

ADAPAZARI BÖLGESİ ÖRNEĞİNDE HAVA KALİTESİ BELİRLEME ÇALIŞMASI: ŞEHİR HAVA KALİTESİ ÖLÇÜMLERİ İLE DİSPERSON MODELİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Ezzeddine GHANDOUR, Gülen GÜLLÜ

Hacettepe Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 06532 Ankara.

ÖZET

Bu çalışmada, Adapazarı bölgesi için mevcut durumu ve ileride gerçekleşmesi mümkün olabilecek olan yeni bir tesisin kurulması durumunda bölge havasının kalitesinde olabilecek değişiklikleri göstermeye yönelik bir karar verme modeli geliştirilmiştir. Dağılım modelinden tahmin edilen olan kirletici konsantrasyonları, bölgede bir yıl boyunca, 14 ayrı noktada 1 yıl boyunca pasif difüzyon tüpleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olan aylık SO₂ ve NO₂ konsantrasyonları ile karşılaştırılarak, modelin doğruluğu test edilmiştir.

Bu çalışmada, bölge havasının kalitesinde olabilecek değişiklikleri göstermeye yönelik farklı senaryolar için BREEZE Air Suite (EPA- ISCST3) programı kullanılarak, karar vericiye örnek teşkil edecek bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Model sonuçları ile ölçüm sonuçları karşılaştırıldığında, modelde göz önüne alınamayan yöresel kaynaklar ve uzun mesafeli kirletici taşınımının bölgede ölçülen NO₂ ve SO₂ konsantrasyonlarına önemli etkisi olduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısı ile bu tip yerel ve uzun mesfeli kirleticilerden kaynaklanacak olan emisyonların herhangi bir modelleme çalışmasında mutlaka göz önüne alınması gerekmektedir.

Bu çalışmadan, modellemenin yararlı ancak seçilen bölgede olduğu gibi, baskın kirletici kaynaklarının bulunmadığı yörelerde, hava kalitesini belirlemek için tek başına yeterli olmayan bir araç olduğu görülmüştür. Özellikle karar vericilerin herhangi bir modelin tahminlerini değerlendirebilmesi için bölgesel konsantrasyonların düzeylerinin bilinmesinin gerekli olduğu ortaya çıkmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Difüzyon Tüp, NO₂, SO₂, hava kalitesi modellemesi, Adapazarı Bölgesi

ABSTRACT

A decision-making model is developed for the region of Adapazarı, Turkey by preparing the required model inputs within this proposed study. This model is then tested by comparing the estimated pollutant concentrations with the one-year NO₂ and SO₂ measurements that were carried out at 14 different points within the region.

A decision-making model is developed for the selected region by preparing the required BREEZE Air Suite (EPA-ISCST3) model inputs within this proposed study, which is then tested under a myriad of developed scenarios by comparing the estimated pollutant concentrations with the recorded diffusion tubes network measurements. The results of this study show that the presence of area sources, such as the existing small villages, can have a

significant influence on the measured concentration of NO₂ and SO₂ in the whole vicinity of the study region. Accordingly, such local or long-distance transported area sources emissions act as significant sources that must be considered within any similar air quality modeling study.

In the light of this study, it was found that modeling is a useful, but not enough, tool for the assessment of the ambient air quality especially for the regions which is not under the influence of strong air pollution sources. For decision makers, it has been seen that, a continuous verification of dispersion models with onsite measurements is necessary and must be always performed to assure a good control of the air quality of the investigated region.

KEY WORDS

Diffusion tube, NO₂, SO₂, air quality modelling, Adapazarı Region

GİRİŞ

Gelişmiş ülkelerde hava kirlenmesine karşı geliştirilen en etkili yöntem, yerel hava kalitesinin tespit edilmesi, planlanması ve yönetilmesi amacıyla hazırlanan ve Temiz Hava Planı adı verilen uzun vadeli mekan ve zaman planları olmuştur. Ülkemizde henüz uygulaması bulunmayan bu planlar, pek çok Avrupa ülkesi tarafından benimsenerek başarı ile uygulanmaktadır. İyi geliştirilmiş bir Temiz Hava Planı, karar verme sürecine katkıda bulunan bilgisayar modelleri ile entegre edilmiştir. Bu tip karar verme modelleri, temiz hava planlarının başarısını etkileyen en önemli araçlardan biridir. Karar verme modellerinin temel amacı, bölgedeki hava kalitesine müdahale etme yetkisine sahip mercinin müdahale kararlarını sağlıklı bir şekilde vermesini sağlamaktır.

