



TÜBİTAK MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ

**İSTANBUL ATMOSFERİNDE PASİF ÖRNEKLEME METODU
KULLANILARAK HAVA KALİTESİ SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ**

Özgen ERCAN, Faruk DİNÇER, Özcan CEYLAN

Ekim 2015, İzmir

- ✓ Giriş
- ✓ Materyal ve Metot
- ✓ Sonuçlar
- ✓ Tartışma ve Öneriler

- ✓ Yerleşim alanları ile endüstri tesislerinin zaman içerisinde yakınlaşması bölgesel kirliliğin ve insan sağlığının olumsuz şekilde etkilenmesine neden olmaktadır
- ✓ Ana kirleticiler arasında yer alan uçucu organik bileşikler doğal kaynaklı ve insan aktiviteleri sonucu atmosfere salınıp kirliliğe neden olabilmekte
- ✓ Uçucu organik bileşikler atmosferde güneş ışığı altında azot oksitler ile reaksiyona girerek ozon, organik nitratlar, peroksitler gibi insan sağlığını etkileyen fotokimyasal yükseltgen maddeler oluşturmaktadır

- ✓ SO₂ parametresinin ana kaynağı olarak enerji üretim tesislerinde fosil yakıtların yanmasının yanında cevherden metallerin kazanılması gibi diğer endüstriyel aktiviteler ile gemilerde, lokomotiflerde ve motorlu araçlarda yüksek kükürtlü yakıtların kullanılması olarak bilinmektedir.
- ✓ Azot oksitlerin emisyonları doğal ve antropojenik kaynak olarak ifade edilmekte olup volkanik aktiviteler ve şimşek çakması gibi doğal kaynakları vardır. Ayrıca ısınma ve enerji üretim tesislerindeki yanma prosesi, gemi ve araç motorlarındaki yanma ürünü olarak atmosfere salınan azot oksitler antropojenik kaynaklı emisyonlara örnek olarak verilmektedir.

- ✓ Bu çalışmada İstanbul atmosferinde Mart 2011-Ağustos 2012 tarihleri arasında pasif örnekleme metodu yardımıyla 10 noktada BTEX, SO₂, NO_x ve O₃ konsantrasyonları belirlenmiştir.
- ✓ Sonuçların yıllık ve mevsimsel ortalamaları, mekansal ve zamansal dağılımları ile kirliliğin kaynağı ve konsantrasyonlarına etki eden faktörler tartışılmıştır.

- ✓ Çalışma, İstanbul Kemerburgaz bölgesinde yaşayan bölge halkının talebi ile bölgesel hava kirliliğinin belirlenmesi amacıyla 2011-2012 yıllarında yapılmıştır.
- ✓ Çalışma bölgesi Göktürk , Kemer Country ve Kemerburgaz yerleşim alanlarını içerecek şekilde oluşturulmuştur.
- ✓ İSKİ'ye bağlı Hamidiye İçme Suyu gibi bazı dolun tesisleri bulunmakta
- ✓ Bölgeye 10 km uzaklıkta İBB'ye bağlı Tıbbi Atık Yakma Tesisi ile Düzenli Evsel Çöp Depolama Alanı bulunmakta
- ✓ Yine bölgenin güney doğu bölgesinde ve bölgeye çok yakın olan evsel, endüstriyel ve tehlikeli atıkların, ön işlem, kurutma, evaporasyon, susuzlaştırma, gazlaştırma, enerji geri kazanım ve elektrik üretiminin gerçekleştirildiği bir tesis bulunmakta



