

## **KAZANLARIN DOĞAL GAZA DÖNÜŞÜMÜ VE KAZAN DAİRELERİNİN DOĞAL GAZA GÖRE DÜZENLENMESİ**

**Recep YAMANKARADENİZ\***  
**Atakan AVCI\*\***

### **ÖZET**

*Bu çalışmada, kömür ve fuel-oil yakan kazanların doğal gazla dönüştürülmesi esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar ile yapılması gerekli işlemler üzerinde detaylı olarak durulmuştur. Ayrıca dönüşüm esnasında kazan dairesinin ve bacanın doğal gazla göre nasıl düzenlenmesi gerektiği açıklanmıştır.*

### **ABSTRACT**

#### **Fuel-Oil Coal to Natural Gas-Conversion of Boiler and Natural Gas Adaptive Reconstruction of Heat Generation Centers**

*In this study, conversion of coal and fuel-oil boilers into natural gas boilers is examined in detail and important points which should be taken into account in this conversion are given. Additionally, it is explained that how are heat generation centers and chimnies arranged during conversion into natural gas.*

\* Doç. Dr.; U. Ü., Mühendislik-Mimarlık Fakültesi.

\*\* Yard. Doç. Dr.; U. Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi.

## 1. GİRİŞ

Doğal gazın ülkemizde yakıt olarak kullanılmaya başlaması ile birlikte kömür ve fuel-oil yakan mevcut kazanların doğal gazla dönüştürme işlemi de önemli bir mesele olarak gündeme gelmiştir. Gerek sanayide kullanılan buhar kazanlarının ve gerekse konutlarda ısıtma amacıyla kullanılan sıcak su kazanlarının doğal gaz yakar hale dönüştürülmesi esnasında yapılması gerekli değişiklikler ve alınması gerekli önlemler ile kazan dairelerinin ve bacaların doğal gazla göre düzenlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Doğal gazın ve mevcut kazanlarda kullanılan kömür ve fuel-oilin özellikleri mukayeseli olarak Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablónun incelenmesinden görüleceği gibi yanma ve ısı geçişi açısından değerlerde yakıt cinsine göre önemli farklar olduğu görülmektedir. Doğal gazın bileşiminde hidrojen oranının diğer yakıtlara göre çok yüksek olduğu, buna karşılık doğal gazda nem, kül ve kükürtün bulunmadığı görülmektedir. Baca gazı içerisindeki su buharı oranının doğal gazda en fazla olduğu ve doğal gaz yakıldığında baca gazı içerisinde  $SO_2$  bulunmadığı da diğer önemli farklardandır. Yukarıda belirttiğimiz doğal gazın farklı özelliklerinin dönüşüm halinde ısı geçişine ve tasarım prensiplerine önemli tesirleri olacaktır<sup>1</sup>.

Tablo: 1. Farklı Yakıtlar İçin Bazı Özelliklerin Mukayesesi

| Özellik                                 | Birimi              | Kömür         | Fuel Oil No: 6 | Doğal Gaz |
|---|---------------------|---------------|----------------|-----------|
| Karbon oranı                            | % (Ağırlık)         | 77,4          | 84,58          | 73,98     |
| Hidrojen oranı                          | "                   | 1,4           | 10,90          | 24,57     |
| Oksijen oranı                           | "                   | 2,0           | 0,4            | 0,07      |
| Azot oranı                              | "                   | 1,2           | 0,112          | 1,43      |
| Kükürt oranı                            | "                   | 1,0           | 4,00           | -         |
| Kül oranı                               | "                   | 8,0           | -              | -         |
| Nem oranı                               | "                   | 7,0           | -              | -         |
| H/C oranı                               | (Ağırlık)           | 0,044         | 0,128          | 0,332     |
| Alt ısı değer                           | kJ/kg               | 29600         | 39220          | 46085     |
| Baca gazındaki buhar oranı              | gr/kJ               | 0,0124        | 0,0239         | 0,0406    |
| Baca gazındaki stokimetric $CO_2$ oranı | % (mol)             | 18,9          | 15,89          | 17,28     |
| Baca gazındaki $SO_2$ oranı             | ppm (Ağırlık)       | 1,644         | 5,50           | -         |
| Baca gazı çığ noktası                   | C                   | 35            | 49             | 56        |
| Ocak yükü                               | kJ/m <sup>3</sup> h | 0,4 - 1,2.106 | 1,2-3,1.106    | 1,6-4.106 |
| Stokimetric hava ihtiyacı               | gr/kJ               | 0,33          | 0,32           | 0,31      |
| Tavsiye edilen hava fazlalığı           |                     | 1,4-1,6       | 1,2-1,25       | 1,1-1,2   |