Bu çalışmanın temel amacı Adapazarı şehrinin hava kalite yönetimi için geliştirilen karar verme modelleme sisteminin ilk basamağı olan bölgenin hava kalitesinin belirlenmesi aşamasını tarif etmektir. Hava kalite yönetimine teknik destek sağlamak için seçilen bölgede modelleme sistemi geliştirilmiştir. Bu modellerin girdi değişkenleri, doğru ve hassas çalışmak için, bölgenin haritası, kirlenme kaynağı envanteri, meteorolojik parametreler ve hava kalite ölçümleridir. Bu model, daha sonra bölgedeki 14 değişik noktada sürdürülen bir yıllık NO₂ ve SO₂ ölçümleri ile tahmini kirlilik değerleri karşılaştırılarak doğruluğu test edilmiştir.

MATERYAL VE METODLAR

NO₂ ve SO₂ Difüzyon Tüp Gözlem Yerleri

Adapazarı NO₂ ve SO₂ difüzyon tüp gözlem ağı (Adapazarı Doğal Gaz Kombine Santrali Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Çalışması Raporu projesi kapsamında) ENVY Enerji ve Çevre Yatırımları A.Ş. (Türkiye) ve Environmental Resources Management (ERM) (İngiltere) işbirliğinde 1999'da kurulmuştur. Nisan 1999'da başlayan aylık ölçümler, Nisan 2000'e kadar sürdürülmüştür.

Bu gözlem ağının amacı, çalışma bölgesindeki 14 farklı lokasyonda NO₂ ve SO₂ konsantrasyonları dağılımını bağımsız olarak değerlendirmektir. Bu gözlem ağı aynı

zamanda, çalışma bölgesindeki mevcut NO₂ ve SO₂ hava kalitesi koşullarını tanımlamada ve kullanılan karar verme modelinin hassasiyetini ve doğruluğunu belirlemek ve kalibrasyonunu sağlamak amaçlarıyla tasarlanmıştır.

Seçilen çalışma bölgesindeki zamansal ve bölgesel değişimi gösterebilmek için toplam olarak üç farklı kaynak etki alanında ve/veya bitkisel ortamda 14 adet sahada ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu açıdan, DT1'in lokasyonu özel bir şirketin otoparkına ve Adapazarı şehrinin merkezinde tamamiyle yoğun trafiğe sahip bir ana yola yakın bir yere yerleştirilmiştir. Aynı şekilde, DT2, DT5, DT6, DT12 ve DT13 tüpleri Karasu yoluna yakın bir yere yerleştirilmiştir. Geriye kalan tüp lokasyonları ise etrafında daha az kirlenici kaynak bulunan alanlara konulmuştur. Bu bağlamda, DT3, DT4 ve DT14 sırasıyla, güneye, kuzeye ve güney batıya, Taşkısığı köyü yollarının giriş ve çıkışlarına yerleştirilmiştir. Bunun yanında DT7 Çaltıcak Köyü Camisi parkına, ve DT9 da İkizcemüslim Köyü Mezarlığının köşesine yerleştirilmiştir. Son olarak, DT8, DT10 ve DT11 sırasıyla, Harmantepe Köyü giriş yolu üzerine, Acıelmalı köy yolu üzerine ve İkizceosmaniye Köyü Okulu önüne konmuştur.

SO₂ ve NO₂ Analizleri

Sahaya bırakılmış olan difüzyon tüpleri bir aylık süre sonunda laboratuara götürülür. NO₂ difüzyon tüpünde toplanmış olan azot dioksiti ekstrakte etmek için bilinen oranda bir miktar su ilave edilerek kalorimetrik yöntemle analiz edilir. SO₂ difüzyon tüpleri içinde adsorbe edilen bütün kükürt çeşitlerini sülfata oksitlemek için, tüpler 0,1 vol hidrojen peroksit (H₂O₂) içerisine bırakılır. Daha sonra iyon kromatografisi ile analiz edilir. Bu çalışmada toplanan örneklerin kimyasal analizi AEA teknoloji laboratuvarında (İngiltere) gerçekleştirilmiştir.

