

BİR ÇİMENTO FABRİKASI ÇEVRESİNDE HAVA KALİTESİNİN İNCELENMESİ

Sinan YATKIN, Abdurrahman BAYRAM

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Buca-İZMİR

ÖZET

Atmosferde bulunan partikül maddeler çeşitli çevresel etkileri olduğundan dolayı izlenmesi ve kontrol edilmesi gereken önemli bir parametredir. Bu çalışmada, önemli bir partikül madde kaynağı olan bir çimento fabrikası civarında, tesisin kuzeyi, güneyi, doğusu ve batısında kalacak şekilde 4 istasyon belirlenerek toplam askıda partikül madde (TAPM) konsantrasyonları ve çöken toz miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, çimento üretimindeki yüksek fırın sıcaklıklardan kaynaklanan azot oksitlerin de dış havadaki seviyelerinin belirlenmesi amacıyla aynı istasyonlarda NO₂ konsantrasyonları da ölçülmüştür. Ölçüm periyodu Nisan-Eylül 2002'dir.

Ölçüm sonucunda elde edilen değerler, Kuzey istasyonu için TAPM konsantrasyonu ortalama 138,2±64,6 µgm⁻³, ortalama çöken toz miktarı 436±104 mg(m²gün)⁻¹ ve NO₂ konsantrasyonu ortalama 30±14,8 µgm⁻³, güney istasyonu için sırasıyla, 144,2±50,7 µgm⁻³, 974±194,2 mg(m²gün)⁻¹ ve 52±9,5 µgm⁻³, doğu istasyonu için sırasıyla, 112,7±63,8 µgm⁻³, 620±244,4 mg(m²gün)⁻¹ ve 39±13,2 µgm⁻³ ve batı istasyonu için sırasıyla, 183,3±79,5 µgm⁻³, 382±148,6 mg(m²gün)⁻¹ ve 49±15,2 µgm⁻³'dir. Bu değerler Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde verilen kısa vadeli ve uzun vadeli sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çimento sanayi, hava kalitesi, partikül madde, çöken toz, NO₂,

ABSTRACT

Because presence of particulate matter (PM) in the atmosphere causes several environmental effects, this parameter should be monitored and controlled. In this study, 4 stations have been located at the north, west east and south of the cement plant that is an important PM source and total suspended particulate concentrations (TSP) and total dustfall amount have been determined. Additionally, in order to determine the level of nitrogen oxides in ambient air which are mainly arisen from high temperature in production process of cement, NO₂ concentrations have been also measured at 4 stations. Measurement period is April-September 2002.

The obtained values for north station; the average TSP concentration is 138,2±64,6 µgm⁻³, average dustfall is 436±104 mg(m²day)⁻¹ and average NO₂ concentration is 30±14,8 µgm⁻³, for south station, 144,2±50,7 µgm⁻³, 974±194,2 mg(m²day)⁻¹ and 52±9,5 µgm⁻³, respectively, for east station, 112,7±63,8 µgm⁻³, 620±244,4 mg(m²day)⁻¹ and 39±13,2 µgm⁻³, respectively, and for west station, 183,3±79,5 µgm⁻³, 382±148,6 mg(m²day)⁻¹ and 49±15,2 µgm⁻³, respectively. These values have been compared to short time and long time limit values that have been given in Turkish Air Pollution Control Regulation.

1.GİRİŞ

Hava kirliliği problemi, kökeni insanlığın ateşi keşfine kadar dayansa da diğer çevresel problemler gibi esas olarak 19.yüzyılda başlayan endüstri devrimi ile birlikte ciddi boyutlara ulaşmaya başlamıştır. Endüstride fosil yakıtların yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması ve nüfusun şehirlerde toplanarak kentleşmenin artmasıyla beraber hava kirliliği sorunu öncelikle yersel, daha sonraları bölgesel ve küresel ölçeklerde etkili olmaya başlamış ve kontrol etme ihtiyacı doğmuştur.

Havadaki toplam askıda partikül maddeler (TAP) ciddi çevresel sorunlara neden olabildikleri için önemli bir hava kirleticidir. Özellikle yüksek konsantrasyonlarda, yere ulaşan güneş ışığı miktarını ve görüş mesafesini düşürmeleri (Polissar vd., 2001), elde edilen tarımsal ürün rekoltesini azaltmaları (He vd., 2001), su kütlelerine çökerek ekosistemleri etkilemeleri (Gao, vd., 2002), özellikle solunum yolu rahatsızlıkları olan kişilerde yaşam kalitesini düşürmeleri ve sağlık riski oluşturmaları (Fang vd, 2002) ve bünyelerinde bulunan toksik ağır metallerin canlıları etkilemesi (Gao vd., 2002) gibi çevresel etkilere neden olduğu için izlenmesi ve kontrol edilmesi gereken bir parametredir.

