

# METAL ENDÜSTRİSİNDE İÇ ORTAM TOZ VE GAZ KONSANTRASYONLARININ BELİRLENMESİ

Oktay ÖZKAN  
Fatma VARİNLİ  
Hande ÇAYIR

## ÖZET

Bu çalışmada, tesis içerisindeki iç hava kalitesi, iç hava kalitesini bozan kirlenmelerin tespiti ve bu kirlenmelerin iç ortam kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Metal üretimi gerçekleştiren tesiste yapılan ölçümlerle iç ortam havasında bulunan ince toz partikülleri ve iç ortam gaz konsantrasyonları ölçülmüştür (Azotmonoksit, Karbondioksit, Karbonmonoksit, Kükürtdioksit, Hidroklorik Asit, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, TSP). İşçi sağlığı ve güvenliği için yapılan bu ölçümler değerlendirilirken kriter olarak 27.11.1973 tarihli Resmi Gazetede Yayımlanan Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli Ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzüğü, 26.12.2003 tarihli Resmi Gazetede Yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, EH40/2005 Work Place Exposure Limits, OSHA” sınır değerleri baz alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İç ortam toz ölçümü, İç ortam gaz ölçümü, Metal endüstrisi, OSHA.

## ABSTRACT

In this study, industrial indoor air quality, impairing factors determining for indoor air quality and effects of this factors on health and efficiency have been investigated. In the metal production plant ambient fine particulate matter and indoor gas concentrations (nitrogen monoxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, hydrochloric acid, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, TSP ) have been measured. The measurements performed within the scope of regulation of working security with chemical materials health and safety, criteria of this measurements is work places for flammable, explosive, hazardous and harmful material worked publication with the date of 27.11.1973 official newspaper and EH40/2005 Work Place Exposure Limits, OSHA limit values.

**Key Words:** Indoor dust measurement, Metal industry, Indoor gas measurement, OSHA.

## 1. GİRİŞ

Kapalı iç ortam havasında; insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen karbon monoksit, kükürt dioksit, nitrojen oksitler, formaldehit, sigara dumanı, radon, asbest, kurşun, uçucu organik moleküller, çeşitli mikroorganizma ve alerjenler gibi biyolojik, fiziksel ve kimyasal zararlı etkenlerin görülmesi ‘kapalı ortam hava kirliliği’ olarak tanımlanır. İç ortam havasındaki bu kirlenmelerin görülme oranı; yapının özelliklerine, yapımında kullanılan malzemeye, ısıtma sistemine, havalandırma durumuna, içinde yapılan işe (konut, işyeri, fabrika vb. olması), içinde yaşayan kişilerin davranış biçimlerine (sigara içme gibi) bağlıdır [1, 2]. Kapalı ortam hava kirliliği yapının iç koşullarına bağlı olabileceği gibi; dış koşulların etkisi ile de oluşabilir [1]. Hava kirliliğinin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri dikkate alındığında, partikül madde (PM) atmosferik kirlenmeler içerisinde önemli bir yere sahiptir [3]

Partiküllerin bir alt grubu olan toz tanelerinin boyutları 0.10–300 µm arasında değişmektedir. Bu aralıktaki partiküllerin yalnızca 60 µm olanları solunumla alınmaktadır. Sağlık açısından en önemli olan partikül boyutları ise; 0.5–5 µm arasında değişen ve ince tozlar adı verilen tozlardır [5].

İç ortam hava kalitesi, insanların zamanlarının önemli bir bölümünü kapalı alanlarda geçirmeleri nedeniyle önem arz etmektedir [3, 4]. Kapalı ortamlarda havaya yayılan kirleticilere maruz kalan insanlarda çeşitli sağlık sorunları görülmektedir. Bu nedenle iç ortam havasında bulunan partikül ve diğer kirlenici kaynakları incelemek önemli bir konu haline gelmiştir [5]. Partikül maddelerin solunum sistemi ve akciğerlerdeki hareketleri ve etkileri, aerodinamik karakteristiklerine (çap veya büyüklük, şekil, yoğunluk vb.) bağlıdır. Partiküllerin solunum sisteminin çeşitli bölgelerindeki birikimi, büyüklüklerine (çapa) bağlıdır. Burun delikleri, çok ince partiküllerin yanında oldukça büyük toz partiküllerinin de burun kısmından (pharynx) girmelerine izin verir. Partiküller daha sonra solunum sistemi ve akciğerlerde çeşitli mekanizmaların etkisiyle tutulurlar.