No	Örnekleme Noktası	Özellikleri, kirletici kaynakları	Koordinatlar
1	Kontrol Noktası (SP1)	Orman alanı	N41°12.530; E28°53.905
2	Baz İstasyonu Yanı (SP2)	Kırsal alan, trafik	N41°08.017; E28°56.410
3	Halı Saha (SP3)	Yarı kentsel, ısınma, depolama alanı	N41°11.255; E28°52.469
4	Lale Golf Sahası (SP4)	Kentsel, ısınma	N41°10.944; E28°54.048
5	Askeri Kışla (SP5)	Endüstri, atık bertarafı	N41°09.037; E28°55.285
6	Göktürk SO (SP6)	Yarı kentsel, ısınma	N41°09.542; E28°54.675
7	Kamyon Kantarı (SP7)	Endüstri, atık bertarafı, yoğun trafik	N41°08.309; E28°55.579
8	Kemer Güney (SP8)	Yarı kentsel, ısınma	N41°10.413; E28°53.666
9	Lale Bayırı (SP9)	Yarı kentsel, ısınma	N41°10.742; E28°53.844
10	Piriçli Yolu (SP10)	Yarı kentsel, ısınma	N41°09.687; E28°54.304

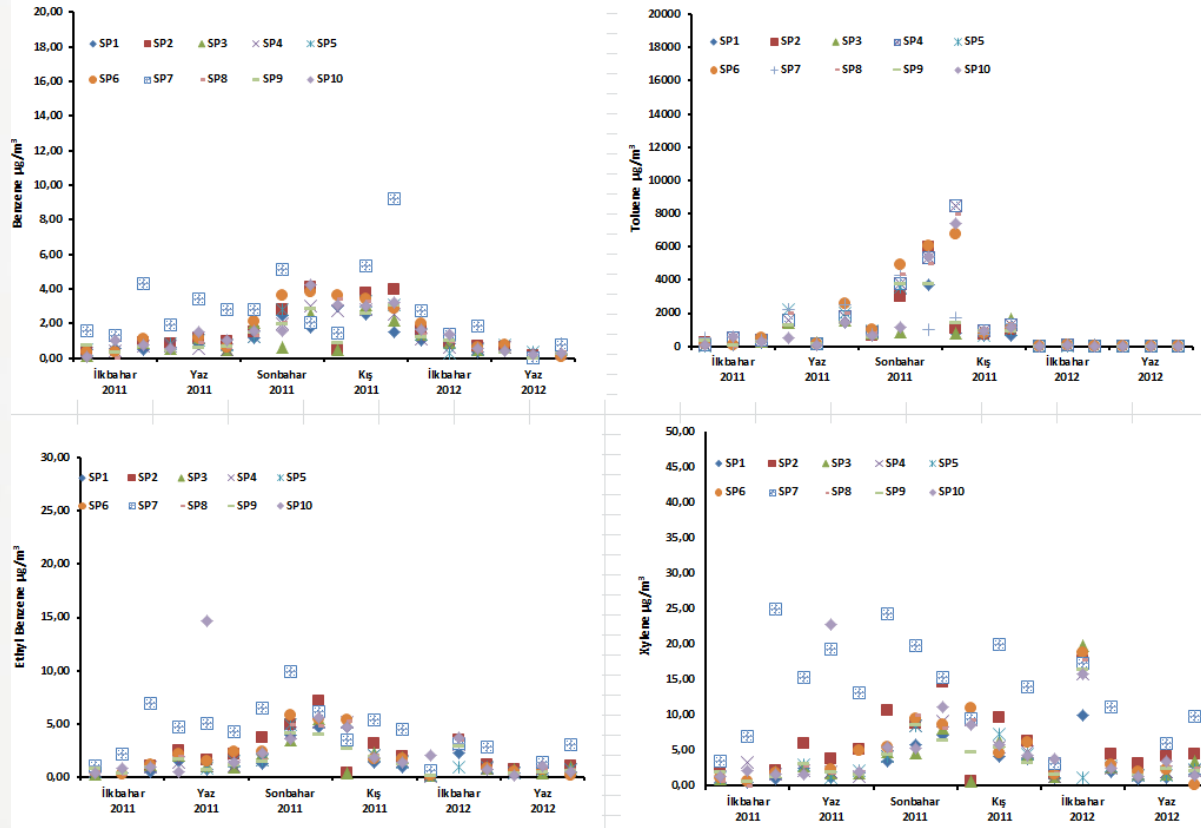
Şekil 1. Çalışma bölgesine ait bilgiler

- ✓ Belirlenen 10 noktada SO₂, NO_x, O₃ ve BTEX parametreleri Mart 2011- Ağustos 2012 dönemini kapsayacak şekilde izlenmiştir.
- ✓ Bölgeye en yakın meteoroloji istasyonundan alınan bilgiler bölgesel şartların belirlenmesine yardımcı olmuştur.