Hava Kalitesi Modelleme Yaklaşımı

İncelenen hava kirlenicilerin, SO₂ ve NO_x, yer seviyesi konsantrasyonları (YSK) hava kalite modelleme çalışması ile belirlenmiştir. Bu dağılım modelleme çalışması, Birleşik Devletler Çevre Koruma Örgütü (USEPA) tarafından geliştirilip onaylanmış olan, iyi bilinen Endüstriyel Kaynaklı Kısa Dönem (ISCST) modeli kullanılarak yürütülmüştür. Modelin Trinity Consultants Incorporated tarafından 1997'de tekrar geliştirilip düzenlenen son versiyonu, BREEZE AIR SUITE ISCST3 modeli – Sürüm 1,24, bu hava kalite modelleme çalışmasında kullanılmıştır.

BREEZE AIR SUITE modeli saatlik, günlük ve yıllık yer seviyesi ortalama değerlerini, eşzamanlı meteorolojik verilerin değişkenliğini de katarak tahmin edebilen bir çeşit ileri bilgisayar modeli olarak düşünülebilir. Bu modelin temel konsepti, sürekli ve yüksek bir kaynağa ait muntazam haldeki, düzgün doğrusal Gaus bulut denkleminin benzerlik arz etmektedir. Herbir kaynak ve herbir saat için kaynağın koordinat sisteminin orijini kaynağın temelinde ve yer seviyesi hizasına yerleştirilir. X-ekseni rüzgar yönünde pozitif, y-ekseni de x-eksenine normaldir ve z-ekseni dikey olarak yükselmektedir. Sabit alıcı lokasyonları herbir saatlik konsantrasyon hesabı için herbir kaynağın koordinat sistemine dönüştürülür. Herbir kaynak için herbir alıcıda hesaplanan saatlik konsantrasyonlar herbir alıcıda bütün kaynak emisyonları tarafından üretilen toplam konsantrasyonu belirlemek için toplanır. Model kirlenici kaynağı için çeşitli dağılım modeli algoritmalarını birleştirir. Model formülasyonlarına ait detaylar ilgili model el kitapçığında verilmiştir.

Modelleme için kullanılan veri seti. Modelleme çalışması için bölgesel meteoroloji istasyonlarından uzun-dönem meteorolojik veriler temin edilmiştir. Uzun dönem meteorolojik

veriler daha iyi meteorolojik şartları temsil edeceğinden 1 yıllık veri kullanılmıştır. 1998'deki rüzgar verileri, 1929-1990 yılları arasındaki aylık ortamlarla karşılaştırılmış ve bölgenin genel rüzgar yapısının 1998 verisi ile iyi açıklandığına karar verilmiş ve modelleme çalışması, 1998 yılının saatlik verileri kullanılarak sürdürülmüştür. Bu çalışmada, alıcı ortam olarak tanımlanmış olan bölge, doğu-batı ve kuzey-güney yönlerinde 20 km x 20 km ve 500 m x 500 m ölçekli aralıkları içerir.

Çalışma Bölgesindeki Mevcut Emisyon Kaynakları

İncelenen kirleticiler (NO₂ ve SO₂) gözönüne alındığında çalışma bölgesinin sınırları içerisindeki ana emisyon kaynakları PAK-SAN Kireçtaşı Endüstrisi ve buna bağlı ana yollardaki trafik akışıdır. Modelleme çalışmasında PAK-SAN noktasal kaynak olarak değerlendirilmekle birlikte ana yollardaki trafik akışı hacimsel kaynak olarak ele alınmıştır. Bu da demektir ki, hacimsel kaynaktan yayılacak plumun ilk boyutlarını anlayabilmek için hayali veya gerçek bir noktasal kaynak hacimsel kaynaktan belli bir üst rüzgar mesafesinde (gerçek mesafe olarak da adlandırılmaktadır) yerleştirilmiştir.

