

GAZ CİHAZLARINDA CO ÖLÇÜMÜNÜN ÖNEMİ*

* Bu yazı Sanitar und Heizungstechnik dergisinin 1992 yılı 2. sayısından alınmıştır. Hazırlayanlar Dipl. Ing. Wolfgang Schafer, Burkhard Mehn

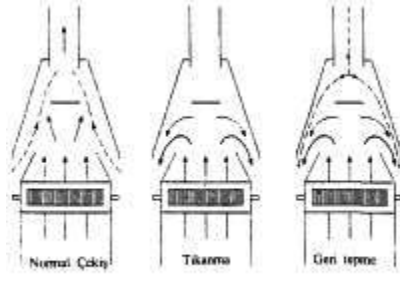
Ferruh KUDUOĞLU

1954 yılında Bartın'da doğdu. Orta öğrenimini İstanbul Erkek Lisesinde tamamladı. 1976 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesini bitirdi. 1976-1980 yılları arasında M.T.E.'de Bakım ve Pazarlama Mühendisliği yaptı. 1981-1993 yılları arasında mekanik tesisat konusunda serbest çalıştı. Halen ÇOLAKOĞLU İNŞ. A.Ş. Mekanik Departmanı'da yönetici olarak çalışmaktadır.

GİRİŞ

Düşük emisyonlu yakıt doğalgazın kullanımı her geçen gün daha fazla anlam kazanmaktadır. Modern gereç teknolojisi günümüzde optimal enerji kullanımına olanak sağlamaktadır. Doğalgazın yanmasında, aynı enerjiyi veren sıvı yakıtların yanmasına oranla %25, kömür yanmasına oranla da %40-50 daha az CO₂ oluşmaktadır.

Gaz aletlerinin insanların yaşadıkları mekanlarda kullanılmasının birçok avantajı olmasına rağmen, bazı riskleri de bulunmaktadır. Bu riskler özellikle açık yanma odalı ve üflemez brülörlü (atmosferik) gazla çalışan ısıtma cihazları için söz konusudur. Bu gereçler birer davlumbaz içermektedirler (Bkz. Resim 1).



Şekil 1 : Davlumbazın fonksiyonu

Bu düzenek (davlumbaz), çeşitli baca çekişlerinde yanmanın bozulmamasını sağlar. Fazla baca çekişlerinde alevin brülörden koparak sönmeye engeller. Yine çekmeme veya duman gazının geri basması hallerinde de yanma ve alev düzeninin etkilenmemesini sağlamaktadır. Son iki halde duman gazının ortam havasına karışması sözkonusudur. Ortam havası (ki aynı zamanda yanma havasıdır) içerisindeki dumangazı

konsantrasyonunun artması oksijen eksikliğine ve ocak hacmi içerisinde CO oluşumuna neden olur. Bu nedenle sözkonusu gereçlerin düzenli denetlenmesi gerekmektedir. Bu denetim sadece kullanıcının güvenliği açısından değil, aynı zamanda çevre korunması açısından da önemlidir (Enerji tasarrufu, emisyonların azaltılması v.b.). Kontroller duman gazının yolu üzerinde yapılmaktadır. Bu kontrollerde CO ölçümleri de yapılmaktadır. Aşağıdaki istisnalar dışında lütfen bacaya bağlanan gazlı yakma sistemleri için geçerlidir. İstisnalar:

- Sıcak odaların içerisinde bulunan sistemler
- Dış duvara bağlı sistemler.
- Üflemezli brülörler.

2) TOKSİK CO GAZININ OLUŞUMU VE ETKİLERİ :

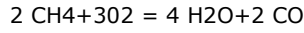
Karbonmonoksit tatsız, renksiz ve kokusuz bir gazdır. Bu gaz Karbon içeren yakıtların (katı, sıvı, gaz) yanması sırasında oluşur. Yanma için yeterli yanma havası (oksijen) ve yeterli yanma sıcaklığının oluşması gerekmektedir. Doğalgaz yanmasının materyal bilançosu aşağıdaki gibidir.