Bu çalışmada, tesis içerisindeki iç hava kalitesi, iç hava kalitesini bozan kirlenici ve etkileri araştırılmıştır. Ölçümler 2010 yılı Ekim ayı içerisinde yapılmıştır. Toz ölçümleri 5 farklı ünite de 138 noktada yapılmış olup, gaz ölçümleri ise 11 farklı ünite de gerçekleştirilmiştir. Metal üretimi gerçekleşen tesiste yapılan ölçümlerle iç ortam havasında bulunan ince toz partiküllerin konsantrasyonları, iç ortam gaz konsantrasyonları ölçülmüştür (Azotmonoksit, Karbonmonoksit, Karbondioksit, Kükürtdioksit, Hidroklorikasit, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, TSP). Bulunan toz ölçüm sonuçları OSHA (Occupational Safety and Health Administration) sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

Havada asılı partikül madde konsantrasyonunun ölçülmesinde, 10 µm ve daha küçük boyutlardaki partiküllerin tespit edilebilmesi nedeniyle en çok kullanılan yöntemler optik yöntemlerdir. Optik yöntemlerin içinde en yaygın olarak kullanılanı, ışığın saçılması (Light Scattering) yöntemidir. Bu yöntemde bir pompa ile sabit debide alınan hava örneği, bir ışık demetinden geçirilir. Hava örneği içindeki partiküller tarafından saçılan ışık, bir foto çoğullayıcı tüp (Photo Multiplier Tube) ve buna bağlı elektronik düzeneklerle ölçümlenir. Saçılan ışık miktarı partikül miktarı ile orantılı ve hava debisi de sabit olduğundan, havada asılı partikül madde konsantrasyonu, doğrudan doğruya saçılan ışık miktarından optik elektronik yöntemle tespit edilmiş olur.

Ortamda gaz ölçümleri DRAGER DLU set ölçüm cihazıyla yapılmıştır. DRAGER DLU set ölçüm cihazı sisteminin prensibi, kimyasal reaksiyon ve fiziksel absorpsiyona dayanan kuru analiz metodudur. Tüp içine gaz numunesi emilerek, içindeki kimyasal maddenin ve gazın reaksiyonu sonucu renk değiştiren bir katmanın oluşması sağlanır. Bu renk değişiminden değeri okunur. Gaz dedektör tüpleri çalışma ortamındaki zararlı gazların veya buharların çabukça tespitinde ve yine iş sahalarındaki konsantrasyon dağılımının tespitinde kullanılır.

Söz konusu tesis; zımba teli, çelik tel, profil boru, helezon yay üretimi işletmeciliği yapmaktadır. Tesis 108.930 m<sup>2</sup> toplam, 45.535 m<sup>2</sup> kapalı alanda üretim gerçekleştirmektedir. Tesisin üretim kapasitesi yılda 29.787 tondur. Bu tesis içerisinde toz ölçümleri yatak karkas sıkıştırma makinası, tel yay bölümü, tel yay bölümü stok alanı, barel torba yay bölümü, boru ve profil bölümü olmak üzere ortalama değerleri alınan 5 farklı ünite de toplam 138 ölçüm gerçekleştirilmiştir. Tablo 3'te her bir ünitenin ölçüm sonuçları ortalama olarak verilmiştir. Partikül madde miktarı ölçümlerinde, ölçüm aralığı 0-6000 µg/m<sup>3</sup> olan "Dust Monitor Toz Ölçüm Cihazı" kullanılmıştır (Cihazın ölçüm hassasiyeti 0,1 µg/m<sup>3</sup> tür). Tesis içerisinde gaz ölçümleri ise, emmedi kaynak makinası, boru profil makinası, velder kaynak makinası, çerçeve bölümü alın kaynak makinalarının bulunduğu 11 ünite de ölçümler yapılmıştır. Tablo 2 ve 3'te ölçümler ortalama olarak verilmiştir. Ortam içerisinde gaz ölçümleri "Drager Dlu" set ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Ölçüm tüplerinin standart sapması ± %10'dur). Bu cihaz 2- 60 ppm CO, 1-25 ppm SO<sub>2</sub>, 0-5000 ppm CO<sub>2</sub>, 2-50 ppm NO ölçüm değerlerine sahiptir. Gaz ölçüm cihazının prensibi, kimyasal reaksiyon ve fiziksel absorpsiyona dayanan kuru analiz metodudur.