Çalışma alanının sınırları içerisindeki bölgesel hava kütlesi için ilgili kirleticilere (NO₂ ve SO₂) ait emisyon değerlerine katkısı bulunabilecek kayda değer herhangi bir başka endüstri veya kaynak bulunmamaktadır. Ancak, köy içindeki yollar ve yerli köy halkının aktiviteleri, bölgedeki yerleşim yerlerinden kısa ve daha uzak bölgelerden uzun mesafeli taşınan kirleticiler gibi modele entegre edilmesi mümkün olmayan bazı diğer kaynaklar mevcuttur. Bu bakış açısı bağlamında, akılda tutulması gereken, herhangi bir gerçek saha içerisi ölçümün model tahminleri ile kıyaslanmasında bu tip hesaplanamayan kaynaklardan sonuçların etkilenebileceğidir.

PAK-SAN baca parametreleri ve ilgili grid pozisyonları modelleme çalışmasının girdi dosyasında noktasal kaynak olarak kullanılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Modelleme Çalışmasında Kullanılan PAK-SAN Parametreleri

Kaynak	Grid Pozisyonu			Emisyonlar NO _x (g/s/baca)	Baca Parametresi			
	Enlem X (m)	Boylam Y (m)	Yükseklik Z (m)		Baca Yüksekliği (m)	Baca Çapı (m)	Çıkış Hızı (m/s)	Çıkış Sıcaklığı (°C)
Kireçtaşı Bacası	281250	4525300	50	12,7	40	1,07	16,115	120

Modelleme çalışmasının girdi dosyasında hacimsel kaynak olarak alınmış olan trafik ağındaki araçlara ait emisyonlar USEPA Emisyon Faktör Değerleri (1977) kullanılarak hesaplanmıştır.

Hazırlanan girdi dosyaları ve herbir senaryo için geliştirilen girdiler için dağılım modelinin çalıştırılması Pentium III, 550 Mhz, 64 MB random access memory bilgisayar ile yürütülmüştür. Herbir model akışı için gereken süre, çok sayıda hacimsel kaynağın model girdi dosyasına dahil edilmesinden dolayı beş saatin üzerinde olmuştur.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Difüzyon Tüp Sonuçları

Gözlem programı süresince her bir ölçüm noktasında difüzyon tüpünde ölçülen tüm ortalama NO₂ ve SO₂ konsantrasyon sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir. Her bir difüzyon tüpündeki NO₂ konsantrasyonlarının ortalama değerleri tüplerin buldukları bölgeden bölgeye bazı farklılıklar göstermektedir. Maksimum ortalama yıllık konsantrasyon olan 45,5 µg/m³ DT1'de ve minimum ortalama yıllık konsantrasyon olan 6,9 µg/m³ ise DT9'da kaydedilmiştir.

Maksimum ve minimum konsantrasyon değerleri arasındaki bu büyük fark DT1'in lokasyonundan kaynaklanmaktadır. DT1 ölçüm noktası, Adapazarı'nın merkezinde, belediye binasına yakın, özel bir şirketin dış cephesine yerleştirilmiştir. Bu saha, hem diğer ölçüm noktaları ile karşılaştırıldığında onlara göre oldukça fazla sayıda kirletici kaynağına maruz kalabilecek şehir içi olma özelliği hem de 1999 yılında meydana gelen feci depremden dolayı da düzensiz birçok aktiviteden nasibini alan bir yer olma özelliği göstermektedir.

Birbirine yakın ölçüm noktalarındaki ölçüm sonuçları istatistiksel olarak benzemekte bazı istasyonlar için gözlenen farklılıklar, bitkisel örtü ve yola yakınlıkla alakalı görülmektedir. Yüksek temel ve ortalama konsantrasyon değerleri yola yakın olan lokasyonlarda görülmektedir (DT2, DT5, DT11 ve DT13). Yola yakın ölçüm noktalarındaki NO₂ konsantrasyon ortalamaları 19,25 µg/m³ iken diğer ölçüm noktaları için ortalama konsantrasyon 12,75 µg/m³ civarındadır.