Havadaki partiküllerin kaynakları doğal ve antropojeniktir. Başlıca bileşenleri toprak, deniz serpintileri, volkan püskürtmeleri vb. olan doğal kaynaklar, zaman zaman –özellikle çöllerde ve yakın yerlerde kum fırtınaları yüzünden, deniz kıyılarında serpintiler yüzünden- antropojenik olanlardan daha etkili olabilmektedir. Fakat, başlıca bileşenleri fosil yakıt yakılması, endüstri, trafik vb. olan antropojenik kaynaklar genellikle daha etkilidir (Röösli vd, 2001).

İzmir, yaklaşık 3 milyonluk nüfusu ve önemli sanayi ve turizm potansiyelleri ile Türkiye'nin en büyük kentlerinden biridir. Soğuk mevsimlerde ısınmanın genellikle kömür ile sağlanması ve kirletme potansiyeli yüksek bazı sanayi kollarının şehir içinde kalması sebebiyle özellikle kışın hava kirliliği problemi zaman zaman yaşanmaktadır.

Çimento üretimi hava kirlenmesi yaratma potansiyeli yüksek bir endüstri faaliyetidir. Temel olarak çeşitli toprak türlerinin öğütülerek yüksek sıcaklıklarda (1500 °C civarı) yakılması ve oluşan ürünün (Klinker) öğütülerek paketlenmiş veya dökme olarak kullanıma sunulması aşamalarından oluşur. Fırınlarda kullanılan yakıt cinsine göre CO, CO₂, SO₂ ve yüksek yanma sıcaklığı sebebiyle oluşan azot oksitler (NO_x) önemli gaz kirleticileri meydana getirir. NO_x toplam bir parametre olup yakıt bileşimindeki azotun oksitlenmesi ve/veya yüksek sıcaklıklarda yanma havası içerisindeki azotun oksitlenmesi (Termal NO_x) sonucunda oluşur (Müezzinoğlu, 2000). Termal NO_x oluşumu genellikle 1300 °C'nin üstünde etkilidir (Müezzinoğlu, 2000). Bu sıcaklıklarda bacadan büyük oranda NO oluşurken, bu bileşik atmosferde hızla oksitlenerek NO₂ ye dönüşür (Müezzinoğlu, 2000). NO_x, canlılar üzerinde çeşitli etkiler yaratmalarına karşın, çevresel olarak en önemli etkisi fotokimyasal sis oluşumuna yaptığı katkıdır (Müezzinoğlu, 2000). Tüm kırma, eleme, öğütme, taşıma ve paketleme faaliyetlerinden partikül madde (PM) emisyonları meydana gelmektedir. Ayrıca, açıkta yapılan hammadde ve kömür depolanması, rüzgar etkisiyle havalanma sonucunda kaçak (Fugitive) PM emisyonlarına sebep olmaktadır.

Bu çalışmada amaç, kirletme potansiyeli yüksek olan endüstriyel faaliyet türlerinden biri olan ve şehir içinde kalan, yakıt olarak linyit kullanan bir çimento fabrikasının çevresinde belirlenen 4 noktada, havadaki TAP, çöken toz ve NO₂ konsantrasyonlarının belirlenerek bu kaynağın İzmir hava kirlenmesine yaptığı katkının ortaya konulmasıdır.