Yakıt + Hava =Atık gazlar (Duman gazı)

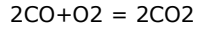
1m³ Doğalgaz + 10m³ Hava = 8m³ azot +2 buharı + 1 m³ CO₂

Yanma sırasında hidrokarbonlar parçalanır. Hidrojenler yanma havasındaki oksijenle birleşerek su buharı oluştururlar. Karbonlar ise oksijenle birleşerek önce Karbonmonoksit ve devamında da Karbondioksit oluştururlar.

1) Metan+Oksijen= Su+ Karbondioksit



2) Karbonmonoksit + Oksijen= Karbondioksit



Karbonmonoksit oluşumunun nedenleri:

a) Yanma havası eksikliği; lam yanma için yeterli hava miktarının yanma ağızına gelmemesi;

b) Yanma havası fazlalığı; yanma için gerekli hava aşıldığında alevin soğuması nedeniyle yanma sıcaklığının düşmesidir.

Karbonmonoksit atıkgaz (Dumangazı) içerisinde mevcutsa ve bacada geri tepme varsa insanlar için ölümcül tehlike söz konusudur. CO önceden de belirttiğimiz gibi tatsız, renksiz, kokusuz ve hava ile aynı yoğunlukta bir gazdır. CO₂ moleküllerine zıt olarak CO molekülleri doymamış karbon içerdiği nedeniyle yüksek bir afiniteye sahiptir. CO, oksijen gibi insan vücudunda hemoglobinin alyuvar renklendiricilerinde konuşlanır. Oksijenin hemoglobinden kolayca ayrılabilmesine karşın CO oksijene göre hemoglobine karşı 200 kez daha fazla afinite göstermektedir. Konsantrasyon miktarına ve CO etkisinin süresine bağlı olarak önemli yaşam ve beyin fonksiyonlarını tahrip etmektedir. İnsan vücudunun kanı değiştirilmediği takdirde karbonmonoksiti atabilme imkanı yoktur. Tablo 1 karbonmonoksitin insan vücudu üzerindeki etkisini göstermektedir.

Tablo 1'de görüldüğü gibi maksimum çalışma konsantrasyonu (MAK-Wert) 30 ppm (1 ppm= 1 milyonda bir hacim), yani 1 m³ hava içerisinde 30 c m³ CO bulunduğu takdirde max. değere ulaşılmış demektir.

TABLO 1. Karbonmonoksitin insan vücuduna etkileri

CO-Konsantrasyonu (Havada)	Solunma süresi ve toksik belirtilerin gelişimi
0,003 Hacim % 30 ppm	Max. değer (maksimum çalışma konsantrasyonu. 8 saatlik çalışma süresi için) Almanya için geçerli
0,02 Hacim % 200 ppm	2÷3 saat içinde içersinde hafif baş ağrısı
0,04 Hacim % 400 ppm	1÷2 saat içinde alın kısmında baş ağrısı, 2,5÷3,5 saat başın her tarafına dağılır.
0,08 Hacim % 800 ppm	45 dakika içinde baş dönmesi vb. belirtiler, 2 saat içinde kendini kaybetme
0,16 Hacim % 1600 ppm	20 dakika içinde baş dönmesi, baş ağrısı v.b., 2 saat içinde ölüm
0,32 Hacim % 3200 ppm	5÷10 dakika içinde baş dönmesi, baş ağrısı v.b., 30 dakika içinde ölüm
0,64 Hacim % 6400 ppm	1÷2 dakika içinde baş dönmesi, baş ağrısı v.b., 10÷15 dakikada ölüm
1,28 Hacim % 12800 ppm	1÷2 dakikada ölüm

CO miktarının ölçümünde (atmosferik brülörler için, DIN 3362'deki kurallar geçerlidir.