Tüm difüzyon tüplerindeki SO₂ konsantrasyonlarının ortalama değerleri üç istasyon (DT1, DT2 ve DT10) hariç benzerlik arz etmektedir. Maksimum ortalama yıllık konsantrasyon olan 75,1 µg/m³ DT1'de ve minimum ortalama yıllık konsantrasyon olan 6,3 µg/m³ ise DT8'de kaydedilmiştir. Bahsedilen üç istasyonda kaydedilen yüksek değerler istasyonların şehir merkezine yakınlığı ile alakalı görülmektedir.

Ölçüm yapılan tüm noktalarda, en yüksek konsantrasyonlar kış aylarında (Kasım-Şubat) elde edilmiştir. Kış mevsimindeki konsantrasyon artışları tamamen evsel ısınma kaynaklı görülmektedir. Evsel ısınma amaçlı fosil yakıtların kullanılması ile bölgedeki SO₂ konsantrasyon kış aylarında 20,8 µg/m³'e ulaşmaktadır. Isınmanın gerekmediği yaz aylarında bu değer 4,3 µg/m³'e kadar düşmektedir. İlkbahar aylarında sonbahara göre daha yüksek SO₂ değerinin ölçülmesi, ilkbaharda (Mart ve Nisan ısınma gereken aylar) sonbahara (yalnızca Kasım ayında ısınma gerekli) göre daha fazla ısınma ihtiyacının olması şeklinde açıklanabilir.

NO₂'nin çalışma bölgesindeki yıllık ortalama değeri 16,9 µg/m³'dir, kışın meydana gelen ortalama konsantrasyon 27,9 µg/m³ ve yazın elde edilen ortalama konsantrasyon olan 12,5 µg/m³ dür. Kışın artan, yazın azalan NO₂ konsantrasyonları eğilimi başka bölgelerde yapılan çalışmalarda da rastlanmıştır (Atkins ve diğ., 1986; Derwent ve diğ., 1995; Hargreaves ve diğ., 1992). Atkins ve diğerlerine göre kış aylarında ölçülen yüksek konsantrasyonlar, bu mevsimde atmosferin alt tabakasında daha az karışımın olmasından ötürü oluşmaktadır. Derwent ve arkadaşları (1995) NO₂ yüksek kış konsantrasyonlarını, bu mevsimde NO₂ ve hidroksil (OH) radikallerinin reaksiyona girerek nitrik asit (HNO₃) oluşturma için gerekli olan fotokimyasal aktivitenin azalması ile açıklamaktadır. Fotokimyasal aktivitenin azalması ile birlikte, kış aylarında havada bulunan hidroksil (OH) radikallerinin miktarında önemli bir azalma söz konusudur, bu nedenle kışın özellikle geceleri NO₂ ile O₃ arasındaki reaksiyon

önem taşımaktadır, ancak bu çalışmada bölgedeki ozon değerleri hakkında bir bilgi edinilememiştir.

Bu çalışma alanındaki kirlilik düzeyini değerlendirmek için, ele edilen NO₂ ve SO₂ konsantrasyonları, dünyanın çeşitli yerlerindeki kırsal alanlarda gerçekleştirilen daha önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlarla kıyaslanarak karşılaştırılmıştır. Kıyaslama için seçilen sahalardaki NO₂ ve SO₂'nin ölçülen konsantrasyonları Tablo 2'de gösterilmiştir. Adapazarı bölgesinde ölçülen NO₂ ve SO₂ konsantrasyonları ile diğer kırsal bölgelerde ölçülenler arasındaki karşılaştırma Adapazarı'ndaki NO₂ ve SO₂ konsantrasyonlarının diğer kırsal sahalardaki sonuçlarla kıyaslanabilir olduğunu göstermiştir. Ancak, kış süresince, NO₂ ve SO₂ seviyelerindeki artış, Adapazarı bölgesi üzerindeki atmosferin, özellikle kış ayları boyunca insan kaynaklı emisyonların güçlü etkisi altında olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. NO₂ ve SO₂ Konsantrasyonlarının Literatür Verileri ile Kıyası

	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
Viyana, Avusturya ¹	26-60	8-14
Vilnius, Litvanya ²	17,5-87	7-23
Şehiriçi alan, Polonya ³	7-62	6-78
Uzak ⁴	1,9	-
Kırsal	9,4	13 ⁵
Orta Kirli	56,4	-
Aşırı Kirli	94,1	130
Bu Çalışma	16,9	14,61 9,86 (Kırsal)

¹ Kasper-Giebl ve Puxbaum, 1999.