2. MATERYAL VE METOT

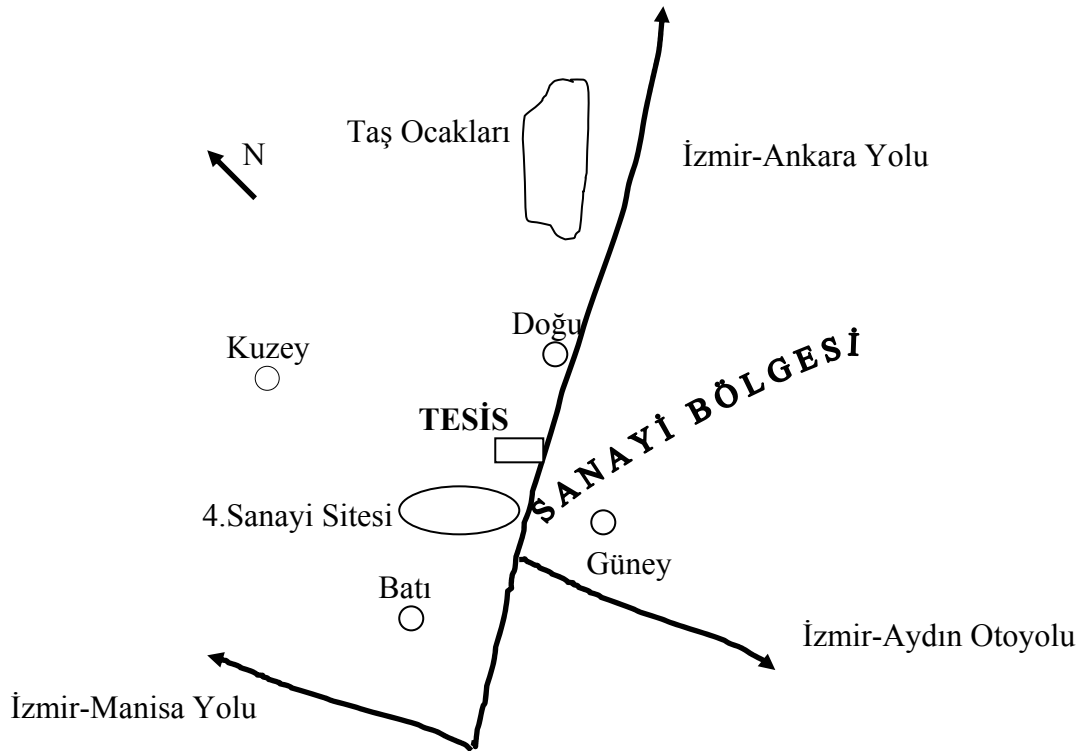
2.1 Örneklemeye Alanı ve Süresi

Bu çalışmanın alanı, Türkiye'nin batısında, Ege kıyısında yer alan İzmir metropoliten alanında bulunan Bornova sınırlarındaki bir çimento fabrikasının çevresidir. Örneklemeye 4 istasyonda Nisan-Eylül 2002 tarihleri arasında yapılmış olup istasyon yerleri fabrikanın doğusu, batısı, güneyi ve kuzeyinde yer almaktadır. Örneklemeye, haftada iki çalışma gününde 24 saatlik sürelerde alınması şeklinde planlanmışsa da meydana gelen arıza vb. durumlar yüzünden zaman zaman aksamalar meydana gelmiştir. İstasyonların yerleri, fabrikaya olan uzaklıkları ve koordinatları Tablo 1'de gösterilmiştir. Fabrika ve örneklemeye istasyonları ayrıca Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamındaki ölçüm noktaları.

Ölçüm noktası adı	Yeri	Koordinatlar*		Tesis merkezine olan uzaklığı (m)
		X	Y	
Kuzey	Tesise ait bekçi kulübesi	523341	4257481	1100
Doğu	DMO Bölge Müdürlüğü bahçesi	523441	4256481	500
Güney	Doğanlar köyü	522841	4256131	400
Batı	Ege Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü	522091	4256881	1000

* Koordinatlar ulusal koordinat sistemine göre verilmiştir.



Şekil 1. Örneklemeye bölgesinin ve istasyon yerlerinin şematik görünümü

2.2 Örneklemeye ve Ölçüm Metotları

2.2.1 Toplam Partikül Madde Örneklemesi ve Ölçümü

Havadaki TAP örnekleme Amerikan Test ve Materyal Kurumu (ASTM) standartlarına (Standart D 2009-65) uygun olarak, yüksek hacimli (YH) veya düşük hacimli (DH) örnekleyiciler kullanılarak yapılmıştır (Annual Book of ASTM Standards, 1988). Bu cihazlar genellikle bir pompa, filtre kaseti ve başlıktan oluşur. Sadece havada asılı halde bulunan partiküllerin toplanması amaçlandığından, üst kısmında çöken partikül, polen, böcek vb. toplanmaması amacıyla koruyucu bir örtü vardır. Partiküller değişik gözenek çaplarına sahip çeşitli malzemelerden (Cam yünü, Teflon vb.) yapılmış filtreler üzerinde toplanırlar. Çekilen gazın hacmi rotametre, gaz sayacı gibi aletlerle belirlenmektedir.

Çalışmada, Batı ve Kuzey istasyonlarında YH, Güney ve Doğu istasyonlarında DH, örnekleyiciler kullanılmıştır. Kullanılan filtreler cam yünü olup 1,6 µm gözenek çapına sahiptir. Batı istasyonunda çekilen gaz hacmi rotametre ile kontrol edilirken diğer istasyonlarda gaz sayaçları kullanılmıştır. Rotametre kullanılan cihazın kalibrasyonu kullanımdan önce standart kalibrasyon kiti ile yapılmış ve çalışmada sırasında meydana gelen arızaların giderilmesinden sonra tekrar yapılmıştır.