## 2. OCAK VE KONVEKSİYON YÜZEYLERİNDE ISI TRANSFERİ

Ocağı çevreleyen ve ısı alabilen su ile temastaki duvarlara ışınlama geçen ısı üç kaynaktan meydana gelir. Bu ısı kaynakları ızgara, alev ve sıcak gazlardan ibarettir. Alev ışınlama esas itibariyle tanecik ve ısı ışınlama olup, özellikle toz kömürü ve ağır karbonlu hidrojenleri ihtiva eden fuel-oil alevleri için söz konusudur. Büyük oranda hafif hidrokarbonları ihtiva eden doğal gaz alevinde ısı teşekkülü olmaz ve bu nedenle doğal gazda alev ışınlama teşekkül etmez. Doğal gaz optimum yanma şartlarında mavimtrak renkli bir alevle yanar. Bunun sonucu olarak doğal gaz yakan ocaklarda sadece sıcak gazlardan olan gaz ışınlama mevcuttur. Bilindiği gibi gaz ışınlama içerdiği  $CO_2$  ve  $H_2O$  oranının artması ile artmaktadır.

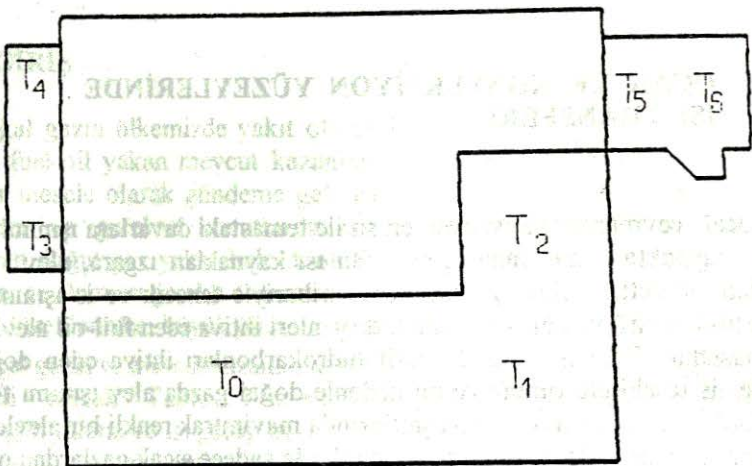
Doğal gaz yanma ürünleri içinde  $H_2O$  oranı diğer yakıtlara göre yüksek olduğundan gaz ışınlamadaki artış daha fazla olur ve bu artış alev ve ızgara ışınlamının yokluğunu karşılayamaz ve sonuç olarak doğal gaz yakan ocaklarda, cidarlara ışınlama geçen ısı miktarı küçük olur. Bu sebeple ocaktaki enerji dengesi denklemi gözönüne alındığında ocak sıcaklığının doğal gazda diğer yakıtlara göre daha yüksek olacağı görülür.

Yaptığımız bir çalışmada,  $40 m^2$  ısıtma yüzeyli, kömürlü, yarım silindirik bir kazanın aynı ısı kapasitesini verecek şekilde sıvı yakıt ve doğal gazda dönüştürüldüğünde kazanın değişik kesitlerinde sıcaklık dağılımları Şekil 1'de verilmiştir.