² Perkauskas ve diğ., 1997.

³ Krochmal ve Kalina, 1997.

⁴ Heal ve Cape, 1997.

⁵ Stern ve diğ., 1984.

Modelleme Sonuçları

Bu senaryo, mevcut koşullar altında çalışma bölgesi sınırları içerisinde oluşması muhtemel kirlilik düzeylerini seçilen dispersiyon modeli ile tahmin etmek üzere düzenlenmiştir.

1998 yılı meteorolojik verileri, bölgede modele katılabilecek olan kaynakların (PAKSAN ve trafik emisyonları) emisyon değerleri ve çalışma alanının topografik bilgileri hazırlanarak model çalıştırılmış ve tahmin edilen günlük, aylık ve yıllık NO₂ ve SO₂ değerlerinin 1., 2. ve 3. en yüksek model değerleri Tablo 3'te belirtilmiştir.

Tablo 3'den de görüleceği gibi, modelden tahmin edilen günlük, aylık ve yıllık YSK verileri hem ulusal hem de uluslararası standartları sağlamaktadır.

Gerçek Ölçüm Verileri ile Model Tahminlerinin Kıyaslaması

Difüzyon tüpleri ile ölçülen sonuçların, ölçüm yapılan aynı noktalarda modelin tahmin ettiği NO₂ ve SO₂ konsantrasyon sonuçlarının kıyaslanması sonucu, ölçülen ile tahmin edilen değerler arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Modelden elde edilen sonuçlar, ölçüm sonuçlarına nazaran çok daha düşük olarak tespit edilmiştir.

Tablo 4'ün en alt satırından görülebileceği gibi, öte yandan bölgesel ortalama konsantrasyonlarında ölçüm sonuçları ile model tahminlerinden benzer sonuçlar elde

edilmiştir. Ancak model tarafından tahmin edilen ortalama konsantrasyonların oluşacağı noktalar ile DT noktalarında ölçülen değerler arasında oldukça önemli farklılıklar vardır. Bu nedenle modelin gerçek konsantrasyonları tespit etmekte zorlandığı, ve normalden oldukça düşük tahminler yaptığı sonucu elde edilmiştir.

Tablo 3. Senaryo 1 İçin Modelin Tahmin Ettiği Maksimum NO₂ ve SO₂ Değerleri

Parametre ¹		Maksimum YSK Değerleri		
		1. En Yüksek Değer	2. En Yüksek Değer	3. En Yüksek Değer
NO ₂	Günlük (300 µg/m ³) (Dünya Bankası için 150 µg/m ³)	84,76 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	68,02 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	57,73 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)
	Aylık (- µg/m ³) (Dünya Bankası için bir limit mevcut değil)	15,84 µg/m ³ (282 km; 4526 km)	11,74 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	10,23 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)
	Yıllık (100 µg/m ³) (Dünya Bankası için 100 µg/m ³)	8,78 µg/m ³ (281,5 km; 4526 km)	7,84 µg/m ³ (282 km; 4526 km)	7,40 µg/m ³ (280,5 km; 4523,5 km)
SO ₂	Günlük (400 µg/m ³) (Dünya Bankası için 125 µg/m ³)	82,13 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	66,03 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	56,38 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)
	Aylık (- µg/m ³) (Dünya Bankası için bir limit mevcut değil)	13,93 µg/m ³ (282 km; 4526 km)	10,35 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	9,15 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)
	Yıllık (150 µg/m ³) (Dünya Bankası için 50 µg/m ³)	5,82 µg/m ³ (282 km; 4526 km)	4,65 µg/m ³ (282,5 km; 4524 km)	4,52 µg/m ³ (281,5 km; 4526 km)

KY'de verilen Kısa ve Uzun Dönem Değerleridir.

