

DOĞALGAZ KOMBİNE ÇEVİRİM SANTRALLERİNDEN KAYNAKLANAN KİRLİLİĞİN AZOT OKSİTLERİN(NO_x), İNCELENMESİ, ÇEVRE VE İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Ufuk MALAK, Birkan İSKAN^(*), Ercan İHTİYAR, Burak ÇINARLI

Artek Mühendislik Çevre Ölçüm Ve Danışmanlık Hiz.Tic.A.Ş., İstanbul

ÖZET

Bu çalışmada, farklı ısıl güçlerde faaliyet gösteren on adet doğalgaz kombine çevrim santraline ait bacalarda Azot Oksit (NO_x) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bu ölçümler neticesinde elde edilen sonuçlar kullanılarak mg/Nm³ cinsinden konsantrasyon ve kg/saat olarak kütsel debileri hesaplanmıştır. Yapılan ölçümler uluslararası geçerliliği olan metotlar ile gerçekleştirilmiş ve bu doğrultuda alınan paralel ölçümlerin ortalamaları neticesinde konsantrasyonlar belirlenmiştir. Yapılan sürekli ölçümler ile elde edilen sonuçlara göre NO_x için en yüksek konsantrasyon 289,00 ppm, buna karşılık en düşük sonuç ise 18,00 ppm olarak belirlenmiştir. Her bir işletmede belirlenen konsantrasyon değerleri uluslararası ve ulusal otoritelerde, Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde belirtilen çeşitli kriterlere göre çevresel etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler neticesinde, ölçülen değerler Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği gereğince değerlendirilmiş ve bazı tesislerde ilgili yönetmeliklerdeki sınırları aştığı tespit edilmiştir. Oluşan azot oksit emisyonlarından kaynaklanacak ekolojik etkiler de incelenmiş ve oluşturabileceği çevresel sorunlar değerlendirilmiştir. Ayrıca Azot Oksitlerin insan sağlığı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler başlıklar halinde incelenmiş ve bu etkiler değerlendirilmiştir.

ABSTRACT

In this study Nitrogen Oxide (NO_x) measurements have been performed at the chimneys of ten natural gas combined cycle plants which are active in different thermal powers. Concentration in terms of mg/Nm³ and mass flow as kg/hour have been calculated by using the results of these measurements. The measurements performed were realized by the methods with international validity and concentrations were determined in the result of averages of the parallel measurements taken in this directions. According to the results which are taken by continuous measurements, the highest concentration for NO_x is 289,00 ppm, and the lowest results is 18,00 ppm. Concentration values that are determined in every facility have been taken into account as environmental impacts according to the various criteria defined by Industrial Air Pollution Control Regulation. At the result of the measurements the values have been evaluated according to the Industrial Air Pollution Control Regulation and it has been found out that the values extended the limits of the subjected regulation in some facilities. Ecological effects which may result from nitrogen oxide emissions have also been evaluated and environmental problems have been taken into account. On the other hand, the negative effects of the Nitrogen Oxides on human health have been researched as different headings and they have been evaluated.

* birkan.iskan@artekcevre.com.tr

ANAHTAR SÖZCÜKLER

NO_x, Santral, Doğalgaz Çevrim, Enerji

1.GİRİŞ

Diğer enerji kaynaklarına göre temini kolay ve çevreye etkisi daha az olan doğalgazın ülkemizde birincil enerji kaynağı olarak kullanımı giderek artmaktadır. Yüksek verim ve kısa zamanda işletmeye alma gibi avantajlarından dolayı doğalgaz yakıtlı kombine çevrim santralleri ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde son yıllarda giderek artan bir oranda kullanılmaktadır. Doğalgaz yakıtlı kombine çevrim termik santralleri diğer fosil kaynaklı yakıt kullanan termik, nükleer ve hidroelektrik santrallerine göre daha düşük kurulum maliyeti ile daha kısa sürede işletmeye alınabilmektedirler. Kombine çevrim santrallerinde gaz türbinleri ve buhar türbinleri birlikte kullanılmaktadır. Yakıt olarak doğal gaz kullanılan gaz türbinlerinden elde edilen elektrik enerjisinin yanı sıra türbin egzozundan yüksek sıcaklığa sahip egzoz gazlarının atık ısısının kazana verilmesiyle elde edilen buhar ile buhar türbinlerinden de ek elektrik üretimi sağlanmaktadır. Bu santrallerde gaz türbinli çevrimlerin üst sıcaklığının yüksek olması ve buhar türbinli çevrimlerin alt sıcaklıklarının düşük olması avantajları birleştirilerek tasarım koşullarında çalışmak üzere kombine çevrim verimi %50-60 civarında gerçekleştirilebilmektedir. (Ünver, Ü., Kılıç, M., 2005.).

