



# AKIŞKAN YATAKTA KATI MİKTARININ YATAK YÜKSEKLİĞİ VE KATI ORANINA ETKİSİ

**Kamil Bekir KOÇ, Kerim ÇETİNKAYA**

Oğuzhan Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi, Ankara  
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Ankara

## ÖZET

Artan elektrik ve ısı ihtiyacının karşılanmasında, kömür tüm dünyada önemi gittikçe artan bir rol oynamaktadır. Akışkan yatakta yakma, yakıtın niteliklerine bağlı olmayan, kükürt ve azot oksitlerin yayımını (emisyonunu) azaltabilen, temiz ve nispeten ucuz bir kömür yakma metodudur. Bu çalışmada bir prototip akışkan yatak yapılmış ve kullanılan dağıtıcı eleğin daha dengeli bir hava dağılımı için, içe doğru (merkeze) gidildikçe birim alana düşen delik sayısı azaltılmıştır. Daha sonra kömür miktarı sürekli artırılarak yapılan ölçümlerin sonucunda katı yükseklikleri ve katı oranları belirlenmiş, kömür miktarının bunlara etkisi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Akışkan yataklar, Akışkan yataklarda yatak yüksekliği, Akışkan yataklarda katı oranı

## IN THE FLUIDIZED BED THE EFFECT OF SOLID QUANTITY ON THE HEIGHT OF BED AND SOLID OF RATE

### ABSTRACT

In the process of meeting the growing demand for electric power and heat, coal will play an increasingly important role in the world wide. Fluidized combustion offers a clean and relatively inexpensive method for coal combustion, a method insensitive to fuel quality and capable of reducing sulfur and nitric oxides emission. At the work, a prototype fluid bed was produced and the distance between the holes had been narrower towards to the center of the distributor sieve in order to balance the distribution of the air. Later on, the quantity of the coal was decreased continuously and at the end of the measurements, the heights of the solids and the rates of the solid had been defined and the effects of the coal quantity had been investigated.

**Key Words :** Fluid beds, Height of bed for fluid beds, Rate of solid in fluid beds

### 1. GİRİŞ

Ülkemiz katı fosil yakıt rezervleri açısından çok zengin olmamakla beraber, küçümsenmeyecek bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel uygun ve verimli teknolojilerle değerlendirildiği, yerinde kullanıldığı takdirde, ülke ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayacaktır.

Metalürji sanayi hariç diğer kullanım alanlarında katı yakıtlar yakılarak değerlendirilmektedir. Buna göre verimli bir yakma ve düşük ısı değerli katı yakıtları yakarak değerlendirme imkanı sağlanması, ülke ekonomisi açısından büyük öneme sahiptir.

Son zamanlarda geliştirilen akışkanlaştırılmış yatakta yakma sistemi, düşük ısı değerli katı yakıtların yakılarak değerlendirilmesi konusunda yeni olanaklar getirmektedir. Atmosferik akışkan yataklı yakıcı sistemlerin geliştirilmesi 1970'lerde hız kazanarak günümüzde uygulama aşamasına ulaşmıştır. Akışkan yataklarla, linyitler ve diğer katı fosil yakıtların çevreyi en az kirletecek şekilde değerlendirilmesi, yapılabilecek sistemler arasında en güçlü seçeneklerden biri olarak ortaya çıkmaktadır (Dry and La Nauze, 1990). Bu konuda "Power" dergisinde çıkan bir tarama makalesinde uygulama sınırlarının elektrik üretiminde 600 MW'a ulaştığını göstermektedir (Mackenzi and Schweteger

1982). Çin ve Hindistan istisnalarının dışında tüm uygulamalar gelişmiş batı ülkelerinde olmuştur. Uygulamada yakıt girdisi olarak bitümlü kömürler, kok, tabii gaz, LPG kullanan kazan firmaları dışında, bazı geliştirici firmalar tarafından da linyit diğer yakıtlarla birlikte tasarım girdisi olarak alınmıştır. Endüstrileşmiş ülkelerde akışkan yatak prensibi ile birçok yanma sistemi geliştirilmiştir. Çin’de düşük kaliteli yakıtları yakacak aynı prensibe dayalı bir sistem geliştirilmiştir. İngiltere’de akışkan yatak prensibi ile çalışan bir lokomotif geliştirdiği ve dizel lokomotif kadar seri olduğu belirtilmiştir.