Örnekleme Zamanı	Yağmur (mm)	Ortalama Nem (%)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Ortalama Rüzgar Hızı(ms ⁻¹)	Hakim Rüzgar Yönü
Mart 2011	35.0	75.8	7.5	3.04	NW
Nisan 2011	102.2	86.2	9.2	2.45	NW
Mayıs 2011	21.4	88.6	14.5	1.80	NW
Haziran 2011	17.8	81.7	20.8	1.81	WNW
Temmuz 2011	0.6	81.9	24.1	1.77	NE
Ağustos 2011	5.6	79.7	23.3	2.22	NE
Eylül 2011	1.8	83.1	22.0	2.31	NE
Ekim 2011	16.6	89.5	14.4	2.93	NE
Kasım 2011	3.2	94.7	8.7	2.79	N
Aralık 2011	2.8	90.8	8.7	3.37	SSE
Ocak 2012	11.0	91.1	4.6	3.48	NW
Şubat 2012	7.2	93.0	3.0	2.85	ESE
Mart 2012	39.8	84.7	6.7	2.77	SE
Nisan 2012	114.0	76.9	14.2	3.03	SSE
Mayıs 2012	53.8	95.9	16.2	1.81	ESE
Haziran 2012	26.4	95.8	22.7	1.91	NE
Temmuz 2012	1.6	82.4	26.1	1.90	NNE
Ağustos 2012	43.0	71.1	24.5	1.94	NNE

- ✓ Bölgedeki hava kirleticilerin mekansal ve zamansal değişimlerin belirlenmesi amacıyla uzun süreli ölçümler yapıldığından pasif örnekleyiciler kullanılmıştır.
- ✓ Gradko marka örnekleyiciler kullanılıp, yine analizler İngiltere'de gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Kirleticilerin sonuçlarının değerlendirilmesi için SPSS 13.0 versiyonu kullanılarak minimum, maksimum ve ortalama kirletici konsantrasyonları hesaplanmıştır. Ayrıca BTEX parametrelerinin her biri arasındaki Pearson's korelasyon katsayıları hesaplanarak kirletici kaynaklarının farklılıkları belirlenmeye çalışılmıştır.

BTEX Konsantrasyonunun Zamansal/Mevsimsel Dağılımı



- ✓ Mevsimsel BTEX sonuçları incelendiğinde, mevsimsel meteorolojik ve kaynak değişimleriyle uyumlu olduğu gözlenmektedir

- ✓ Mart-Kasım 2011 döneminde kuzeyli hakim rüzgarlar yoğun iken
- ✓ Aralık 2011-Mayıs 2012 döneminde güneyli hakim rüzgarlar
- ✓ Haziran-Ağustos 2012 döneminde ise kuzeyli rüzgarlar
- ✓ Bunun da esasında bölgenin dönemsel olarak örnekleme noktalarının kuzeyinde yer alan kentsel katı atık depolama alanı ve tıbbi atık yakma tesisi ile güneyinde yer alan gazlaştırma tesislerinden etkilenebileceğini ifade edebilmekte
- ✓ Aynı zamanda, Do10 Hasdal Kemerburgaz yolundaki yoğun kamyon trafiğinin de kirletici konsantrasyonlarının yükselmesine katkı sağlaması söz konusu