Bu çalışmada, sayısı gün geçtikçe artan doğalgaz kombine çevrim santrallerinden kaynaklanacak emisyonların başında olan NO_x parametresi, on farklı santralde sürekli olarak takip edilmiş ve sonuçları Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında incelenmiştir. Ayrıca çevre ve insan sağlığı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada farklı ısı güçlerinde faaliyet gösteren on adet doğalgaz kombine çevrim santraline ait çevrim bacalarda sürekli olarak NO_x ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Ölçümler TS EN 14792 – Sabit kaynak emisyonları-Azot Oksitlerin (NO_x) kütle derişiminin tayini – Referans metot – Kemiluminesans standart metoduna uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümler Horiba PG-250 ve PG-350 model cihazlar ile gerçekleştirilmiştir.

2.1.Örnekleme yöntemi

Taşınabilir Gaz Analizörü ortamdan havayı O₃ çevirerek örnek gaz içerisinde bulunan NO ile reaksiyona girerek NO₂'ye dönüşmesi amaçlanır. Elde edilen NO₂'nin bir kısmı eksite durumda (NO₂*) bulunmaktadır ve bu bileşik normal duruma geri döndüğünde, ışık yaymaktadır. Bu olay kimyasal ışıldama olarak adlandırılmaktadır.

Bu reaksiyon son derece hızlıdır ve mevcut diğer gazlar tarafından etkilenmemiş olurken sadece mevcut NO molekülleri iştirak etmektedir. Eğer NO gaz konsantrasyonu çok düşükse, üretilecek olan ışık miktarı da daha düşük olacaktır. NO konsantrasyonu ölçümüne dayanan bu reaksiyona kimyasal ışıldama metodu denmektedir.

Taşınabilir Gaz Analizörü taşınabilir gaz analizörü iki bölüme ayrılır. Bir bölüm NO_x dönüştürücü tarafından NO₂ ve NO olarak de-oksidede olmakta ve NO_x (NO₂+NO) ölçümünde kullanılmaktadır. Diğer parça ise, olduğu gibi, NO örnek gazı olarak kullanılmaktadır.

2.2. Analiz yöntemi

Kimyasal ışımaya – chemiluminescence (CLD). NO_x ölçümleri için kullanılır. Reaksiyon hücreğine giren gaz içinde bulunan azot monoksit (NO) molekülleri ozon (O₃) ile reaksiyona girerek uyarılmış azot dioksit (NO₂*) moleküllerinin oluşturur. Uyarılmış azot dioksit normal formuna dönerken bir ışın (kemilüminesans) yayar. Azot monoksit konsantrasyonu, bu ışımının yoğunluğu ölçülerek tayin edilebilir.

- NO + O₃ → NO₂* + O₂
- NO₂* → NO₂ + IŞIK (> 600nm)

Azot Oksit (NO) Ozon (O₃) ile kimyasal ışımaya dedeksiyonu. O₃, NO₂, CO veya SO_x gibi genel hava kirlleticileri ile etkileşme yapmaz. Numune gazda, karbondioksit (CO₂) ve özellikle de su buharı bulunması durumunda kimyasal ışımının sönmeye bağlı olarak girişim olması ihtimali vardır. Analizörlerin çoğu, partiküler filtre, termal konverter, O₃ jeneratörü, reaksiyon hücresi ve vakum pompası içerir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen ölçümler neticesinde 10 adet tesise ilişkin sonuçlar Tablo-1’de verilmiştir. Tabloda gerçekleştirilen ölçümler ppm ve mg/Nm³ birimleri ile tabloda verilmiştir. Ayrıca her tesise ait debiler kullanılarak kg/saat cinsinden emisyon miktarları hesaplanmıştır. İlgili yerel yönetmelik olan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği kapsamında tesisler değerlendirilmiş ve sınır değerleri ile birlikte Tablo-1 ve Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 1- Gerçekleştirilen NO_x ölçümlere ait konsantrasyonlar (ppm) ve kütleli debiler