İç ortamda yapılan gaz ölçümleri sonuçları 'ppm' cinsinden verilmiştir. Ölçüm sonuçları tablo halinde karşılaştırılmalı olarak ilgili standartlara göre yorumlanmıştır. İşçi sağlığı ve güvenliği için yapılan bu ölçümler değerlendirilirken kriter olarak "27.11.1973 tarihli Resmi Gazetede Yayımlanan Patlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli Ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzüğü, 26.12.2003 tarihli Resmi Gazetede Yayımlanan Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik, EH40/2005 Work Place Exposure Limits, OSHA" sınır değerleri baz alınmıştır. Ölçümü yapılan gazların ilgili standartlara ve yönetmeliklere göre sınır değerleri aşağıda Tablo 1. de verilmiştir.

**Tablo 1.** Ölçümü yapılan gazların ilgili standartlara ve yönetmeliklere göre sınır değerleri

Sıra No	Ölçümü Yapılan Parametreler	Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli Ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzük (Sınır Değerler)		Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik (Sınır Değerler)		EH40/2005 Work Place Exposure Limits (Sınır Değerler)		OSHA (Sınır Değerler)	
		mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm
1	NO	-	-	30	25	31	25	30	25
2	CO <sub>2</sub>	9000	5000	9000	5000	9150	5000	9000	5000
3	CO	55	500	-	-	35	30	55	50
4	SO <sub>2</sub>	13	5	-	-	5,3	2	13	5
5	HCl	7	5	-	-	-	-	-	-

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Ölçülen iç ortam gaz miktarlarının standart değerlerle karşılaştırılması Tablo 2'de yapılmıştır. İç ortam gaz değerlerinin ölçüm yapılan noktalarda sınır değeri geçmediği tespit edilmiştir.

**Tablo 2.** Tesis İçi Gaz Ölçüm Sonuçları

Seri	Ölçümü Yapılan Parametreler	Sınır Değerler (ppm)	Ölçüm Sonuçları (ort. ppm)
Boru Profil Mak. MTM 50/02 Uc Kay.	NO	25 <sup>(2)</sup>	6
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	30
	CO	30 <sup>(3)</sup>	1
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1
Emmedi Kaynak Makines i	NO	25 <sup>(2)</sup>	3
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	26
	CO	30 <sup>(3)</sup>	2
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1
Boru Profil Mak. MTM 50/02 Uc Kay.	NO	25 <sup>(2)</sup>	9
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	16
	CO	30 <sup>(3)</sup>	2
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1
Velder Kaynak Makines i	NO	25 <sup>(2)</sup>	7
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	13
	CO	30 <sup>(3)</sup>	2
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1
Boru Profil Mak. MTM 70 Uc Kaynak	NO	25 <sup>(2)</sup>	6
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	15
	CO	30 <sup>(3)</sup>	1
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1
Çerçeve Bölümü Alın Kaynak	NO	25 <sup>(2)</sup>	9
	CO <sub>2</sub>	5000 <sup>(1,2,3,4)</sup>	20
	CO	30 <sup>(3)</sup>	2
	SO <sub>2</sub>	5 <sup>(3)</sup>	<1