Filtreler, kullanımdan önce 105 °C'ye ayarlanmış etüvde 2 saat kurutulduktan ve desikatörde 30 dakika soğutulduktan sonra tartılarak darası belirlenmiştir. Örneklemeye süresi 24 saat olarak planlanmıştır. Ancak zaman zaman bu süreler aşılmış veya eksiltiştir. Örneklemeye sonra filtreler aynı işlem uygulanarak son tartımları belirlenmiştir. Filtreler, plastik Petri kaplarında muhafaza edilmiş ve taşınmaları pens kullanılarak yapılmıştır. TAP konsantrasyonları, toplam toz miktarının çekilen hava hacmine bölünmesi sonucunda µgm⁻³ olarak hesaplanmıştır.

2.2.2 Çöken Toz Örneklemesi ve Ölçümü

Çöken tozların örnekleme, ASTM standart D 1739-82 'ye göre yapılmıştır. Bu yöntemde kullanılan alet, çapı bilinen, uzunluğu 60 cm olan bir silindirden ibarettir. Yerden rüzgarla havalanan partiküllerin silindir içinde toplanmaması için aleti belli bir yükseklikte tutan bir ayak ve kuşları direk olarak silindir çeperine konmaması için oluşturulmuş çevre demirleri diğer bileşenleridir. Silindirin içine, bakteri, alg üremesini engellemek ve çöken tozların rüzgar vasıtasıyla yeniden havalanmasını önlemek amacıyla 150 mg l⁻¹ 'lik CuSO₄.5H₂O çözeltisinden 1 litre konulmuştur. Çözelti miktarı azaldıkça içerisine saf su ilavesi yapılmıştır. Örneklemeye süresi 1 ay olarak belirlenmiş ve örneklemeye periyodunun sonunda, silindir içindeki çözelti 1 mm gözenek çaplı elekten süzülerek cam şişelere aktarılmıştır. Silindir çeperlerine yapışan tozlar ise saf su ile yıkanarak aynı şişeye aktarılmıştır. Örnek daha sonra laboratuvarında, daha önce 105 °C'de 2 saat kurutulup desikatörde 30 dakika bekletildikten sonra darası alınan beherlere alınarak su banyosuna konulmuş ve içerisindeki su buharlaştırılmıştır. Aynı kurutma ve soğutma işlemlerinden geçirilen örneklerin daha sonra son tartımları yapılmıştır. Çöken toz miktarı, toplam toz miktarının örneklemeye gün sayısı ve silindirin açık ağız alanına bölünmesi sonucunda mg(m²gün)⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

2.2.3 NO₂ Örnekleme ve Ölçümü

Atmosferde NO₂ örnekleme ASTM standart D 1607-76 (Griess-Saltzman Reaksiyonu) yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde, bir gaz yıkama şişesi içerisine 10 ml absorpsiyon (ASTM standart d 1607-76) çözeltisi konularak içerisinden 30 dakika boyunca 12 litre hava geçirilmiş ve oluşan rengin şiddeti 550 nm dalga boylu ışında ölçülmüştür. Kalibrasyon ise sodyum nitrit standart çözeltileri hazırlanarak yapılmıştır. Örnekleme, her ayın değişik 2 iş günü olacak şekilde planlanmıştır.

3. SONUÇLAR

Örnekleme yapılan 4 istasyondaki TAP madde konsantrasyonları, rüzgar yönleri ile beraber Tablo 2’de, çöken toz miktarı aylık ortalama rüzgar esme sıklığı ile beraber Tablo 3’te ve NO₂ konsantrasyonları, yine günlük rüzgar yönleri ile Tablo 4’te verilmiştir.

4. TARTIŞMA

Tablo 2 incelendiğinde en yüksek TAP konsantrasyonları, kuzey istasyonunda 350 µgm⁻³ ile 15.07.2002 tarihinde, doğu istasyonunda 362 µgm⁻³ ile 10.04.2002 tarihinde, güney istasyonunda 260 µgm⁻³ ile 19.06.2002 tarihinde ve batı istasyonunda 383 µgm⁻³ ile 01.08.2002 tarihinde ölçüldüğü görülmektedir. Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği’nde (HKKY), aerodinamik çapları 10 µm’den küçük olan solunabilir tozlar (PM₁₀) için Kısa Vadeli Sınır Değeri (KVS) 300 µgm⁻³, Uzun Vadeli Sınır Değeri (UVS) 150 µgm⁻³ olarak verilmiştir. Yönetmelikte KVS değerinin tanımı, maksimum günlük ortalama değerler veya istatistik olarak bütün ölçüm sonuçları sayısal değerlerinin büyüklüğüne göre dizildiğinde, ölçüm sonuçlarının %95’inin aşmaması gereken değer olarak verilmiştir. Ölçüm sonuçları birinci tanıma göre değerlendirildiğinde, güney istasyonunda bu değer sağlanmakta, diğer üç istasyondan batıda 2 gün, kuzeyde 2 gün, doğuda 1 gün KVS değeri aşılmaktadır. İstatistik değerlendirme yapılan ikinci tanıma göre bütün istasyonlarda KSV değeri sağlanmaktadır. Altı aylık ölçümlerin ortalama değerleri ise istasyonlara göre sırasıyla 138,2±64,6 µgm⁻³, 112,7±63,8 µgm⁻³, 144,2±50,7 µgm⁻³ ve 183,3±79,5 µgm⁻³ olarak ölçülmüştür. Bu değerler, UVS değeri ile karşılaştırıldığında sadece batı istasyonunda sınır değeri aşılmaktadır.