| Kaynak | Minimum Konsantrasyon ppm | Ortalama Konsantrasyon ppm | Maksimum Konsantrasyon ppm | Minimum Kütleli Debi kg saat ⁻¹ | Ortalama Kütleli Debi kg saat ⁻¹ | Maksimum Kütleli Debi kg saat ⁻¹ |
|-----------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--|---|---|
| 1. Tesis | 28,60 | 35,24 | 45,10 | 47,39 | 58,40 | 74,74 |
| 2. Tesis | 66,10 | 76,51 | 185,41 | 22,66 | 26,23 | 63,57 |
| 3. Tesis | 11,50 | 14,82 | 19,20 | 62,43 | 80,45 | 104,23 |
| 4. Tesis | 14,60 | 17,78 | 22,40 | 83,43 | 101,60 | 128,00 |
| 5. Tesis | 18,10 | 20,41 | 23,90 | 98,26 | 110,80 | 129,74 |
| 6. Tesis | 19,68 | 21,58 | 22,34 | 106,83 | 117,15 | 121,27 |
| 7. Tesis | 75,29 | 90,46 | 107,42 | 258,14 | 310,15 | 368,30 |
| 8. Tesis | 19,84 | 53,62 | 241,00 | 68,02 | 183,84 | 826,29 |
| 9. Tesis | 117,60 | 248,00 | 288,90 | 60,48 | 127,54 | 148,58 |
| 10. Tesis | 241,20 | 247,96 | 257,10 | 172,29 | 177,11 | 183,64 |

Tablo 2- Gerçekleştirilen NO_x ölçümlere ait konsantrasyonlar (mg/Nm³) ve sınır değer karşılaştırmaları

| Kaynak | Minimum Konsantrasyon mg Nm ⁻³ | Ortalama Konsantrasyon ppm mg Nm ⁻³ | Maksimum Konsantrasyon ppm mg Nm ⁻³ | *SKHKKY Sınır Değer mg Nm ⁻³ |
|-----------|---|--|--|---|
| 1. Tesis | 81,71 | 100,69 | 128,86 | 75 |
| 2. Tesis | 188,86 | 218,60 | 529,74 | 300 |
| 3. Tesis | 32,86 | 42,34 | 54,86 | 300 |
| 4. Tesis | 41,71 | 50,80 | 64,00 | 300 |
| 5. Tesis | 51,71 | 58,31 | 68,29 | 300 |
| 6. Tesis | 56,23 | 61,66 | 63,83 | 300 |
| 7. Tesis | 215,11 | 258,46 | 306,91 | 300 |
| 8. Tesis | 56,69 | 153,20 | 688,57 | 300 |
| 9. Tesis | 336,00 | 708,57 | 825,43 | 300 |
| 10. Tesis | 689,14 | 708,46 | 734,57 | 300 |

* Sınır değerler SKHKKY Ek 5.A.1.4.4. gereğince, tesisin kayıt ve faaliyete geçiş tarihleri baz alınarak belirlenmiştir.

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

On farklı kombine çevrim santraline ait sonuçlar incelendiği vakit, tesislerin %70'inin yanal sınır değerleri sağladığı ancak, %30'unun sınır değerleri aştığı görülmüştür. Maksimum konsantrasyonlar baz alındığında ise %60'ın sınır değerleri üzerine çıktığı görülmektedir.

4.1. Çevre ve insan sağlık risklerinin değerlendirilmesi

NO_x kent üzerinde yaz günlerinde kızıl kahverengi bir bulanıklık oluşturmak suretiyle kendini gösteren fotokimyasal sisin ana bileşeni olan NO₂ ve onun ham maddesi olan NO gazlarını birlikte ifade eder. Yüksek sıcaklıkta cereyan eden tüm yanma reaksiyonlarında havadaki azot ve oksijenden NO_x oluşumu görülür.

NO_x'in atmosferde mevsime ve günün saatlerine göre miktarı değiştiği ve havada 1-7 gün kalabildiği bilinir. En sonunda onlarda kükürt oksitler gibi mekanizmalardan geçerek atmosferden uzaklaşırken nitrik asit damlacıkları oluşturmak suretiyle asit yağmuruna yol açar.

Yerden pek fazla yükselmeyen NO₂ gazı, buralara kadar inen güneş ışığının etkisiyle ozon ile sonlanan bir dizi zincirleme fotokimyasal reaksiyona neden olur. Zehirleyici bir gaz olan ozon ise tüketilerek 2-30 günde atmosferden kaybolur. Benzinli taşıtların ve güneş ışınlarının bol olduğu kentlerde yaz aylarında fotokimyasal sis görülür. Bu olayda gösterge parametre ozon konsantrasyonlarının artışıdır. Ancak kentin işlek trafiğe sahip kısımlarında ozon oluşur oluşmaz VOC tarafından hızla tüketildiği için fotokimyasal sis mevcut olduğu halde ozonun fazla arttığını izlemek mümkün olmayabilir. Bu yüzden ozonun kentin yoğun meydanlarından çok kent çevresindeki tarım ve orman alanlarında izlemek daha doğru olur. Trafiğe ve endüstriyel emisyonlara bağlı olarak fotokimyasal sis oluşumunun uzun mesafede etkili bir mekanizma olduğu, kaynakların bulunduğu yerlerden yüzlerce kilometre ötede bile ozon oluşum etkisi yaratabildiği bilinmektedir. (Atmosfer Kimyası, Prof. Dr. Aysen Müezzinoğlu)