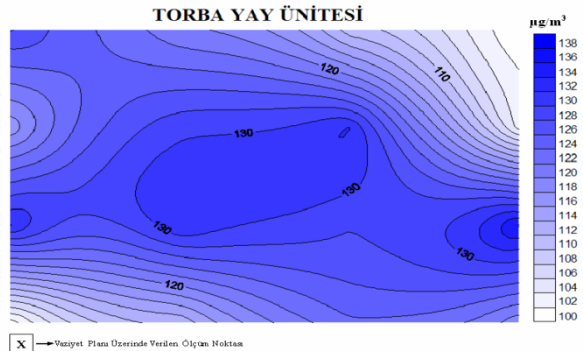
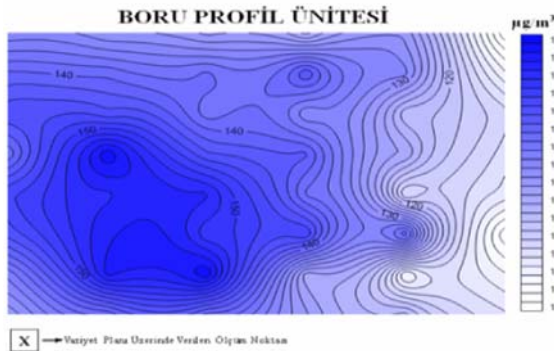
**Not:** Değerlendirmeler Sonucu Sınır Değerleri Aşan Parametreler Kalın Fontla Belirtilmiştir.

- <sup>(1)</sup> : Parlayıcı, Patlayıcı, Tehlikeli Ve Zararlı Maddelerle Çalışılan İşyerlerinde ve İşlerde Alınacak Tedbirler Hakkında Tüzüğü
- <sup>(2)</sup> : Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik Sınır Değerlerine Göre Değerlendirilmiştir.
- <sup>(3)</sup> : EH40/2005 Work Place Exposure Limits
- <sup>(4)</sup> : OSHA Sınır Değerleri Baz Alınmıştır.

Ölçülen iç ortam toz miktarlarının standart değerlerle karşılaştırılması Tablo 3'te yapılmıştır. Şekil 1'de toz ölçümü yapılan ünitelerinin toz ölçüm haritaları verilmiştir. Bu ölçüm sonuçlarına göre, söz konusu tesiste toz ölçüm sonuçlarının OSHA sınır değerlerinin çok altında olduğu tespit edilmiştir.

**Tablo 3.** Tesis içi toz ölçüm sonuçları

ÖLÇÜM NO	ÜNİTE	PM10 (Ort. $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	OSHA sınır değeri ( $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	Yatay Karkas Sıkıştırma Mak.	112.4	5000
2	Yatay Karkas Sıkıştırma Mak.	109.4	5000
3	Yatay Karkas Sıkıştırma Mak.	120.1	5000
4	Yatay Karkas Sıkıştırma Mak.	114.3	5000
5	Tel Yay Bölümü	340.9	5000
6	Tel Yay Bölümü	560.9	5000
7	Tel Yay Bölümü	427.3	5000
8	Tel Yay Bölümü	410.8	5000
9	Tel Yay Bölümü Stok Alanı	130.2	5000
10	Tel Yay Bölümü Stok Alanı	144.0	5000
11	Tel Yay Bölümü Stok Alanı	123.8	5000
12	Tel Yay Bölümü Stok Alanı	120.4	5000
13	Barel Torba Yay Bölümü	100.2	5000
14	Barel Torba Yay Bölümü	111.0	5000
15	Barel Torba Yay Bölümü	120.4	5000
16	Barel Torba Yay Bölümü	128.2	5000
17	Boru & Profil Bölümü	100.2	5000
18	Boru & Profil Bölümü	129.4	5000
19	Boru & Profil Bölümü	123.2	5000
20	Boru & Profil Bölümü	127.4	5000