50 ppm : normal gaz gereçlerinde,

500 ppm : arızalı gaz gereçlerinde,

1000 ppm : Çalışma güvenliği kalmamış gaz gereçlerinde, rastlanır. Yukarıdaki değerler seyreltilmemiş kuru atık gazlar için geçerlidir.

CO miktarı ile O₂ ve CO₂ miktarlarının aynı anda ölçülmesi özel düzenekler olmadığı müddetçe atıkgaz içerisinde CO dağılımının heterojenliği nedeniyle özel sondalar içeren kombi ölçüm aletleri ile gerçekleştirilebilir. Bu gereçler en azından 5 Ağustos 1988'de Bayern TÜV tarafından yayımlanan CO-Ölçüm aletleri yönetmeliğine uymalıdır.

3. ATIKGAZ DENEYİ YOLUYLA CO ÖLÇÜMÜ

Cihazın güvenliği için atıkgazın engelsiz atılabildiğinin deneyle saptanması gerekmektedir. Bu arada ileride

arızalar dikkate alınmalıdır.

Bu görevi yerine getirmek için Atıkgaz yolu deneyi yapılır.

Ölçülen CO değerinin seyreltilmemiş atıkgaz içerisindeki CO değerine dönüştürülmesi aşağıdaki formül vasılesi ile yapılabilir.

d) Eş zamanlı CO ve CO₂ ölçümü

$$\text{CO}_2 \text{ seyreltilmiş} = \text{CO ölçülen} \frac{\text{CO}_2 \text{ max}}{\text{CO}_2 \text{ ölçülen}}$$

CO₂ max değerleri;

Sıvı gaz.....	% 13,5
Havagazı.....	% 10,2
Doğalgaz L.....	% 11,7
Doğalgaz H.....	% 12,0

b) Eşzamanlı CO ve O₂ ölçümü:

$$\text{CO}_2 \text{ seyreltilmiş} = \text{CO ölçülen} \frac{21}{21 - \text{O}_2 \text{ ölçülen}}$$

Örnek: Doğalgaz H
Veriler:
CO ölçülen: 50 ppm; CO₂ eşzamanlı ölçülen= 3 %
12%
⇒ CO₂ seyreltilmiş= 50 ppm. $\frac{12\%}{3\%} = 300 \text{ ppm}$

Şekil 2. Brülörden itibaren Atıkgaz yolunun test edilmesi işlemlerine bakış:

Şekil 2. Brülörden itibaren Atıkgaz yolunun test edilmesi işlemlerine bakış

- 1- Yanma aletinin ve bağlantısının kullanılmaya hazır olup olmadığının denetlenmesi.
- 2- Konutun pencere ve kapılarının tamamen kapatılması.
- 3- Kullanılan vantilatörlerin gözden geçirilmesi
- 4- Havalandırma deliklerinin gözden geçirilmesi
- 5- Atıkgaz bacasının denetlenmesi.
- 6- Yanma hücresinin temizlik kontrolü
- 7- Doğalgaz borularının kontrolü
- 8- Yanma sisteminin çalıştırılması
- 9- Atıkgaz klapesinin fonksiyonunun denetlenmesi
- 10- Yanmanın gözle denetlenmesi
- 11- Atıkgazın brülörden engelsiz çekilmesinin saptanması
- 12- Atıkgazın davlumbazdan itibaren engelsiz çekilmesinin saptanması
- 13- CO-miktarının saptanması
- 14- Diğer eksikliklerin tespiti.
- 15- Deney föylerinin tamamlanması
- 16- Denetleme protokolünün doldurulması

3.1. Yanma aletinin ve bağlantısının kullanılmaya hazır olup olmadığının denetlenmesi:

Bu denetim çerçevesinde gaz akımı ve su tesisatının tamamen işletmeye hazır olup olmadığı kontrol edilir. Bununla birlikte yanma sisteminin duvar bağlantılarının yeterli olup olmadığı da saptanır. Atıkgaz borularının döşenmesi ve sabitlenmesi gözle iyice denetlenmelidir.