Akışkan yataklar katı taneciklerinin hava ile hızlı bir şekilde karıştığı sistemlerdir. Katı tanecikleri ile gaz arasındaki etkileşimde yüksek ısı ve kütle iletim katsayılarına ulaşılmaktadır (Fan, 1992). Akışkan yataklarda yakma ile çevre sorunları yaratmadan elektrik enerjisi sağlanabileceği belirtilmektedir (Johns, 1986; Smock, 1987).

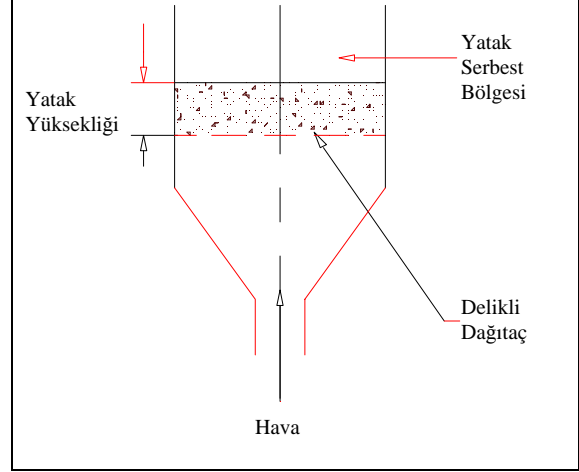
Akışkan yataklı bir sistemde kömürün yanma veriminin % 99 olduğu bulunmuştur (Anderson et al., 1994). Akışkan yataklı başka bir sistemde ise kömürün yanma veriminin % 98 olduğu belirlenmiştir (Gupta, 1995). Akışkan yataklı yanma ile gaz türbininde önemli derecede verim artışı sağlanmıştır (Majjor and Habbeebullah, 1996). Akışkan yataklı yakıcı ile yakıt ekonomisinde artış, eksoz emisyonlarında azalma ve kapasitede artış sağlanabilir (Lundberg et al., 1996). Leckner (1996) akışkan yataklı yanmada başarılar ve problemler üzerinde durmuştur). İsveç’te 400 MW gücündeki gaz türbini için akışkan yatağın uygulama çalışmaları yapılmaktadır (Jeffs, 1997).

Belirtilen gelişmelerden anlaşılacağı gibi akışkan yataklı yanma ile düşük kaliteli katı yakıtlarımızı bir an önce değerlendirmemiz, enerji sorununun çözülmesinde önemli bir katkı sağlayacaktır. Uygulamasına geçilecek sistemlerde yakılacak yakıtta göre tekrar deneme yapılarak en son şeklinin verilmesi, verimli bir çalışma için önemlidir. Bu çalışmada imkanlar ölçüsünde akışkanlaşmanın dengeli bir şekilde oluşması sağlanarak, belirli bir miktara kadar devamlı arttırılacak katı (kömür) ile yatak içerisinde meydana gelen yükseklik değişimleri incelenmiştir.

## 2. AKIŞKAN YATAK SİSTEMİ

Akışkan yataklar genel olarak düşey bir silindir içinde bir akışkan yardımıyla kaynayan bir sıvı görünümünde hareketlendirilmiş olan taneciklerden oluşur. Akışkan yatak, katı tanelerle gaz arasındaki karşılıklı temas ve etkileşimin en çok olduğu süreçlerden birisidir (Tolunay ve Bodur, 1981).

Akışkan yataklı yakıcı, silindir veya köşeli bir kap içine konmuş kül veya kum gibi taneli yatak gereçinden oluşmaktadır. Kabin tabanını üzerine çok sayıda küçük delik açılmış bir dağıtıcı oluşturulmaktadır. Bu dağıtıcının deliklerinden kül veya kum taneleri geçememekte ancak hava geçebilmektedir. Şekil 1’de akışkan yatağın yalın bir biçimi görülmektedir.