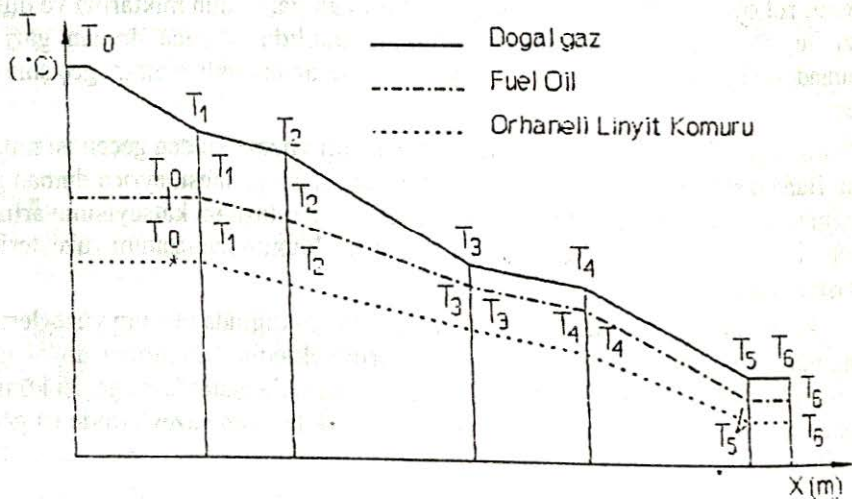
Ocaktan bacaya kadar olan yüzeylerde ise ısı geçişinde taşınım ısı geçişi önemli rol oynar. Taşınım ısı geçişi ise duman gazlarının miktarına ve duman gazı ile yüzey arasındaki sıcaklık farkına bağlıdır. Ayrıca duman gazı bileşimindeki değişiklikler de gerek taşınım, gerekse de ışınlama olan ısı geçişine etki eder.

Sıvı yakıttan doğal gaza dönüşümde taşınım yüzeylerinden geçen ısı miktarı artar. Buna neden ocaktan duman gazlarının daha sıcak gelmesi, ayrıca duman gazı bileşimindeki su buharı oranının yükselmesi sonucu taşınım katsayısının artması sebep olur. Doğal gazda su buharı oranı fazla olduğundan taşınım yüzeylerinde gaz ışınlama da artar.

Kömürlü kazandan doğal gazla dönüşüm yapıldığında taşınım yüzeylerinde taşınım ısı geçişinde önemli bir artış görülmektedir. Kömürden doğal gaza dönüşümde, yarım silindirik kazanların ocak kısmında ışınlama ısı geçişi kömüre nazaran % 30 - % 35 arasında azalmaktadır. Bu fark taşınım yüzeylerinde ısı geçişi artışı ile telafi edilir.



|       | Doğal Gaz | Kömür    | Fuel Oil |
|-------|-----------|----------|----------|
| $T_0$ | 1667.81°C | 944.60°C | 1610°C   |
| $T_1$ | 1492.50°C | 923.47°C | 1440°C   |
| $T_2$ | 1318.36°C | 783.27°C | 1290°C   |
| $T_3$ | 676.59°C  | 410.14°C | 630°C    |
| $T_4$ | 643.25°C  | 392.62°C | 600°C    |
| $T_5$ | 268.32°C  | 209.85°C | 280°C    |
| $T_6$ | 253.68°C  | 199.65°C | 270°C    |



Şekil: 1. Kazan içindeki sıcaklık değişimlerinin incelenmesi



### 3. YARIM SİLİNDİRİK KÖMÜRLÜ KAZANLARIN DOĞAL GAZA DÖNÜŞÜMÜ

Yarım silindirik kömür yakan dansk tipi kazanların veya buna benzer konstrüksiyonlu kazanların doğal gaz dönüşüm işlemini yapmadan önce kazan dönüşüm teknik etüdünün çok dikkatli bir şekilde yapılması gereklidir.

Kazanın dönüşümünün teknik etüdünde yapılması gerekli önemli işlemler aşağıda belirtilmiştir:

1- Etiketsiz, TSE veya MMO belgesi olmayan kazanlar kesinlikle doğal gazla dönüştürülmemelidir.

2- Kazanın imal edildiği çelik levhalar, çubuklar, saplamalar, borular, aynalar ve payandaların TSE 497'ye uygunluğu kontrol edilir. Hatalı ve bozulmuş kısımlar belirlenir.

3- Kazan yalıtımının ve kazan dış sacının TSE standartlarına uygunluğu kontrol edilir.

4- Kazan ön duman kapağı, arka duman sandığı, baca bağlantısı ve diğer yerlerde duman kaçağı olup olmadığı araştırılır.

5- Duman borularının malzeme ve konstrüksiyonu yönünden TSE 497'ye uygunluğuna bakılır.

6- Kazan türlerine göre olması gerekli emniyet sistemleri ve bağlantıları kontrol edilir.

7- Kazan hidrolik basınç testi TSE 497'ye göre yapılarak kaçak, sızıntı ve biçim değişikliği olup olmadığı kontrol edilir.

8- 20 yaş üzerindeki kazanlar doğal gazla dönüştürülmemelidir.

9- 10 yaş üstü çelik kazanların doğal gaz dönüşümlerinin ekonomik olmayacağı gerekçeli olarak anlatılarak kullanıcılar ikna edilmeye çalışılmalıdır.