Ölçülen TAP değerleri, İstanbul’da, iki ayrı bölgede yapılan ölçümlere (Alp vd., 1999) ve uzun yıllar İstanbul’da ölçülen değerlere (Topçu vd., 1999) yakın çıkmıştır. Ankara’da uzun yıllar yapılan ölçümlerle karşılaştırıldığında, doğal gaz kullanılmaya başlamadan önceki yıllık ortalamanın (1982 Şubat’ında 280 µgm⁻³) altında, doğal gazdan sonraki değerin (1996 Şubat, 75 µgm⁻³) üstündedir (Atımtay ve Ergül, 1999). Erzurum’da kış aylarında yapılan ölçümlerde elde edilen değerlerle kıyaslandığında, 1980’li yıllarda kötü kaliteli kömür yakılması neticesinde çıkan 612 µgm⁻³ (Ocak 1994) maksimum konsantrasyona göre oldukça düşük kalmakta; kullanılan yakıtın iyileştirilmesi sonucu 1990’lı yılların sonlarında ölçülen 180 µgm⁻³ civarındaki değerlere yakın çıkmaktadır (Turalıoğlu, vd., 1999). Ayrıca yarı kırsal bir yer olan Dokuz Eylül Üniversitesi Tınaztepe Yerleşkesi’nde ölçülen 90,7 µgm⁻³ ortalama değerinden daha yüksektir (Evren ve Odabaşı, 2003). İsviçre’nin Basel kenti kırsalında yapılan ölçümlerde ortalama TAP konsantrasyonu 36,3 µgm⁻³ (Röösli vd., 2001), Tayland’ın endüstrisi gelişmiş Taichung kentinde yapılan ölçümlerde ise ortalama konsantrasyon 113,5 µgm⁻³ (Fang vd., 2002) olarak belirlenmiştir. Tayland’daki değer, ölçülen değerlere oldukça yakın çıkarken, İsviçre’deki ortalama çok küçük kalmıştır.

Tablo 2. Dört istasyonda ölçülen havada asılı partikül madde konsantrasyonları ($\mu\text{g m}^{-3}$)

Tarih	Ölçüm Noktaları				Hakim rüzgar Yönü (Batı İst. Ölçülen)
	Kuzey	Doğu	Güney	Batı	
09.4.2002	-	201	*	103	WSW-NE
10.4.2002	302	362	*	354	NE-ENE
15.4.2002	123	229	204	194	WSW-NE
24.4.2002	91	136	217	100	WSW-NE
25.4.2002	132	54	121	164	W-WSW
29.4.2002	80	64	81	173	WSW-NE
30.4.2002	115	72	117	296	NE-WSW
08.5.2002	267	90	237	245	SW-W
20.5.2002	119	156	103	165	SW-NE
21.5.2002	91	38	76	120	NE-SW
22.5.2002	111	45	96	151	SWS-NE
23.5.2002	117	73	141	190	SWS-NE
05.6.2002	148	73	176	246	SWS-NE
06.6.2002	97	192	97	291	SWS-NE
13.6.2002	74	68	176	94	SWS-NE
18.6.2002	43	73	238	175	SWS-NE
19.6.2002	87	63	260	162	NE-WSW
26.6.2002	71	93	178	106	NNE-SWS
27.6.2002	113	103	145	143	SWS-NNE
01.7.2002	119	167	195	194	NNE-SWS
02.7.2002	132	114	192	178	NNE-NE
10.7.2002	208	86	135	281	NNE-WNW
11.7.2002	127	75	117	92	NNE-NE
15.7.2002	350	104	102	105	-
16.7.2002	145	77	184	*	-
24.7.2002	203	*	100	*	NNE-NE
25.7.2002	127	93	176	*	ENE-NE
31.7.2002	75	104	69	242	NE-WSW
01.8.2002	110	208	137	383	WSW-NE
19.8.2002	225	159	111	*	ENE-WSW
22.8.2002	138	104	116	*	NE-W
26.8.2002	159	126	178	100	W-WSW
27.8.2002	206	143	172	103	W-NE
28.8.2002	154	105	81	188	WSW-NE
2.9.2002	94	162	176	186	ENE
3.9.2002	82	47	79	88	ENE-SWS
4.9.2002	157	91	101	91	NE-SWS
5.9.2002	130	67	126	265	ENE-SWS
6.9.2002	130	67	126	265	NE-NNE
UVD	138,2	112,7	144,2	183,3	
KVD	350	362	260	383	
%95 değeri	267	237	208	296	
Stan.Sapma	64,6	63,8	50,7	79,5	

* Ölçüm yapılamamıştır.