Sonuçlar

Örnekleme Noktası	Benzen ($\mu\text{g m}^{-3}$)			Toluen ($\mu\text{g m}^{-3}$)			Etil benzen ($\mu\text{g m}^{-3}$)			Ksilen ($\mu\text{g m}^{-3}$)		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
SP1	0.31	3.00	1.11	0.90	3677	733.8	0.14	4.74	1.47	0.43	9.95	3.31
SP2	0.14	4.11	1.51	2.39	5952	966.5	0.09	7.16	2.16	0.57	17.63	6.24
SP3	0.03	3.10	1.09	2.22	5327	831.0	0.14	5.45	1.62	0.66	19.86	4.05
SP4	0.03	3.00	1.16	0.29	8480	1405	0.09	5.17	1.80	1.23	15.88	4.36
SP5	0.28	3.31	1.24	1.07	3599	764.8	0.14	4.99	1.27	1.09	8.48	3.05
SP6	0.07	3.84	1.65	1.65	6744	1420	0.14	5.78	2.01	0.19	18.82	4.94
SP7	0.03	9.25	2.84	5.18	4291	935.7	0.62	9.91	4.18	3.08	24.93	13.72
SP8	0.03	3.45	1.27	1.07	7949	1387	0.19	5.21	1.79	0.05	17.87	4.39
SP9	0.03	3.08	1.16	0.49	3800	894.9	0.19	4.17	1.54	0.66	16.40	4.01
SP10	0.07	4.22	1.46	1.23	7406	1103	0.19	14.69	2.58	1.28	22.80	5.59

✓En yüksek ortalama BTEX değerleri SP7 noktasında belirlenmiş olup, bu nokta yoğun trafiğin olduğu noktayı temsil etmektedir.

BTEX parametreleri için Pearson's Korelasyon

- ✓ Korelasyon, kirleticilerin muhtemel kaynaklarının belirlenmesi amacıyla yapılmakta
- ✓ Türler arasındaki iyi bir korelasyon kirliliğin aynı kaynaktan olabileceğine işaret edebilmekte
- ✓ Benzen parametresine ait kirlilik trafik kökenli olup TEX türlerinin kirlilik kaynağı ise trafik emisyonları ile boya sektörü ve endüstriyel çözücülerden kaynaklanmaktadır.
- ✓ Türler arasındaki korelasyon katsayısının düşük olması ise BTEX kirleticilerinin farklı kaynaklardan gelebileceğini ifade etmektedir.

BTEX için Pearson's Korelasyon Katsayıları

SP1				SP2				SP3				SP4				SP5				
	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X
B	1				1				1				1				1			
T	0.51	1			0.59	1			0.56	1			0.58	1			0.56	1		
E	0.77	0.76	1		0.71	0.80	1		0.67	0.78	1		0.68	0.77	1		0.66	0.78	1	
X	0.67	0.44	0.84	1	0.57	0.45	0.83	1	0.49	0.36	0.78	1	0.49	0.38	0.78	1	0.51	0.40	0.79	1
SP6				SP7				SP8				SP9				SP10				
	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X	B	T	E	X
B	1				1				1				1				1			
T	0.61	1			0.47	1			0.49	1			0.49	1			0.51	1		
E	0.69	0.81	1		0.68	0.67	1		0.68	0.68	1		0.68	0.69	1		0.61	0.59	1	
X	0.51	0.43	0.79	1	0.59	0.30	0.84	1	0.58	0.30	0.84	1	0.57	0.31	0.84	1	0.55	0.29	0.83	1

- ✓ Bütün örnekleme noktalarında en yüksek katsayı etilbenzen ile ksilen (>0.78) arasında bulunmuştur. Özellikle SP7, SP8, SP9 ve SP10 örnekleme noktalarındaki kirlilik kaynağının benzinli araçlar olabileceği
- ✓ Diğer noktalarda ise BTEX türleri içinde benzenin diğer türler ile (SP1 ve SP2 noktaları hariç) katsayılarının düşük olduğu bulunmuştur.
- ✓ Bunun da esasında bu örnekleme noktalarındaki kirliliğin, tek bir kaynaktan olmayıp yakın bölgelerdeki diğer kaynaklardan gelebileceğini ifade etmektedir.

