daha da azalabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5. Toplam yanıcı madde kaybının fazla hava ile değişimi

KAYNAKLAR

1. Highley, J. and Merrick, D., A.I.Ch.E. Symposium Series, 1971, 67, No. 116, 219.
2. Becker, H.A., Beer, J.M. and Gibbs, B.M., Inst. of Fuel Symposium Series, 1975, No. 1, A1-1.
3. Gibbs, B.M., Inst of Fuel Symposium Series, 1975, No. 1, A5-1.
4. Gordon, A.L. and Amundson, N.R., Chem. Engng. Sci., 1976, 31, 1163.

5. Chen, T.P. and Saxena, S.C., Fuel, 1977, 56, 401.
6. Beer, J.M., Baron, R.E., Borghi, G., Hodges, J.C. and Sarofim, A.F., Proceedings of 5th Intern. Conf. On FBC., 1977, 3, No. 5, 437.
7. Gordon, A.L., Caram, H.S. and Amundson, N.R., Chem. Engng. Sci., 1978, 33, 713.
8. Baron, R.E., Hodges, J.L. and Sarofim, A.F., A.I.Ch.E. Symposium Series, 1978, 74, No. 176, 120.
9. Horio, M. and Wen, C.Y., A.I.Ch.E. Symposium Series, 1978, 74, No. 176, -101.
10. Rajan, R., Krishnan, R. and Wen, C.Y., A.I.Ch.E. Symposium Series, 1978, 74, No. 176, 112.
11. Leung, L.S. and Smith, I.W., Fuel, 1979, 58, 354.
12. Fan, L.T., Tojo, K. and Chang, C.C., Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev., -1979, 18, No. 2, 333.
13. Rajan, R.R. and Wen, C.Y., A.I.Ch.E. Journal, 1980, 26, No. 4, 642.
14. Bukur, D.B. and Amundson, N.R., Chem. Engng. Sci., 1981, 36, No. 7-1, 1239.
15. Park, D., Levenspiel, O. and Fitzgerald, T.J., Fuel, 1981, 60, 295.
16. Bukur, D. and Amundson, N.R., Chem. Engng. Sci., 1982, 37, No. 1, 17.
17. Selçuk, N., Sivrioğlu, Ü. and Siddall, R.G., Alternative Energy Sources III, (T.N. Veziroğlu, Ed.), Vol. 6, Hydrocarbon Technology, p. 231, Hemisphere, 1983.
18. Selçuk, N. and Pekyılmaz, A., Accepted for publication in the Proceedings of the 3rd International Conference: Fluidised Combustion: Is it achieving its promise? London, October 1984.
19. Selçuk, N. and Özkan, Ü., Accepted for publication in the Proceedings of Twentieth Symposium (International) on Combustion, Ann Arbor, Michigan, 1984.
20. Gibbs, B.M., Pereira, F.J., and Beer, J.M., Inst. of Fuel Symposium Series, 1975, No. 1, D6-1.
21. Selçuk, N. and Pekyılmaz, A., Türk İsi Bilimi ve Tekniği Dergisi, 1982, Cilt 5, Sayı 2, 35.