Şekil 3. Gazlı aletlerin dış kabinlerinde termik etkilerin oluşturduğu karıncalanmalar

3.2. Konutun tüm kapı ve pencerelerinin kapatılması:

Böylece bacanın bu halde dahi çekişinin tam olduğunun ve atıkgazı atabileceğinin saptanmasıdır.

3.3. Kullanılan vantilatörlerin denetlenmesi

Konul içerisinde kullanılan vantilatörlerin yanma aletinin fonksiyonuna etkisi incelenir (örneğin, ocaküstü aspiratör, fanlı mekanik aspiratörler, pencere vantilatörleri).

Sadece yanma aleti için tehlike teşkil etmediğinde kullanılmasına izin verilir.

3.4. Havalandırma deliklerinin denetlenmesi:

Havalandırma deliklerinin yeterliliği ve açık olup olmadığı saptanır.

3.5. Atıkgaz bacasının denetlenmesi:

Endoskopi veya cep feneri yardımıyla göz kontrolü ile atık gaz geçişini engelleyecek veya azaltacak pislikler saptanır.



Şekil 4. Atık gaz borularının endoskopi düzeneği ile denetlenmesi



Şekil 5. Su ısıtıcısının endoskopi düzeneği ile denetlenmesi

Aynı zamanda baca içerisindeki kirlenmelerin de denetlenmesi gerekmektedir. Baca genişliğinin düşmemesi için baca kesitinin daralmasına meydan vermemek gerekmektedir.

3.6. Yanma odasının kirlenme açısından denetlenmesi:

Yanma odası alevin tamamen yanabilmesi için özel olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle ölçümlendirme kirlenme yoluyla kesitlerin daralmasına meydan vermeyecek şekilde yapılmaktadır. Buna rağmen yanma kısmına düşecek pislikler, fonksiyon bozukluklarına neden olabilir.



Şekil 6. Bir su ısıtıcısının kirlenmiş eşanjörü

3.7. Sıcak Gaz koşullarının kontrolü:

Yanmış sıcak gazı tahliye eden kanallarda örneğin iş birikimi sonucu kesit daralması varsa fonksiyon bozukluklarına neden olabilir. Gözle muayene (Endoskopi yöntemi) ile denetim yapılabilir (Bkz. Şekil 7).



Şekil 7. Bir ısıtma kazanının işlenme nedeniyle sıcakgaz bacasındaki daralma

3.8. Yanma sisteminin çalıştırılması:

3.9-3.13 arasındaki denetlemeler için cihazın yanar halde olması gerekmektedir. Termik atıkgaz klape kontrolü düşük yükte yapılır. Atıkgaz bacası ve CO ölçümleri maximum ısı yükünde yapılır.

3.9. Atıkgaz klapesinin fonksiyonunun denetlenmesi:

Termik atıkgaz klapesi açılıncaya kadar atıkgaz ortama karışabilir. Termik atıkgaz klapesinin seçiminde, imalatçının önerisi göz önünde bulundurulmadığı takdirde klape açılma zamanı gecikebilir. Özellikle yeni yanma sistemlerinde düşük atıkgaz sıcaklıklarına sahiptir. Bu aletlerin atıkgaz klape açılma noktaları düşük termik yüklerle göre ayarlanmış Denetim göz ile yapılır. Mekanik atıkgaz klapelelerinin yanma başlamadan (brülör ateşlenmeden) açılmış olmasına dikkat etmek gerekmektedir.

3.10. Yanmanın gözle denetlenmesi:

İyi bir yanmanın kriterleri:

- Tam ve dolu alev formu,
- Mavi alev
- Eşit alev boyu

Kötü bir yanma da aşağıdaki gibi saptanır.