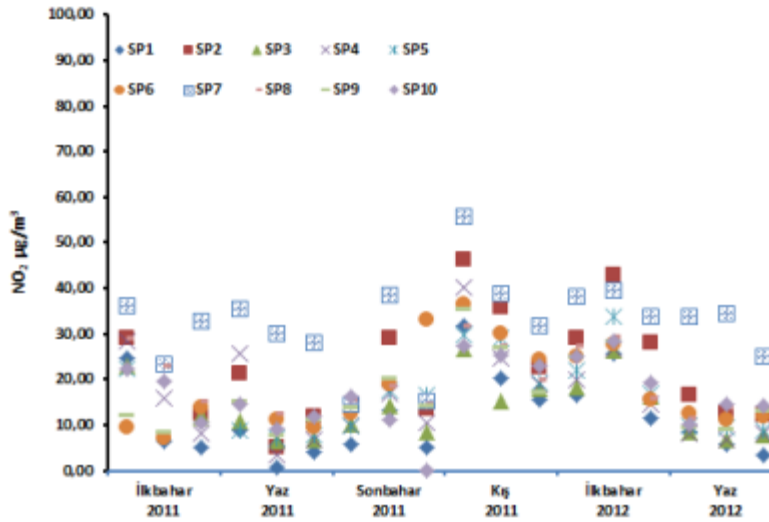
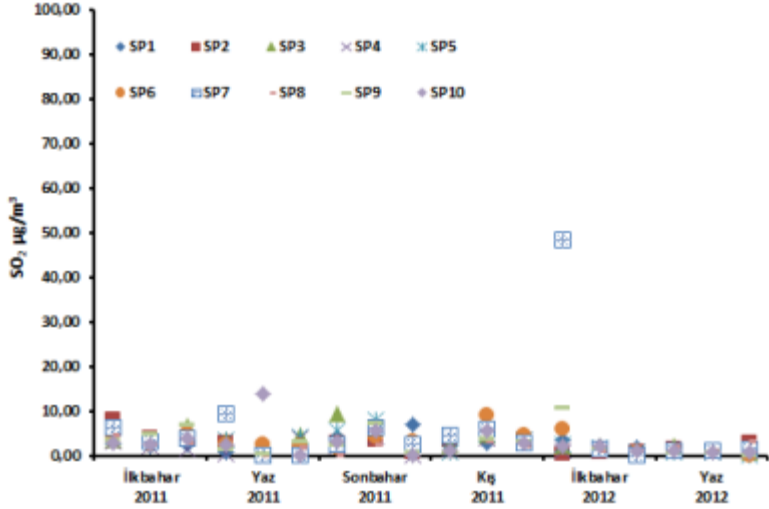
SO₂, NO₂ ve O₃ sonuçlarının noktasal değişimleri

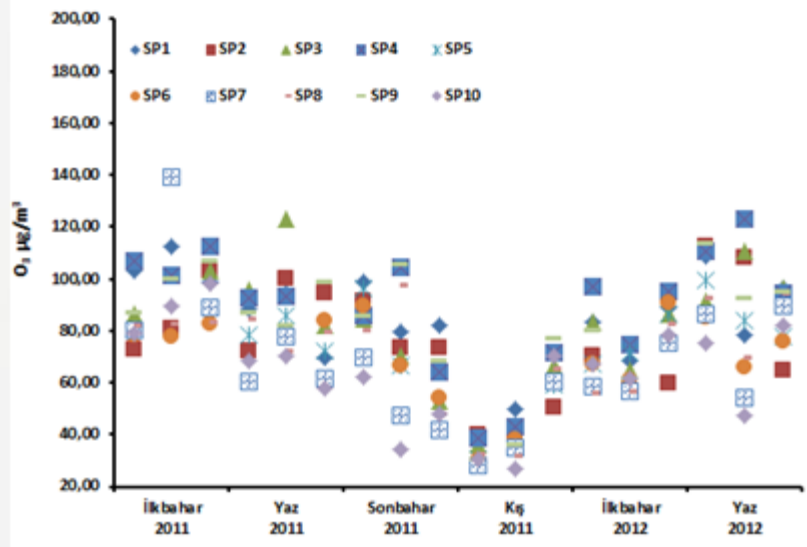
Örnekleme Noktası	SO ₂ (µg m ⁻³)			NO ₂ (µg m ⁻³)			O ₃ (µg m ⁻³)		
	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean	Min.	Max.	Mean
SP1 (N=72)	0.03	6.97	2.63	0.81	31.93	11.87	38.73	112.69	83.94
SP2 (N=68)	0.03	8.06	2.55	5.21	46.33	22.53	39.62	112.43	75.92
SP3 (N=68)	0.03	9.30	3.44	6.41	26.77	13.86	36.05	123.27	80.81
SP4 (N=72)	0.03	4.42	1.90	3.46	40.22	16.32	3.32	123.14	84.01
SP5 (N=56)	0.03	7.97	2.86	7.00	33.86	16.81	30.70	99.38	72.70
SP6 (N=69)	0.09	9.19	3.18	7.30	36.65	18.33	0.11	90.81	65.08
SP7 (N=68)	0.03	48.30	5.63	14.52	55.69	32.51	28.02	139.12	67.27
SP8 (N=72)	0.03	4.49	1.94	11.49	31.81	19.23	32.03	97.63	71.72
SP9 (N=68)	0.09	10.99	3.23	7.70	35.42	16.39	30.70	113.44	82.87
SP10 (N=72)	0.03	13.88	2.95	0.02	28.34	16.80	27.07	98.09	63.74