Tablo 3. Dört istasyonda ölçülen aylık ortalama çöken toz miktarları ($\text{mg}(\text{m}^2\text{gün})^{-1}$)

Aylar	Ölçüm Noktaları				Hakim Rüzgar Yönleri ve Esme Yüzdeleri
	Kuzey	Doğu	Güney	Batı	
Nisan	342	485	1208	415	NE (24,8), WSW (20,3)
Mayıs	638	1068	1097	649	NE (22,7), WSW (21,5)
Haziran	407	456	757	394	WSW (34,6), NE (21,5)
Temmuz	420	488	877	331	NE (31,4), NNE (29,2)
Ağustos	378	479	777	226	NE (24,7), WSW (23,0)
Eylül	433	745	1127	277	ENE (25,0), NE (23,6)
Ortalama	436	620	974	382	
Sndt.Sapma	104	244,4	194,2	148,6	

Tablo 4. Dört istasyonda ölçülen havadaki NO_2 konsantrasyonları ($\mu\text{g}\text{m}^{-3}$)

Tarih	Ölçüm Noktaları			
	Kuzey	Doğu	Güney	Batı
01.05.2002	17	24	53	33
10.05.2002	11	20	40	49
15.05.2002	12	24	40	47
16.05.2002	13	18	61	18
24.05.2002	17	20	51	33
29.05.2002	28	46	51	50
31.05.2002	29	40	42	74
04.06.2002	22	26	50	55
14.06.2002	21	37	57	63
18.06.2002	28	50	46	51
26.06.2002	40	37	57	39
1.07.2002	29	59	47	61
10.07.2002	33	43	53	58
16.07.2002	30	51	66	36
25.07.2002	38	47	68	34
23.08.2002	86	46	79	47
26.08.2002	42	34	53	55
27.08.2002	29	62	55	59
28.08.2002	28	48	47	49
29.08.2002	37	53	43	49
02.09.2002	26	49	45	47
04.09.2002	32	43	47	57
05.09.2002	36	59	42	62
06.09.2002	29	37	46	41
UVD	30	39	52	49
KVD	86	62	79	74
Stan.Sapma	14,8	13,2	9,5	15,2

Tablo 3'te verilen toplam çöken toz miktarları incelendiğinde, en yüksek miktarın 1208 mg(m²gün)⁻¹ ile Nisan ayında güney istasyonunda elde edildiği görülmektedir. Güney istasyonunun ortalama değeri 974±194,2 mg(m²gün)⁻¹'dir. Kuzey istasyonunda maksimum değer, 638 mg(m²gün)⁻¹ ile Mayıs ayında ölçülmüş olup ortalama 436±104 mg(m²gün)⁻¹'dir. Doğu istasyonunda, maksimum değer 1068 mg(m²gün)⁻¹ ile Mayıs ayında ölçülmüş olup ortalama değer 620±244,4 mg(m²gün)⁻¹'dir. Batı istasyonunda, maksimum değer 649 mg(m²gün)⁻¹ ile Mayıs ayında gerçekleşmiş olup ortalama değer 382±148,6 mg(m²gün)⁻¹'dir. Ölçülen toplam çöken toz miktarı aylık ortalama bir değer olduğundan HKKY'da UVS değerleriyle karşılaştırıldığında, dört istasyonda da çöken tozlar için HKKY'da verilen 350 mg(m²gün)⁻¹ UVS değeri bütün aylarda aşılmıştır.

Ölçülen çöken toz değerleri İstanbul'da trafiğin yoğun olduğu Zircirlikuyu Caddesi civarında yapılan çalışmada elde edilen 252 mg(m²gün)⁻¹ değerinden oldukça yüksektir (Alp vd., 1999). Fakat bu değer İstanbul geneline göre daha düşük olduğu araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir (Alp, vd.). Yine İstanbul'da Haliç Köprüsü altında kalan Beyoğlu Adliye Sarayı civarında yapılan çalışmada iki istasyonda bulunan 660 mg(m²gün)⁻¹ ve 1440 mg(m²gün)⁻¹ değerleri (Alp, vd., 1999), çalışmamızda elde edilen değerlere yakındır.