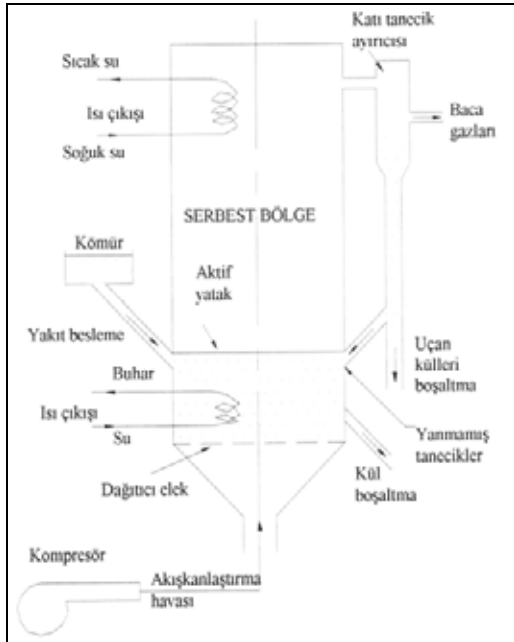


Şekil 1. Akışkan yatak

Aşağıdan verilen hava (1-3 m/s hızda) dağıtıcıya çarparak dağılır. Böylece hava taban yüzeyine düzgün olarak dağılmış biçimde dağıtıcı deliklerinden çıkıp taneleri yukarı doğru iterek yataktan geçer. Yukarı doğru hava akımının hızı belli bir değeri geçince taneler hava akımı içinde asılı kalırlar. Bu durumda hava ile taneler arasındaki sürtünme kuvveti taneler üzerindeki yerçekimi etkisini dengelemiş olur. Taneli kütle sıvı özellikleri göstermeye başlar ve yatak akışkanlaşmaya başlamış olur. Bu noktadaki hava hızına en küçük akışkanlaştırma hızı denir. Hava hızı daha da arttırılırsa, sıvı içinden geçirilen hava durumuna benzer biçimde, artık hava akışkan yatak içinden kabarcıklar oluşturarak geçer.

Taneler ve hava çok iyi karıştığında, yatak kütlesi çok iyi karıştırılmakta olan bir sıvı gibi davranmaktadır. Sıvı özellikleri görülmesine karşın tanecikler katı durumundadır ve herhangi bir ergime söz konusu değildir. Kaynamaktaki akışkan yatak, yanma için çok elverişli bir ortam olmaktadır. Eylemsiz bir madde olan kül ve kum yanma ortamı, hava yakıcı, yatağa uygun biçimde verilen kırılmış kömür, gaz veya sıvı yakıt ise yanıcı olmaktadır. Dağıtıcı elek üzerinde oluşan uçucu maddelerin ayrımı ve eksik yanma sonucu oluşan yanıcı gazlar, yanma bölgesinin alt bölümünden çevresel olarak verilen ikinci bir hava yardımı ile yakılabilir (Plass et al., 1987; Broedermann, 1987).

Isıtma, buhar elde ederek türbinlerde kullanma gibi amaçlarla kullanılan akışkan yataklı yakıcılar uygulamada çeşitli farklılıklar göstermesine karşın genellikle Şekil 2’de görülen ana bölümlerden oluşmaktadır. Gövde genellikle çelik silindirden ihtiyaca göre belirli çaplarda seçilir ve diğer sistemler buna göre belirlenir. Belirli sürede yakılacak kömür miktarına göre; kömür besleme, hava kompresörü kapasitesi, kül boşaltılması gibi sistemler ve yatak çapı, serbest bölge yüksekliği gibi önemli özellikler belirlenerek akışkan yatak sisteminin tasarımı yapılır. Akışkanlaştırma havası kompresörler tarafından üretilen basınçlı hava ile sağlanır. Genellikle akışkan yatakta % 15 hava fazlası ile çalışılır (Fitzgerald, 1980). Çevrenin kirlenmemesi için, toz emisyonlar birden fazla siklon ve toz filtresi kullanılarak önenebilir (Makansi and Schwiger, 1987).



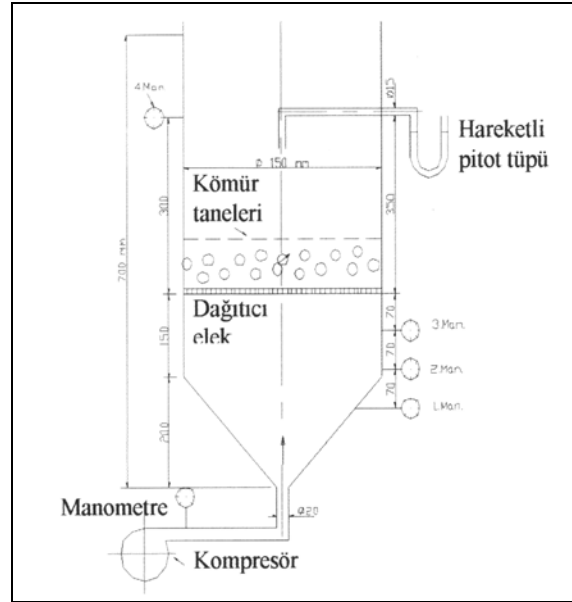
Şekil 2. Tipik bir akışkan yataklı yakıcı