- ✓ Elde edilen SO₂ sonuçlarının Dünya Sağlık Örgütü'nün vermiş olduğu 50 µg/m³, ekosistemin korunması için Avrupa Birliği'nin vermiş olduğu 20 µg/m³ ve EPA'nın vermiş olduğu 80 µg/m³ sınır değerlerinin altında olduğu,
- ✓ NO₂ değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü'nün ve Avrupa Birliği'nin vermiş olduğu 40 µg/m³ ve EPA'nın vermiş olduğu 50 µg/m³ sınır değerlerinin altında
- ✓ O₃ konsantrasyonlarının da noktasal olarak çok büyük farklılık göstermediği ve literatürdeki değerler ile uyumlu olduğu

Mevsimsel Değişimler

- ✓ SO₂ konsantrasyonlarının benzer eğilimde oldukları, mevsimsel farklılıkların fazla olmadığı
- ✓ NO₂ değerlerinin 2011 yılı sonbahar ve kış dönemlerinde konsantrasyonların daha yüksek oldukları ve evsel ısınmadan kaynaklı olabileceği





Mevsimsel Değişimler

- ✓ O₃ değerlerinin beklendiği gibi yaz aylarında kış dönemine göre farklılık gösterdiği

- ✓ Bu çalışmada İstanbul'da yer alan Kemerburgaz bölgesindeki yerleşim alanına, araç trafiği ile endüstriyel aktivitelerin etkileri incelenmiştir.
- ✓ 2011 ve 2012 yıllarında uzun süreli 10 noktada pasif örnekleme yöntemi kullanılarak BTEX, SO₂, NO₂ ve O₃ konsantrasyonları tespit edilmiştir.
- ✓ BTEX türlerinin kendi aralarındaki Pearson's korelasyon katsayıları hesaplanarak kirliliğin kaynağı tespit edilmeye çalışılmış ve yüksek bir korelasyonun olmadığı belirlenmiştir.
- ✓ Bununla birlikte bu türler için tespit edilen konsantrasyonların tek bir kaynak yerine bölgedeki endüstriyel aktiviteler ve trafik gibi birden fazla kaynaklardan gelebileceğini ifade etmektedir.

- ✓ Çalışmada SO_2 parametresi için mevsimsel değişimin olmadığı görülürken NO_2 parametresinde yaz döneminde minimum kış döneminde ise maksimum değerlerin olduğu görülmektedir.
- ✓ Bu mevsimsel değişim esasında kış döneminde ısınmadan kaynaklı emisyonlardan yaz döneminde ise fotokimyasal reaksiyonların etkisi ile açıklanabilmektedir.
- ✓ Örneklem noktalarındaki noktasal ve mevsimsel konsantrasyon farklılıkları dikkate alındığında esasında bölgeye yoğun kamyon trafiğinden kaynaklı emisyonların ve endüstriyel aktivitelerin katkısının olduğu açıklanabilmektedir.

Teşekkürler...

TÜBİTAK MAM

PK. 21, 41470 GEBZE-KOCAELİ

Tel: +90-262-677 20 00 ; Faks: +90-262-641 23 09

<http://mam.tubitak.gov.tr>