Kazan dönüşümü teknik etüd sonucu uygun bulunan yarım silindirik kömürlü kazanların doğal gaz dönüşümünde yapılması gerekli değişiklikler aşağıda belirtilmiştir:

1- Izgara ve ızgara köprüleri sökülür, ızgara seviyesine kadar sıkıştırılmış kum doldurulur. Üzeri bir sıra ateş tuğlası ile hava sızdırmayacak şekilde örülür. Kül kapağı ise sökülerek beton ile kapatılmalıdır.

2- Kömür doldurma kapağı sökülür ve yerine 10 mm kalınlıkta sacdan brülör bağlantı kapağı monte edilir. Bu kapakla beton arasında sızdırmazlığı temin için en az 5 mm kalınlığında amyant conta konulmalıdır. Ayrıca brülör bağlantı kapağı üzerinde alev gözetleme deliği olmalıdır. Gözetleme camının yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması gerekir.

3- Brülör bağlantı kapağının çevresi refrakter malzeme ile kaplanmalıdır.

4- Yanma odasında kazan etekleri 1-2 sıra ateş tuğlası ile örülmelidir. Brülör alevinin karşısına gelen kısma bir sıra ateş tuğlası örülür. Örülen bu duvarın

yeri yanma odası ebadı ve brülör alevinin uzunluğuna göre öne ve arkaya kaydırılır.

5- Mevcut kazan üzerinde patlama kapağı yoksa, kazanın arka tarafından doğrudan yanma odasına açılan ve ocak içinde oluşabilecek patlamalarda gaz basıncının düşürülmesine yardımcı olacak bir patlama kapağı konulmalıdır. Patlama kapağı iç yüzeyleri amyant plaka ile kaplanmalı ve amyant fitiller kapağa vida ile tutturularak hava sızdırmazlığı sağlanmalıdır.

6- Yüksek sıcaklıktaki duman gazlarına karşı olan bütün makinetolu duman boruları aynalara kaynak edilmeli ve duman boruları aynadan 5 mm'den fazla taşmayacak şekilde kesilmeli veya traşlanmalıdır.

7- Kazana hava girebilecek bütün açıklıklar kapatılmalı ve tam sızdırmazlık sağlanmalıdır.

8- Kazan çıkış suyu sıcaklığını kontrol eden ve doğal gaz brülörüne kumanda eden bir uygun termostat konulmalıdır. Ayrıca sisteme, dış hava sıcaklığına göre kazan çıkış suyu sıcaklığını ayarlayan ısı kontrol paneli konulması enerji tasarrufu açısından konması tavsiye edilen önemli bir husustur.

9- İlave emniyet için kazan üzerine yaylı veya ağırlıklı emniyet ventili konması iyi olur.

10- İşletmeye almadan önce, ocak, cehennemlik, aynalar ve duman kanalları çok iyi şekilde temizlenmelidir. Kazanın su gören yüzeyleri varsa kireç tabakası, çamur, pislik, tortu gibi kirlilikten arındırılmalıdır.

11- Kazan çıkışında duman kanalı üzerinde bulunan hava ayar klapesi kapalı unutulduğunda sisteme zarar vereceğinden dönüşüm esnasında kaldırılmalı veya tam açık pozisyonunda oynamayacak şekilde sabitlenmelidir.

12- Ayrı ısı kapasitede doğal çekişli kömürlü kazanlarda ocak hacmi sıvı ve doğal gazal göre daha büyüktür. Ayrıca teşekkül eden duman gazı hacmi de büyüktür. Dolayısıyla kömürlü kazanda aynı kapasitedeki diğer yakıtlara nazaran kullanılan toplam duman borusu sayısı fazla olacaktır. Doğal çekişli yarım silindirik kömürlü kazanlar doğal gaza dönüştürüldüğünde teşekkül eden duman gazı hacminin kömüre nazaran az oluşu nedeni ile duman borularında gaz hızı düşecek, yeterli türbülans sağlanamayacağından yeterli ısı geçişi olamayacak ve duman gazları kazanı yüksek sıcaklıklarda terk edecektir. Bu nedenle yarım silindirik dansik tipi doğal çekişli kazanlarda duman borularının % 20 - % 30 kadarı körlenmeli veya duman boruları içine boru kesitini daraltan ve türbülötör görevi yapan elemanlar yerleştirilmelidir.