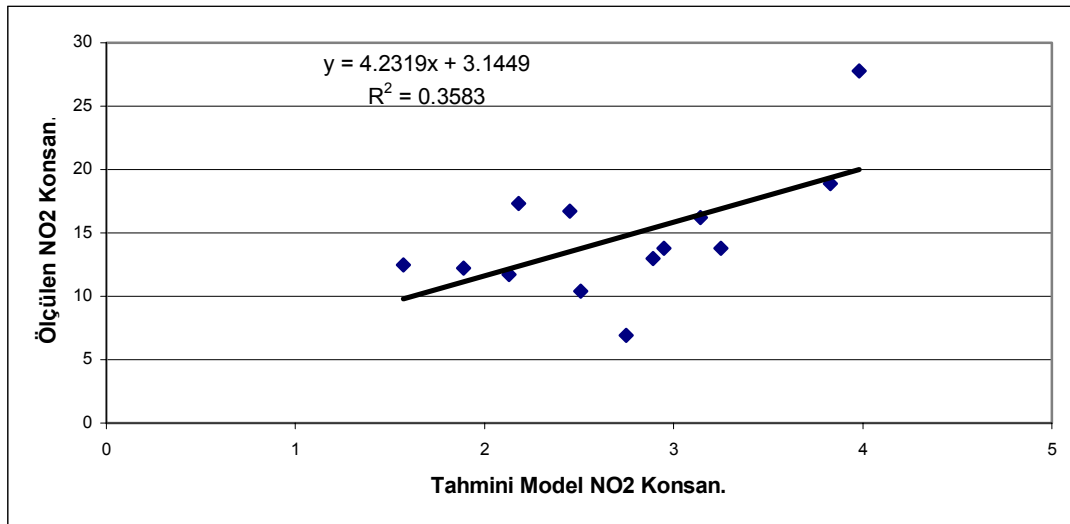
Saha ölçümlerinden elde edilen sonuçlara karşılık gelen model tahmin konsantrasyon değerlerinin NO₂ için Şekil 1 ve SO₂ için Şekil 2'de gösterimi, ölçülen ve tahmini değerler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Şekil 1'den görüldüğü gibi, her ne kadar ölçülen değerler tahmin edilen değerlerden oldukça yüksek olsa dahi, NO₂ için model tahminleri ile ölçüm sonuçları arasında ($r^2 = 0,36$) doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Aynı durumu SO₂ için söylemek ise mümkün değildir. Ölçülen SO₂ konsantrasyonları ile tahmin edilen değerler arasında hem oldukça önemli miktarda fark vardır, hemde elde edilen sonuçlar doğrusallık ($r^2 = 0,17$) taşımamaktadır. Modelden NO₂ için elde edilen doğrusal ancak gerçekten daha az olan konsantrasyon tahminleri, modelde göz önüne alınan kaynakların doğru olduğu ancak bunların emisyonlarında ya bir hata yapıldığını ya da modele katmanın mümkün olmadığı bölgesel temel konsantrasyonların önemli rol oynadığı sonucunu göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen en önemli sonuç, baskın kirletici kaynaklarının bulunmadığı bölgelerde modelden elde edilecek olan sonuçların yanıltıcı olacaktır. Her ne kadar, pek çok hava kalite modelleyicisi, hava kalite modellerini, incelenen bölgenin birçok doğal ve normal insan orijinli kaynaklarının yansıtabilecek bölgesel temel konsantrasyonlarını hesaba katmadan düzenlemekteyse, bu gibi modeller maalesef yeterli görülmemekte ve yasal sorumlulukların giderilmesi açısından kabul edilmektedir. Ancak, herhangi bir bölgeye ait çevresel hava kalite değerlendirmesi, gerçek bölgesel temel konsantrasyonlarını incelenen bölgenin gerçek hava kalitesi durumunu verecek şekilde tahmin etmek ve model tahminlerine eklemek için yalnızca yürütülen hava kalite modelleme çalışmalarına bağlı olmamalı, sahada yapılan gerçek ölçümleri de içermelidir. Bölgenin temel hava kalitesi hakkında bilginin eksik