**Şekil 1. Toz Ölçüm Haritaları**

İşçi sağlığı ve güvenliği açısından iç ortam kirlilik parametrelerinin yol açabileceği olumsuz etkileri minimize etme açısından tesis içerisinde gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ortamda oksijenin olmama ihtimali yüksek olduğu için temiz hava beslemeli maskeler kullanılmalıdır. Bu maskelere temiz hava sağlanma işlemi dalgıçlarda olduğu gibi tüple veya temiz hava pompasından (hava geçiş ayarı bulunan) sağlanmalıdır. Tehlikeli gaz, buhar veya sislerin meydana gelebileceği tank veya depolar içinde yapılacak bakım ve onarım işlerinde, işçilere maskeler, solunum cihazları ile emniyet kemerleri gibi uygun kişisel korunma donanımı verilerek ve iş süresince tank veya depo ağzında bir gözlemci bulundurulmalıdır. Parlama ve patlama tehlikesi oluşturabilen organik tozun meydana geldiği, taşındığı, aktarıldığı ve çalışıldığı yerlerde, elektrik motor ve jeneratörleri toz geçirmez-etanş tipten olmalı veya devamlı olarak temiz hava beslenen yalıtılmış hücrelerde bulundurulmalıdır. Sonuç olarak, her işyerinde düzenli aralıklarla risk değerlendirmesi yapılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır [6, 7].

## KAYNAKLAR

- [1] SOYSAL, A. ve DEMİRAL, Y. (2007) “Kapalı Ortam Hava Kirliliği”, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 2007: 6 (3).
- [2] VARİNLİ, F., ÖZKAN, O., HASBÜLBÜL, E., “Mobilya Üreten Bir Tesiste İç Ortam Hava Kalitesini Etkileyen Toz Miktarının Belirlenmesi”, 8. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 2009.
- [3] BULUT, H., YEŞİLNACAR, M.İ., RASTGELDİ, T., ASLAN, M. ve UÇAR, D. (2008) “ Toz Bulutlarının İç ve Dış Ortam Hava Kalitesine Etkileri: Şanlıurfa Örneği”, Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu, 30-31 Mayıs 2008-Konya.
- [4] BULUT, H., Isıtma sezonunda ofislerde iç hava kalitesinin araştırılması, <http://eng.harran.edu.tr/~hbulut/hbulutiaq.pdf>.
- [5] GÖNÜLLÜ, M.T, BAYHAN, H., AVŞAR, Y. ve ARSLANKAYA, E. “ YTÜ Şevket Sabancı Kütüphane Binası İç Ortam Havasındaki Partiküllerin İncelenmesi”, <http://www.yildiz.edu.tr/~gonul/bildiriser/b79.pdf>.
- [6] KARADAĞ, Ö., K., Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, Türk Tabipleri Birliği, 2005.
- [7] 3. Ulusal İşçi Sağlığı Kongresi Notları, Türk Tabipleri Birliği, Ekim 1998.

## ÖZGEÇMİŞ

### Oktay ÖZKAN

1970 yılı Kayseri doğumludur. 1991 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1997 yılında Yüksek Mühendis ve İstanbul Teknik Üniversitesinden 2006 yılında Doktor ünvanını almıştır. 1994–2006 yılları arasında Erciyes Üniversitesinde Araştırma Görevlisi, 2006–2009 yıllarında Öğretim Görevlisi olarak görev yapmıştır.



2009 yılından beri Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümünde Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır.

### **Fatma VARİNLİ**

1984 yılı Kayseri doğumludur. 2006 yılında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümünü bitirmiştir. Erciyes Üniversitesinden 2010 yılında Yüksek Lisansını tamamlamıştır. Erciyes Üniversitesi bünyesinde TÜBİTAK projesinde asistan olarak çalışmaktadır.

### **Hande ÇAYIR**

1982 yılı Merzifon doğumludur. 2004 yılında Konya Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Bölümünde lisansını tamamlamıştır. 2008 yılından beri Kayseri’de özel bir şirkette Çevre Mühendisi olarak çalışmaktadır.