Gerek iri gerekse ince tozların taşınmasında en önemli etken rüzgarlardır. Ölçüm değerleri, ölçüm periyotlarındaki rüzgar yönleri ve esme sıklıkları ile değerlendirildiğinde anlamlı olmaktadır. Genel olarak hakim rüzgar yönü NE-NNE olduğundan tozlar güney istasyonuna doğru taşınmış; ikinci önemli rüzgar yönü olan WSW dolayısıyla da doğu istasyonuna doğru taşınmış ve buralarda yüksek değerler oluşmuştur. Ancak bölgede en önemli partikül madde emisyonu kaynağı olan taş ocakları ve mıcır tesisleri ile sanayi ve trafik gibi faaliyetlerin yoğunluğu ölçülen değerlerin yüksek çıkmasını etkilemiştir. İşletmede yer alan 53 bacada toz kontrol sistemleri mevcuttur ve bacadan atmosfere verilen toplam toz miktarı 25,6 kgsaat⁻¹ dir (Bayram vd., 2002). Bu emisyon miktarına göre yapılan dağılım modellemesinde, tesis çevresindeki TAP konsantrasyonları ve çöken toz miktarları üzerinde tesisin çok büyük bir etki yapmadığı hesaplanmıştır (Bayram, vd., 2002). Hesaplanan bu katkı değerleri ile ölçülen değerler arasındaki yüksek fark, bölgedeki diğer kaynakların etkisini göstermektedir. Bu diğer kaynaklar arasında tesisten kaynaklanan ulaşım, açıkta malzeme depolama ve taşıma gibi kaçak (fugitive) emisyonlar ve teknik nedenlerle tesisteki toz kontrol sistemlerindeki verim düşüklüğü veya tamamen devre dışı kalması da bulunmaktadır. Çünkü dağılım modeli ile hesaplanan değerler, tesisteki tüm toz kontrol sistemlerinin normal işletme şartlarında çalışması halinde geçerlidir. Örneğin; genel olarak Mayıs ayındaki yüksek konsantrasyonların sebebi, işletmenin yaklaşık iki haftalık bir revizyona girmesi ve artan polen miktarı olarak düşünülebilir. Bölgedeki ikinci hakim rüzgar olan güney-batılı rüzgarlar İzmir şehir atmosferindeki kirleticileri bu bölgeye taşımaktadır.

Tablo 4'teki NO₂ sonuçları incelendiğinde, en yüksek konsantrasyonun 86 µgm⁻³ ile kuzey istasyonunda 23.08.2002 tarihinde ölçüldüğü görülmektedir. Bu değer, istasyon için oldukça yüksek olup o günkü ölçümde analitik bir hata yapılmış olduğunu düşündürmektedir. Bu istasyonda ortalama değer 30±14,8 µgm⁻³ olup diğer bütün istasyonlardan daha düşüktür. Bu istasyonda, konsantrasyonlardaki artma eğilimi, işletmenin uzun süre kapalı olan ve kuzey istasyonuna çok yakın olan taş ocaklarını işletmeye açması ve burada çalışan ağır vasıtalarından kaynaklanan NO₂ ile açıklanabilir. Doğu istasyonundaki maksimum ve ortalama değer sırasıyla 62 µgm⁻³ ve 39±13,2 µgm⁻³, güney istasyonunda 79 µgm⁻³ ve 52±9,5 µgm⁻³ ve batı istasyonunda 74 µgm⁻³ ve 49±15,2 µgm⁻³'dir. Güney istasyonundaki yüksek konsantrasyonlar, hakim rüzgar yönü, işletmeye yakınlık, yoğun trafik nedeniyle anlaşılabilir.

Aynı şekilde İzmir-Ankara yoluna çok yakın olan doğu istasyonundaki nispeten düşük konsantrasyonlar NE-NNE olan hakim rüzgar yönleri ile açıklanabilir. Ancak ölçülen diğer parametrelerin düşük olduğu batı istasyonundaki nispeten yüksek değerler, bu istasyon üzerinde etkili olan başka bir kaynağın varlığını işaret etmektedir. Bu kaynağın, istasyonun güneyinden geçen İzmir-Ankara yolu ve batısındaki İzmir-Manisa yolu olduğu düşünülmektedir.

Yine İstanbul'da Alp ve arkadaşları tarafından yapılan ölçümlerde maksimum NO₂ konsantrasyonu 53,8 µgm⁻³ olarak ölçülmüş olup, çalışmada ölçülen değerlere yakındır. Yönetmelikte NO₂ için KVS değeri 300 µgm⁻³ ve UVS değeri 100 µgm⁻³ olarak verilmiş olup tüm istasyonlarda bu değerler sağlanmaktadır.

5. ÖNERİLER

Bu çalışmada seçilen parametreler, istasyonların yerleri, tesise uzaklıkları ve elde edilen sonuçlar, tesisin bölgedeki hava kalitesi üzerinde etkili olduğunu düşündürse de katkı oranının tam olarak belirlenmesi açısından yetersiz kalmaktadır. Dağılım modeli sonuçları ile ölçülen değerler arasındaki fark diğer kaynakların da oldukça önemli katkısının olduğunu göstermektedir.