#### **4. SIVI YAKIT YAKAN KAZANLARIN DOĞAL GAZA DÖNÜŞÜMÜ**

Sıvı yakıt yakat kazanlarda doğal gaza dönüşümde pek büyük problemler ortaya çıkmaz. Kazanda doğal gaz yakılması ile sıvı yakıtakinin aynı ısı



kapasite elde edilir. Ancak kazan duman borularının aynalara kaynak edilmesi ve boru uçlarından fazla çıkmalar varsa traş edilmesi lazımdır. Ocak içinde bozulan, dökülen kısımlar varsa tamir edilmelidir. Kazan ısıtma yüzeyleri pislik ve kurumdan temizlenmelidir. Duman borularına mutlaka türbülötör konulmalıdır. Brülör adapte kapağı ile kazan patlama kapağında hava sızdırmazlığı mutlaka temin edilmelidir. Brülör adapte kapağını, brülör namlusu ucuna kadar refrakter malzeme ile kaplamak gerekir. Alevle temasta olan soğutulmayan yüzeyler refrakter malzeme ile kaplanmalıdır<sup>2</sup>.

## 5. MEKANİK KÖMÜR YAKMA SİSTEMLİ KAZANLARIN DOĞAL GAZA DÖNÜŞÜMÜ

Sıvı yakıt ve doğal gaz ithal kaynaklı olduğundan herhangi bir yakıt temin edememe veya çok yüksek fiyatla temin edilmesi durumunda etkilenmemek için bilhassa endüstride kazanların değişik yakıtları (sıvı, katı, gaz) yakabilir tarzda dizayn edilmesi gereklidir. Böylece stokerli veya pulverize kömür yakma sistemli kazanları doğal gazla veya sıvı yakıt yakar hale getirmek veya gerektiğinde müşterek çalıştırmak mümkündür. Keza endüstri artığı olarak ekonomik bir yakıt (tahta artıkları gibi) mevcut ise buna takviye olarak doğal gaz veya sıvı yakıt yakılabilir. Böyle bir ön ocaklı kazan sisteminde brülör adaptasyonu Şekil 2'de verilmiştir.

## 6. KAZAN DAİRELERİNİN DÜZENLENMESİ VE ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Kömürlü ve sıvı yakıtlı kazanların doğal gazla dönüştürüleceği kazan dairelerinin düzenlenmesi ve alınması gerekli önlemler büyük önem arzeder. Bu önlemler aşağıda sıralanmıştır.

1. Yeterli kesitte havalandırma bacası mutlaka olmalıdır. Herhangi bir doğal gaz kaçağı durumunda doğal gaz havadan hafif olduğundan tavanda toplanır ve oradan havalandırma bacasıyla dışarı atılır. Kazan dairesi hacmi içinde hacimsel olarak % 5 - % 15 arasında doğal gaz birikmesi sonucu patlama ve yangın tehlikesi ortaya çıkar. Havalandırma bacası üzerinde kazan dairesi tavanın en çok 40 cm aşağıda diğeri ise döşemeden en çok 50 cm yukarıda iki havalandırma menfezi açılmalıdır. Havalandırma menfezleri devamlı açık kalacak şekilde olmalıdır. Alt havalandırma menfezi kesiti  $A_t$  (cm<sup>2</sup>)

$$A_t = 4.5 (Q + 60)$$

ve üst havalandırma menfezi kesiti  $A_u$  (cm<sup>2</sup>)

$$A_a = 2.5 (Q + 60)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir. Burada Q (kW) olarak kazanın ısı kapasitesidir.

2. Kazan dairesinde taze hava giriş menfezi olmalıdır. Buradan giren taze hava hem yanma havasını sağlayacak hem de kazan dairesinin doğal havalandırmasını temin edecek miktarda olmalıdır.

3. Kazan dairesinde gaz kaçaklarını kontrol eden gaz dedektörünün konulması tavsiye edilir. Bilhassa büyük kazan dairelerinde konulmasında büyük fayda vardır. Bu dedektör gaz kaçağı halinde, kaçak gaz oranına göre ışıklı, sesli ikaz veya gaz giriş vanasını kapatacak özellikte olmalıdır.

4. Doğal gazla çalışan kazanların bulunduğu kazan dairelerinde biri bina içi girişi diğeri doğrudan bina dışına açılan iki kapı olmalıdır.