- Yayvan alev formu
- Sarı-kırmızı alev (parlayan alev)
- Eşit olmayan alev boyu
- Alevin yanma noktasından kopması

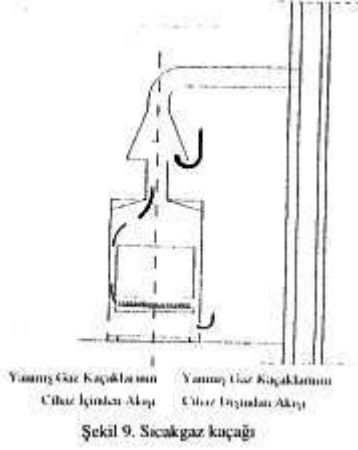
Kötü yanmanın başlıca nedenleri, gaz memesinin ya da hava emme açıklığının pislikler sebebiyle kirlenme veya yetersiz sekondcr hava temini olabilir.

3.11. Atıkgazın brülörden sonra engelsiz çekilmesinin saptanması:

Sıcakgaz yollarının kirlenmesi ya da aşırı yüklenmesi sonucu baca gazı kanallarında yüksek dirençler oluşması nedeniyle brülör ile ısı çanjörü arasında ortama atıkgaz yayılması olabilir. Atıkgazın yanma odasının yakınındaki ortama yayılması CO-oluşumuna neden olan fonksiyon bozukluklarına neden olur.



Şekil 8. Kirlenmiş atıkgaz klapesi



3.12. Davlumbazın düzgün çekip çekmediğinin saptanması:

Davlumbazdan atıkgaz kaçması aşağıdaki gibi saptanır:

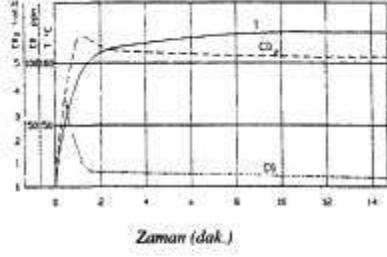
- 1-Gazlara tutulan soğuk bir plaka üzerinde yoğuşma yoluyla
- 2- Termik eleman vasıtasıyla ölçülen sıcaklık yükselmesiyle
- 3- Akışın, sıcaklık görülebilir hale getirilmesiyle



Şekil 10. Yoğuşma plakası kullanımı

3.13. CO miktarının saptanması:

CO miktarının ölçülmesi yanmanın iyiliği hakkında karar verilmesine yarar. Daha önce anlatıldığı gibi seyreltilmemiş atıkgaz içerisindeki CO miktarının belirlenmesi için atık gazlardaki CO ve CO₂ veya O₂ miktarı ölçülür.



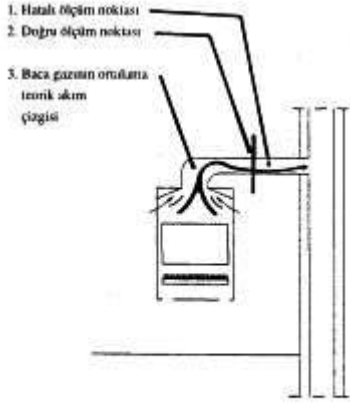
Şekil 11. Bir su ısıtıcısının ilk çalışması sırasında CO₂ ve CO konsantrasyonlarının ve sıcaklığın zamana göre değişimi

1. Ölçüm zamanı:

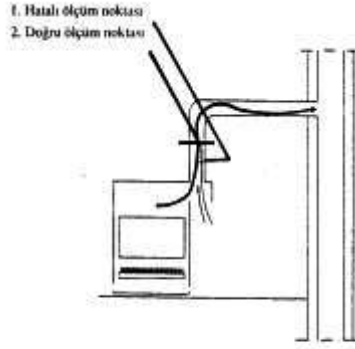
Şekil 11'de de görüldüğü gibi en geç, 2 dakika sonra atıkgaz içerisinde CO₂ miktarı rejime girer, (sabit kalır)

2. Ölçüm yeri:

Ölçüm yeri olarak davlumbazdan sonra dumangazı boru çapının 2 misli uzaklıkta bir nokta seçilmelidir. Ölçüm yerleri Şekil 12 ve 13' te örneklenmiştir.