## 2. 1. Akışkan Yataklı Yanmanın Avantajları

- Düşük nitelikli yakıtlar yakılabilir.
- Isı aktarım katsayısı büyüktür.
- Çevre kirlenmesi denetim altında tutulabilir.
- Akışkan yatak yakıtı bağımlı değildir.
- Yanma verimi çok yüksektir (Tolay ve ark., 1983).
- Yanma yoğunluğu yüksektir.
- Korozyon ve öteki yıpranmalar azdır.
- Yakıt hazırlama giderleri düşüktür.
- Akışkan yatakları devreye alma süresi kısadır.
- Çeşitli besleme yöntemleri vardır.
- Küçük ve büyük tip tesislere uygulanabilir.

## 3. MATERYAL VE METOT

Yatak yüksekliklerinin tespiti amacıyla yapılan prototip akışkan yatak ve ölçüleri Şekil 3’de görülmektedir. Dağıtıcı elek, kalınlığı 1 mm olan metal levhadan, 2 mm çapında merkeze doğru delik sayısı yoğunlaşan 374 delikten oluşmaktadır. Deneylerde yatak gereci olarak 3-6 mm çapında kömür tanecekleri kullanıldı. Deneyler sırasında yakma işlemi yapılmadı ve soğuk yatakta katı durumu incelendi. Prototip akışkan yatak içerisini görmek için dağıtıcı elek üstünden 25 cm yüksekliğe kadar şeffaf gözetleme penceresi yapıldı. Bu gözetleme yerinin üzerine de kömür yüksekliklerinin ölçümü için 0,5 mm taksimatlı ölçü şeridi yapıştırıldı.



Şekil 3. Prototip akışkan yatağın şematik görünüşü

## 4. DEĞERLENDİRME

Akışkanlaştırma havasının akışkan yatağın 150 mm’lik kısmına girişteki hızının yaklaşık bulunması;

$$D = 15 \text{ cm (0,15 m)} \quad (1)$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{(3,14)(0,15)^2}{4} = 0,0176 \text{ m}^2$$

$Q = 55,6 \text{ m}^3/\text{h} (0,0154 \text{ m}^3/\text{s})$  (Bu debi kompresör üzerinden alınmıştır).

$$Q = V \cdot A$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,0154}{0,0176} = 0,875 \text{ m/s} \quad (2)$$

Burada;

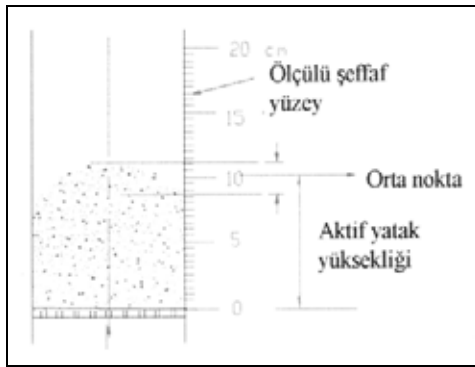
D = Yatak çapı (m)

A = Yatak yüzey alanı (m<sup>2</sup>)

Q = Hava debisi (m<sup>3</sup>/s)

V = Hava hızı (m/s) dir.

Şekil 4'de görüldüğü gibi ölçülü şeffaf yüzeyden bakılarak oluşan çıkıntılı yükselmenin ortası belirlenmiş ve ortalama aktif yatak yüksekliği ölçülmüştür.



Şekil 4. Aktif yatak yüksekliğinin belirlenmesi

#### 4. 1. Toplam Aktif Yatak Hacminin Bulunması

D = 15 cm

h = 18,1 cm

$$V_{TAY} = \frac{\pi D^2}{4} h = \frac{(3,14)(15)^2}{4} (18,1) \quad (3)$$

$$= 3196 \text{ cm}^3$$

Burada;

D = Yatak çapı (cm)

h = Aktif yatak yüksekliği (cm)

V<sub>TAY</sub> = Toplam aktif yatak hacmi (cm<sup>3</sup>)'dir.  
Katı (doluluk) oranının bulunması;