Son yıllarda, dünyada partikül maddeler konusundaki çalışmalar, solunabilir fraksiyon olan PM₁₀ ve akciğer alveollerinde birikebilen PM_{2,5} fraksiyonları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Özellikle bu fraksiyonların ağır metal içeriği, ağır metal zehirlenmesi açısından büyük öneme sahipken kirliliğin kaynakları konusunda da önemli bilgiler verebilmektedir. Atmosferik partiküllerin çevresel etkileri, boyutları ve element içeriğiyle doğrudan ilişkili olduğundan çalışmaların bu içerikleri belirleyecek şekilde planlanması çok daha yararlı olacak ve değişik amaçlar için kullanılabilir bilgi edinilmesini sağlayacaktır. Ayrıca her kaynağın partikül madde konsantrasyonuna ne kadar katkı yaptığının belirlenmesi amacıyla, her kaynağı karakterize edecek element (Fingerprint element) ölçümlerinin, hem kaynaklarda hem de dış havada yapılması ve diğer elementlerin bu elementlere oranlarının hem kaynak hem de dış havada belirlenerek zenginleşme oranlarının hesaplanması, katkı oranlarının doğruluğunu arttırmaktadır.

Ayrıca bu tür çalışmaların daha uzun sürelerde yapılması, yıllık dağılımların elde edilmesi daha anlaşılır ve yararlı bilgi edinilmesini sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya olanak sağlayan BATIÇİM Batı Anadolu Çimento Sanayi A.Ş.'ne destekleri için teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- 1) Alp, K., Çitil, E., Eldem, N., Bayhan, H., "Yoğun Taşıt Trafikğine Sahip Bölgelerde Hava Kalitesinin İzlenmesi: İstanbul Zincirlikuyu Caddesi Örneği", Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 1999, İzmir, s: 23-30

- 2) Alp, K., Başsarı, A., Çitil, E., Akyüz, T., “İstanbul Sütluçe’deki Adliye Sarayı Üzerinde Trafik Kaynaklı Kirlenmenin İncelenmesi”, Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 1999, İzmir, s: 31-38
- 3) Annual Book of ASTM Standards, 1988
- 4) Atımtay, A., Ergül, C., “Ankara’daki Hava Kirliliğinin Yıllar İçindeki Değişimi ve Gaz Kullanımının Etkileri”, Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 1999, İzmir, s: 39-45
- 5) Bayram, A., Yatkın, S., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H., Altıok, H., “Batıçim Çevre Kalitesi Ölçüm Raporu”, DEÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, 2002, İzmir
- 6) Evren, N., Odabaşı, M., “İzmir havasındaki aerosollerin organik madde içeriğinin belirlenmesi”, Yayınlanmamış Lisans Tezi, 2003, İzmir
- 7) Fang, G.C.; Chang, C.N.; Chu, C.C; Wu, Y.S.; Fu, P.P.C.; Yang, I.L.; Chen, M.H.; “Characterization of particulate, metallic elements of TSP, PM_{2,5} and PM_{2,5-10} aerosol at a farm sampling site in Tawian, Taichung”, The Science of the Total Environment, 2002, (Article in Press)
- 8) Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği, 2 Kasım 1986 tarihli Resmi Gazete.
- 9) He, K., Yang F.; Ma, Y.; Zhang, Q.; Yao, X.; Chan, C.K.; Cadle, S.; Chan, T.; Mulawa, P.; “The characteristics of PM_{2,5} in Beijing, China”, Atmospheric Environment 35, 2001, s: 4959-4970
- 10) Müezzinoğlu, A., Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, 2.Basım, 2000
- 11) Polissar, A.V.; Hopke, P.K.; Poirot R.L.; “Atmospheric aerosol over Vermont: Chemical composition and sources”, Environmental Science and Technology, 2001
- 12) Rööslı, M.; Theis G.; Künzli, N.; Staehelin, J.; Mathys, P.; Oglesby, L.; Camanzind, M.; Braun-Fahrlander Ch.; “Temporal and spatial variation of the chemical composition of PM₁₀ at urban and rural sites in the Basel area, Switzerland”, Atmospheric Environment 35, 2001, s: 3701-3713
- 13) Topçu, S., Ünal, Y.S., İncecik, S., “ İstanbul’da Asılı Partikül Maddenin Yersel Değişimine Etki eden Faktörler”, Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 1999, İzmir, s: 286-295
- 14) Turalıoğlu, F.S., Demircioğlu, H., Bayraktar, H., “Erzurum’un Hava Kalitesindeki Değişmeler ve Nedenleri”, Hava Kirlenmesi ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 1999, İzmir, s: 296-303