İnsan sağlığı üzerindeki etkileri ise, solunumla ilgili hastalıklara neden olur. NO sinir sistemine etki ederek solunum felcine neden olurken, NO₂ akciğerlerdeki alveollerde iritasyona yol açar. NO₂ etkisini çok çabuk gösteren bir gazdır. İşyeri havasında NO₂' ye maruz kalan bir kimse, koku ve görünüşünün farkına varmaksızın öldürücü dozu soluyabilir. NO₂ etkilenmesinde, toksitite, kısa süre için bile Haber Yasası' na uyan bir konsantrasyon-zaman ilişkisi göstermez.

Kentsel bölgelerde PM_{2,5} (partikül madde) ve PM₁₀' un oluşumuna katkıda bulunur. PM, ışığı absorbe ederek sis oluşumuna neden olur ve görüş mesafesini azaltır. Aynı zamanda akciğerlerde yıkıma neden olur.

NO₂ bitkilere zarar verir. 0,3 ppm gibi düşük konsantrasyonlarda, büyümeyi engeller. Daha yüksek konsantrasyonlarda ise, hassas bitkilerin yapraklarında gözle görülür bozulmalara neden olur. Asidifikasyona neden olur. Yağmur genel olarak hafif asidiktir, pH değeri 5-6 arasında değişir. Ancak NO_x' in HNO₃ formuna dönüşmesi ile oluşan asit yağışının pH değeri 4 - 4,5 gibi düşük bir seviyededir. Bu da özellikle sucul ortamdaki yakın katmanlarında zararlı bir gaz olarak kabul edilmektedir.

PAN (peroksi asetil nitrat), PPN (peroksi propiyonil nitrat) ve PBzN (peroksi benzoil nitrat) gibi kirleticilerin oluşumunda önemli rol oynar. PAN'lar yüksek sıcaklıkta kararsızdır, hızla bozunur, ancak düşük sıcaklıklarda oldukça kararlıdır. Bu yüzden serin ve yüksek bölgelerde uzun süre kalıcıdır. Ayrıca uzun menzilli taşınımlarda önemli rol oynar. Yüksek reaktifliği nedeniyle, insan sağlığı üzerine zararlı etki yapar. Bu etki, göz yaşarması, solunum yolları mukozasının tahrişi ve sinir sisteminin etkilenmesi şeklinde ortaya çıkar. Havada bulunan miktarı genellikle PAN'dan daha az olan PBzN ise, PAN' dan çok daha aktif ve tehlikeli bir kanserojendir.

Yukarı atmosferde metanın (CH₄) atmosferde kalış süresini sınırlayan OH- radikalinin konsantrasyonunu tüketerek, dolaylı yoldan global ısınmaya katkıda bulunduğu düşünülmektedir.(Ayberk ve Çetin, 2010)

5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Farklı 10 doğalgaz kombine çevrim santralinde gerçekleştirilen azot oksit ölçümlerinde maksimum konsantrasyonlara bakıldığında 6 tesiste, ortalama konsantrasyonda ise 3 tesiste Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen sınır değerleri aştığı görülmektedir. Bu tür tesislerde genel olarak sürekli rejimde sınır değerlerin çok fazla aşılmadığı ancak rutin dışında gerçekleşen bazı durumlarda aşımın olduğu bilinmektedir. Temiz enerji kaynakları arasında bulunan doğalgazın yanması sonucu oluşan Azot oksitlerin insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkileri sebebiyle atmosfere salınan emisyonların kontrol altında tutulması ve ilgili sınır değerlerin aşılmaması için tesislerde gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir. Bu tesisler için sürekli emisyon izleme cihazları ile izleme yapılması ve sınır değerlerin aşılmaması için gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Ünver, Ü., Kılıç, M., 2005. Bir Kombine Çevrim Güç Santralinin Termodinamik Analizi- Mühendis ve Makine – Cilt:46 Sayı 545].

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015
7-9 Ekim 2015, İZMİR

TS EN 14792 – Sabit kaynak emisyonları-Azot Oksitlerin (NO_x) kütle derişiminin tayini – Referans metot – Kemiluminesans

Atmosfer Kimyası, Prof. Dr. Aysen Müezzinoğlu

http://akademikpersonel.kocaeli.edu.tr/senayc/diger/senayc20.01.2010_13.33.59diger.pdf,
Azot Oksit Emisyonları Azot Oksit Emisyonları ve Çevresel Açidan Değerlendirilmesi, Savaş Ayberk, Şenay Çetin, 2010. Çevre Mühendisliği Bölüm Başkanı Kocaeli Üniversitesi – İzmit