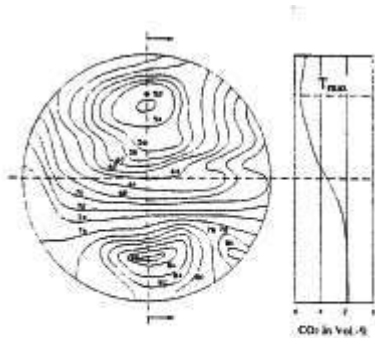
Şekil 12. CO ölçümünde ölçüm deliği yeri 1 deliği hatalıdır çünkü akım çizgisinin içinde yer almamaktadır.



Şekil 13. CO ölçümünde ölçüm deliği yeri
1 deliği hatalıdır çünkü yanmaktan gelen hava akımından etkilenmektedir.

3- Ölçüm nedeni

Şekil 14'te görüldüğü gibi CO/CO₂ konsantrasyon dağılımı hiç bir zaman homojen değildir. Bu nedenle tek delikli bir sonda ile numune alınırca yanlış sonuçlara varılacaktır. Bu nedenle gerçek bir ölçüm için çok delikli bir sonda kullanılması gerekmektedir. Çok delikli sonda uzunluğuna göre üzerinde birçok deliği bulunan bir sondadır. Delikler bir sıra üzerinde ve eşit aralıklarda sıralanmıştır. Sonda atıkgaz bacasının çapına göre doğru seçilmelidir. Sonda ölçüm için atıkgaz bacasının çapı doğrultusunda tutulup, delikler atıkgazın akışı doğrultusuna karşı olmalıdır.



Şekil 14. Su ısıtıcısının baca gazı kanallarında CO ve CO₂ konsantrasyon dağılımı

4- Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:

Atıkgaz bacası denetimleri sırasında saptanan eksiklikler Eksik Kartı formu doldurularak kullanıcıya iletilir.

Eğer atıkgaz içerisindeki CO miktarı 1000 ppm sınır miktarını aşmışsa yanma sistemi kapatılıp üzerine uyarı bandı yapıştırılmalıdır.

Atıkgaz içerisindeki CO konsantrasyonu 500 ppm bakım gerekmektedir.

5- CO-oluşumunun nedenleri:

CO- oluşumunun nedenleri aşağıda sıralanmıştır.

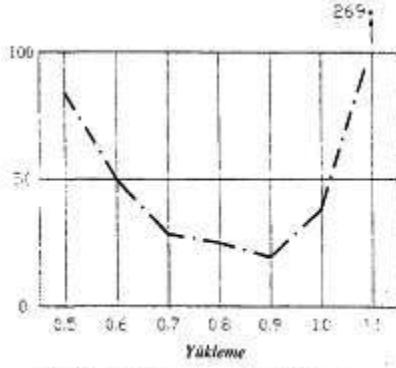
- Brülör borularının içten ve dıştan kirlenmesi,
- Yanma havası üfleme bölgesinde pislik oluşması,
- Termik nedenlerle brülörün değişime uğraması,

d) Memelerin erimesi

e) Kirlilik veya deformasyon nedeniyle sıcak atıkgaz kanallarının daralması

f) Yanma sisteminin az veya aşırı yüklenmesi,

Kullanıcı açısından CO- oluşumunun ortadan kaldırılması aşağıda belirttiğimiz gibi gerçekleşebilir.



Şekil 15. CO miktarının ısıyükü ile bağlantısı

a) Brülörün gerçek yüküne ayarlanması gerekmektedir.