V<sub>K</sub> = 335 cm<sup>3</sup>

$$1 - \varepsilon = \frac{V_K}{V_{TAY}} = \frac{335}{3196} = 0,10 \quad (4)$$

Burada;

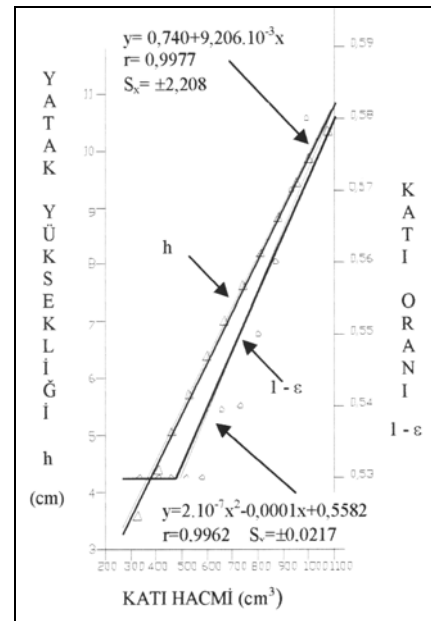
V<sub>K</sub> = Katı hacmi (cm<sup>3</sup>)

1-ε = Katı oranı

ε = Boşluk oranı'dır.

Ölçülen değerler yapılan beş ölçümün aritmetik ortalaması alınarak belirlenmiştir. Aktif yatak değerlerine benzer şekilde statik yatak değerleri de belirlenmiştir.

Sabit (statik) yatakta katı hacmi ile yüksekliğin yaklaşık olarak doğru orantılı bir değişim gösterdiği görülmüştür (Şekil 5). Katı hacmi bağımsız değişken x, katı yüksekliği bağımlı değişken y olarak alınıp regresyon doğrusu çizilmiştir. Katı yüksekliğinin katı hacmine bağlı olarak lineer bir değişim gösterdiği yüksek bir korelasyon katsayısı ile belirlenmiştir. Sabit yatakta katı oranı ise, başlangıçta katı hacmine göre çok az artmakta ve katı miktarı artırıldıkça biraz daha fazla artarak üstel bir değişim göstermektedir (Şekil 5).

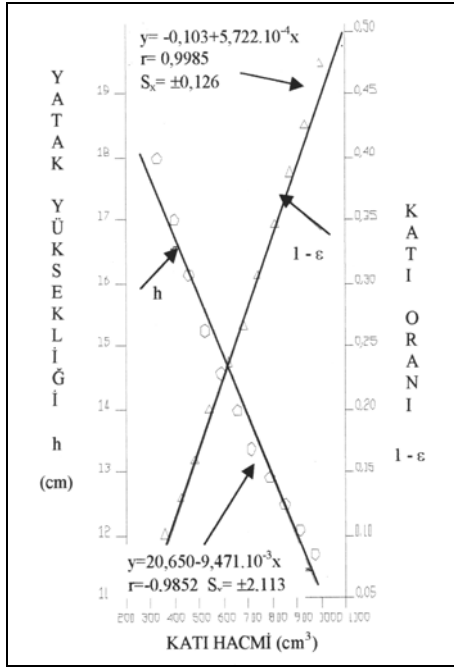


Şekil 5. Sabit yatakta katı hacmine bağlı olarak yatak yüksekliği ve katı oranı değişimi

Bu durum tabii yığılımın sonucu olarak meydana gelen sıkışmadan dolayı olması gereken sonuçtur. Katı hacmi x (bağımsız değişken), katı oranı y (bağımlı değişken) olmak üzere değişim eğrisi çizilmiştir.

Aktif yatakta kömür miktarına bağlı olarak, yükseklik ilk anda fazla artarken, kömür miktarı artırıldıkça yükseklik artışı azalmaktadır. 1,5 kg'dan sonra katı miktarlarının akışkanlaşması azaldığından incelemeye alınmamıştır. Kömür hacmine ve dolayısıyla kömür ağırlığına bağlı olarak aktif yatak yüksekliğindeki değişim Şekil 6'da gösterilmiştir. Katı hacmi bağımsız değişken x, katı yüksekliği bağımlı değişken y alınarak regresyon doğrusu çizilmiştir. Aynı şartlarda katı miktarı artırıldıkça yatak yüksekliği lineer olarak azalmaktadır.