5. Baca ve baca bağlantı kanalı ile ilgili önemli hususlar aşağıda belirtilmiştir.

a) Bacaların kazanlara bağlantısında TSE 1257'ye göre, her kazanın ayrı duman borusu, kanalı ve bacası olmalıdır. Mevcut binada bu durum yoksa kazanların duman kanalı ve çıkışları bir kollektöre bağlanarak bacaya uygun bir şekilde irtibatlandırılır.

b) Doğal gazlı kazanlarda baca kesiti hesabı Tabii çekişli bacaların kesiti  $S_b$ ,

$$S_b = \frac{13.6 Q}{\sqrt{H}}$$

formülüne göre ve cebri çekişli bacaların kesiti ise  $S_c$ ,

$$S_c = \frac{8.6 Q}{\sqrt{H}}$$

formülüne göre hesaplanır. Burada  $S_b$ ,  $S_c$  (cm<sup>2</sup>) net baca kesit alanını, Q(kW) kazan kapasitesini ve H(m) etkili baca yüksekliğini göstermektedir.

c) Duman borusu ve kanalı bacaya en az % 10 yükselen eğimle ve mümkün olan en az dirsekle bağlanmalıdır.

d) Duman kanalı kesiti düşey baca kesitinden % 20 büyük olmalıdır.

e) Yatay duman kanalının uzunluğu doğal çekişte baca yüksekliğinin % 25'inden fazla olmamalı ve yalıtım yapılmalıdır.

f) Bacalar mümkün olduğu kadar yön değiştirmemeli, yön değiştirmenin zorunluğu olduğu hallerde sapma açısı düşeyle en fazla 30 derece olmalıdır.



Bacaların en alt kısmında hava sızmayacak şekilde bir temizleme kapağı yapılmalıdır.

g) Doğal gazın yanması sonucu teşekkül eden duman gazında yaklaşık olarak % 18 civarında su buharı bulunduğundan sıcaklığının 57°C altına düşmesi durumunda yoğunlaşma olayı meydana gelecektir. Bilhassa kömür ve sıvı yakıttan doğal gaz dönüşen bacalarda sızdırmazlık temin edilmemişse dairelerdeki baca yüzeyleri ev sakinlerini rahatsız edecektir. Bu durumu önlemek için mevcut baca içine paslanmaz çelikten ve alüminyum levhadan kılıf yapılmalıdır. Bu yoğunlaşmanın apartman sakinleri tarafından hissedilmesini engeller ancak asıl sorun olan yoğunlaşmanın ve bunun sonucu olan baca çekişindeki azalmanın önüne geçemez. Bu sorunun temel çözümü, doğal gaz dağıtım projesi kapsamında yer alan bölgelerde inşa edilecek binaların bacaları standartlara ve doğal gaz kullanımına uygun yapılmalıdır<sup>3</sup>.

6. Doğal gazlı kazan dairelerinde elektrik donanımı yönünden alınması gerekli en önemli tedbir, ana elektrik şalterinin ve kumanda panosunun kazan dairesinin dışına yerleştirilmesidir. Doğal gaz havadan hafif olması nedeniyle herhangi bir kaçak olduğunda kazan dairesi tavanına toplandığından muhafazalı elektrik kablolarının tavana en az 40 cm mesafeden döşenmesi gerekir.

## 7. SONUÇ

Kazan dönüşüm teknik etüdü sonucu kömürlü ve sıvı yakıtlı kazanların doğal gaz dönüşümüne karar verildikten sonra yazıda belirttiğimiz dönüşüm kurallarına uymak suretiyle dönüşüm gerçekleştirilebilir. Ayrıca kazan dairelerinin doğal gazla göre düzenlenmesi ve gerekli emniyet tedbirlerinin alınması, doğal gazın yanıcı ve patlayıcı olma özelliğinden dolayı, büyük önem arzeder. Bacalarda dönüşüm sonucu ortaya çıkan yoğunlaşma sorununun çözülmesine de dikkat edilmelidir.

## KAYNAKLAR

1. ARISOY, A.: Kazanların Doğal Gaz Dönüşümü, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 2, 1989.
2. BİLGİÇ, M.: Doğal Gaz Kazanları ve Kazanların Doğal Gaz Dönüşümü, MMO, İstanbul Şubesi, 1989, İstanbul.
3. ARARAT, G.: Dönüşümü Yapılan Kazan Dairelerinde Yaşanan Baca Sorunları, Doğal Gaz Dergisi, Sayı 22, 1993.