Brülörün aşırı veya az yüklenmesinin CO- oluşumu üzerine etkisi Şekil 16'da görülebilmektedir.

b) Yanma sisteminin temizlenmesi

Bir yanma ve sıcakgaz kanalının temizlenebilmesi için özel fırçalı elektrik süpürgesi veya kazan temizleyiciye ihtiyaç vardır. CO- oluşumuna eğilimi daha fazla olan gazlı su ısıtıcılarında ise primer hava ve meme boruları içine yağ çözücü katılmış sıcak su banyosunda temizlenir.

c) Atıkgaz kanalının denetlenmesi

Atıkgaz kanalının denetimi, aynı zamanda sıcakgaz kanalı ve birleşim parçalarının denetimini de içermektedir. Bu denetimde özellikle kirliliğe ve deformasyona dikkat edilmelidir.

d) Yanma havası bağlantısının denetimi

TRGI'86 (Gaz gereçleri kullanımının teknik kuralları) da yazılı saptamalara dikkat edilmeli. Daha sonra gerekli hacim-güç oranının gerçekleşmesi gerekmektedir. Öngörülen havalandırma delikleri kapalı olmamalı, aynı şekilde davlumbazlar da denetlenmelidir. Tablo 2, bakımla CO değerlerinin geriletmesini örnelemektedir.

[bakınız: 37](#)

Açıklama	Cihaz	Cihaz	Cihaz	Cihaz
Kirlilik Lamel Bloğu	var	var	yok	var
Isı kutusu	yok	yok	yok	yok
Brülör	var	var	yok	var
Alev rengi	mavi	mavi-sarı	mavi-turuncu	mavi-turuncu
Alev sesi	normal	normal	sesli	normal
Gaz debisi (lt/dak)	35	34	48	41
CO miktarı (ppm)	660	2000	2000	1305
Bakım cinsi 1	Brülör ve lamel bloğu temizlendi çevre düzenlendi	Brülör temizlendi	Gaz debisi ayarlandı	Brülör temizlendi
Gaz debisi (lt/dak)	35	34	35	41
CO miktarı (ppm)	83	345	55	820
Bakım Cinsi 2		Lamel bloğu temizlendi		Lamel bloğu temizlendi
Gaz debisi (lt/dak)	-	34	-	41
O miktarı (ppm)	-	49	-	330
Bakım Cinsi 3				Gaz debisi ayarlandı
Gaz debisi (lt/dak)	-	-	-	34,5
CO miktarı (ppm)	-	-	-	32

Tablo 2- Yüksek CO miktarının düşürülmesi yolları

3.14 Diğer Eksikliklerin denetimi:

Atıkgaz kanallarının denetiminde saydığımız eksikliklerin dışındaki eksikliklerin olabileceği ve bunların yanma sisteminin fonksiyonunu etkileyebileceği düşünülerek araştırılmalıdır. 11 KW'ın üzerinde gücü olan, konutlarda kullanılan atmosferik cihazların denetim ve bakımı TRGI '86'ya göre kontrol edilmelidir. (Bu cihazlarda baca gazı kontrolü şarttır. Ancak böyle bir sistemin mevcudiyeti, diğer CO ölçümlerinin yapılmayacağı anlamına gelmez).

4.SONUÇ

Atık gaz bacası denetimi çerçevesinde CO ölçümünün, Almanya'da 1 OCAK 1991 tarihinden itibaren sadece işletme güvenliği açısından değil, çevre korunması açısından da gerekliliği kabul görmüştür. Bavyera'da yapılan ölçümlerde de netlenen cihazların %20 si hatalı çıkmıştır.

Bir açıklamaya göre CO ölçümü öncesi senede 10÷20 ölümcül vakaya rastlanırken, 1987 de 7 ölüm, 1988'de 5 ölüm vakası saptanmıştır. Denetlemeler yapılırken yasal olarak müsaade edilen gereçler kullanılmalıdır (Kombinasyon ölçüm aleti ve çok delikli sonda gibi). Saptanan uyumsuzluklar (eksiklikler) bakım yapılarak giderilip yeniden ölçüm yapılmalıdır.

Bu denetimlerin gazlı cihazların yenilenmesi ve bakımlarının yapılmasına çok ciddi katkısı olmuştur.

Aşağıdaki tabloda anma değerleri 17,4 KW olan aynı yapıda 4 gazlı cihazın bakım sonucu CO miktarlarındaki değişimi gösterilmiştir.