Aktif yatak katı oranı ise kömür miktarı az olduğunda çok azdır. Kömür miktarı arttırıldıkça hızlı bir artış göstermektedir. Deneylere devam edildiğinde görüldü ki; aktif yatakta akışkanlaşmanın sağlandığı şartlarda, katı oranı kömür miktarı ile bağıntılı bir artış göstermiştir. Katı hacmi bağımsız değişken  $x$ , katı oranı bağımlı değişken  $y$  alınarak regresyon doğrusu çizilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Aktif yatakta katı hacmine bağlı olarak yatak yüksekliği ve katı oranı değişimi

Katı yakıtların akışkan yatakta yakılmasında ısı aktarımının iyi olması ve yanmanın sürekliliği için, katı oranının uygun değerde olması gereklidir. En uygun katı oranını verecek katı miktarı belirlendikten sonra, yakma işlemine geçilmesi verimli bir çalışmayı da sağlamış olacaktır.

## 5. SONUÇLAR

Yapılan prototip akışkan yatak (15 cm çapında) üzerinde dağıtıcı eleğin içe doğru birim alana düşen delik sayısının azaltılmasının, havanın daha iyi dağılımını sağladığı görüldü. Bu durum ise, aktif yatakta daha dengeli bir yükseklik dağılımını gerçekleştirir. Yapılan prototipte 15 kg/cm<sup>2</sup> kompresör basıncı ve 55,6 m<sup>3</sup>/h debide, en fazla 1,5 kg kömür tam olarak akışkanlaştırılabilmiştir.

Sabit yatakta 0,5 kg kömürde, katı yüksekliği 3,6 cm ve katı oranı 0,53 olarak; 1,5 kg kömürde, katı yüksekliği 9,8 cm ve katı oranı 0,58 olarak bulunmuştur. Aktif yatakta 0,5 kg kömürde, aktif

yatak yüksekliği 18,1 cm ve katı oranı 0,10 olarak; 1,5 kg kömürde, aktif yatak yüksekliği 11,7 cm ve katı oranı 0,48 olarak bulunmuştur.

Ölçümler neticesinde görüldü ki; statik(sabit) yatakta yükseklik ( $h$ ), kömür hacmine bağlı olarak yaklaşık doğru orantılı değişirken katı oranı ( $1-\epsilon$ ) ise, üstel bir değişim göstermiştir (Şekil 5).

Deneyler sonucunda, dinamik (aktif) yatakta yükseklik, kömür miktarı az iken fazla ve aynı şartlarda kömür miktarı arttırıldıkça lineer şekilde azalan bir değişim göstermektedir. Bir başka ifade ile yükseklik kömür miktarına bağlı olarak aynı çalışma şartlarında, ters orantılı bir değişim göstermiştir. Yükseklikte, kömür miktarına bağlı olarak doğru orantılı bir artış sağlamak için hava hızının arttırılması gereklidir. Katı oranı, kömür miktarına bağlı olarak ilk anlarda az artış gösterirken; kömür miktarının daha fazla arttırılması halinde, miktara bağlı olarak lineer bir şekilde artmaktadır (Şekil 6).

Aktif yatak katı oranının sıcaklıkla değiştiği (yaklaşık 20 °C'de  $1-\epsilon = 0,57$  olurken), sıcaklık arttıkça (900 °C'de  $1-\epsilon = 0,52$ ) azalma gösterdiği söylenmektedir (Botteril et al., 1981). Bu sonuç aktif yatakta, bu çalışmada 1,5 kg'lık kömür ile yapılan denemedeki katı oranına yakın bir sonuçtur. Sabit yatakta küresel düzgün 2,5 mm'lik cam taneciklerinin kullanılması ile yaklaşık 0,61 katı oranı elde edilmiştir (Özkaynak, 1977). Bu sonuç sabit yatakta bu çalışmada 1,5 kg'lık kömür ile belirlenen katı oranına çok yakındır.

Başka bir çalışmada ise, aktif yatakta 800 °C'de  $1-\epsilon = 0,5$  olarak belirlenmiştir (Gibbs, 1976). Sıcaklığın etkisi göz önüne alındığında, bu değer deneyler sonucunda aktif yatakta elde edilen katı oranlarına yakın olduğu görülmüştür.

Yapılan deney ve araştırmaların sonuçlarına göre, kullanılacak bir akışkan yatak sisteminde çalışma anındaki kömür miktarı, aktif yatak yüksekliği ve katı oranları değerlendirmeye alınmalıdır.

Kömür ısı elde etmek için yakılmak istenirse, katı oranı kömür tanelerinin en fazla yanacağı değerde olmalıdır. Çünkü, katı oranı fazla olursa karbon yanma için yeterli oksijen bulamaz, az olduğunda da sürekli bir yanma olması güçleşir ve ısı aktarımı iyi olmaz.

Kömürden gaz elde etme işleminde tam yanmanın olmaması gereklidir. Bunu sağlamak için katı oranı, tam yanmaya göre daha büyük değerde seçilmelidir. Akışkan yatağın diğer kullanım alanları için de, kullanılacak katı miktarı çalışma şartlarının durumu değerlendirilerek denemeler sonucunda

belirlenmelidir. Bir akışkan yatakta, en iyi katı yüksekliği ile birlikte katı oranının seçilmesi verimli bir çalışma için gereklidir.

## 6. KAYNAKLAR

Anderson, K., Carson, R. and Eady, D. 1994. "Petroleum Coke Cofiring at the 160 Mwe AFBC Shawnee Unit", Proceedings of the Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, 3, USA, 1296-1301.

Botteril, J. S. M., Teoman, Y. ve Yüregir, K. R. 1981. "Sıcaklığın Akışkan Yatakların Davranışına Etkisi", 3. Ulusal Isı Kongresi, Trabzon, 287.

Broedermann, P. 1987. Calching of Fine-Grained in The Circulating Fluid Bed, Lurgi GmbH, Germany.

Dry, R. J. and La Nauze, R. D. 1990. Combustion in Fluidized Beds, Chemical Engineering Progress, 31-47.

Fan, L. S. 1992. Gaz-Liquid-Solid Fluidization Engineering, Bulterworths, Boston.

Fitzgerald, T. J. 1980. "Fundamentals of Fluidized Bed Hydrodynamics as Applied to FBC System Design", DOE/WVO Conference on FBC System Design and Operation, West Virginia.

Gibbs, B. M. 1976. "A Mechanistic Model for Predicting the Performance of a Fluidized Bed Coal Combustor", Fluidized Combustion Inst. of Fuel Symp. Ser. No: 1, London, 1.

Gupta, Y. S. 1995. Mandal, P. K., Santhanam, V. C. and Satyanarayana, A., "PFBC With Ash Coals: Experience of Bharat Heavy Electricals Limited", Proceedings of the International Conference on Fluidized Bed Combustion, 1, USA, 91-95.

Jeffs, E. 1997. Karita: A Quantum Leap For PFBC, Turbomachinery International, 38 (2), 16-17.

Johns, R. 1986. Fluidized Bed Combustion Boilers Gain Commerical Acceptance, Power Engineering, July.

Leckner, B. 1996. "Fluidized Bed Combustion: Achievements and Problems" Symposium (Intrenational) on Combustion, 2, USA, 3231-3241.

Lundberg, L., Mackel, B. and Marchese, N. 1996. Changing Workhorses, Water Environment and Tachnology, 8 (5), 47-52.

Mackenzi, J. and Schweteger, B. 1982. Fluidized Bed Boilers, Power, 51.

Majjor, Y. S. H. and Habbeebullah, M. B. 1996. Repowering a Steam Power Plant by Means of Fluidised-Bed Combustion and a Two-Shaft Gas Turbine, Journal of the Institute of Energy, 69 (479),

Makansi, J. and Schwieger, R. 1987. Fluidized-Bed Boilers, Power, Special Report, May., 1-16.

Özkaynak, F. T. 1977. "Akışkanlaştırılmış Yataklarda Isı İletim Mekanizmasının İncelenmesi", I. Ulusal Isı Kongresi, Ankara, 263.

Plass, L., Bierbach, H. and Gummel, P. 1987. Experience With Combustion in Circulating Fluidized Beds, Lurgi GmbH, Germany.

Smock, R. 1987. Fluid Bed Combustion Invades Industrial, Utility Boiler Markets, Power Engineering, 12-19 August.

Tolay, M., Atakül, H. ve Ekinci, E. 1983. "Akışkan Yataklı Boiler Tasarımı", Isı Bilimi ve Tekniği 4.Ulusal Kongresi, Gaziantep, 83.

Tolunay, E. ve Bodur, M. 1981. "80.000 Kcal/Saat'lik Su Kazanı İçin Akışkan Yataklı Linyit Yakıcısı Tasarımı ve Yapımı", 3. Ulusal Isı Kongresi, Trabzon, 321.