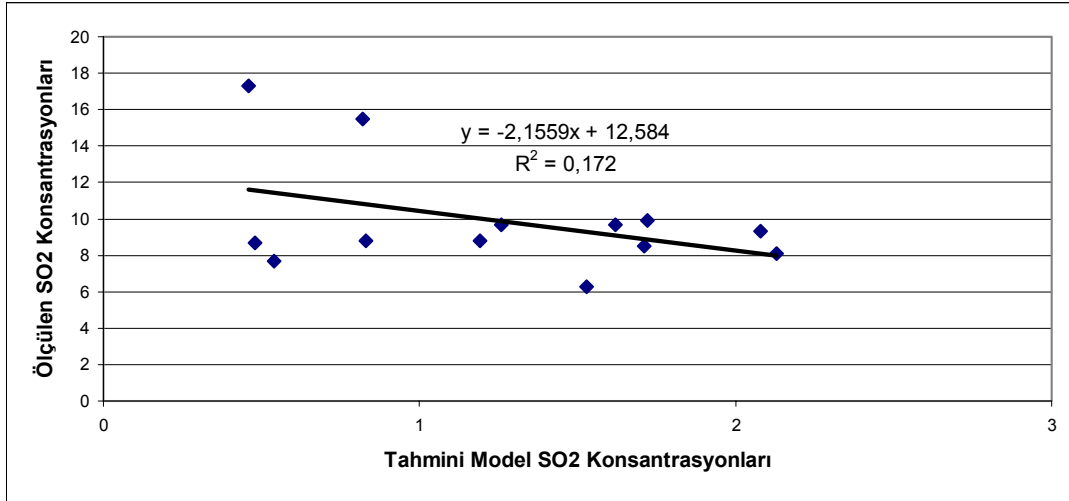
olduğu durumlarda, modellemesi yapılarak dağılımın hangi yönlere olacağı hususunda elde edilen bilgi yalnızca ne kadar ek katkısının olacağından ibarettir. Temiz hava planlarında ise bölgenin halihazırdaki kalite durumunun bilinmesi, planlanan yatırımların yer seçiminde, kapasitesinde, mevcut tesislerin emisyon azaltım miktarlarının tespitinde öncelikle bilinmesi gereken gereken unsurlardan biridir.

Tablo 4. Ölçülen ve Tahmini NO₂ ve SO₂ Ortalama Konsantrasyonları (µg/m³)

DT Numarası	Ortalama NO ₂ Konsantrasyonları			Ortalama SO ₂ Konsantrasyonları		
	Ölçülen	Model Tahmini	Ölçülen/tahmini	Ölçülen	Model Tahmini	Ölçülen/tahmini
1	45,5	0,45	101	75,1	0,05	1502
2	27,8	3,98	6.98	15,5	0,82	18.9
3	13,8	2,95	4.68	8,5	1,71	4.97
4	13,8	3,25	4.25	8,1	2,13	3.8
5	18,9	3,83	4.93	9,9	1,72	5.75
6	12,2	1,89	6.45	8,7	0,48	18.1
7	11,7	2,13	5.49	8,8	1,19	7.39
8	10,4	2,51	4.14	6,3	1,53	4.11
9	6,9	2,75	2.51	9,3	2,08	4.47
10	12,5	1,57	7.96	17,3	0,46	37.6
11	13,0	2,89	4.49	7,7	0,54	14.3
12	16,2	3,14	5.16	9,7	1,62	5.98
13	17,3	2,18	7.93	8,8	0,83	10.6
14	16,7	2,45	6.82	9,7	1,26	7.69
Bölgesel Ortalama	16,9	15,84	1.07	14,6	13,93	1.05



Şekil 1. Ölçülenlere Göre Tahmini NO₂ Konsantrasyonları (DT1 Verileri Hariç)



Şekil 2. Ölçülenlere Göre Tahmini SO₂ Konsantrasyonları (DT1 Verileri Hariç)

KAYNAKLAR

Atkins D. H. F., Sandalls .I., Law D. V., Hough A. M. and Stevenson K. (1986). *The measurement of nitrogen dioxide in the outdoor environment using passive diffusion tube samplers*. United Kingdom Atomic Energy Authority Report, AERE R-12133, Harwell Laboratory, Oxfordshire.

Derwent, R.G., Middleton, D.R., Field, R.A., Goldstone, M.E., Lester, J.N. and Perry, R. (1995). "Analysis and interpretation of air quality data from an urban roadside location in central London over the period from July 1991 to July 1992". *Atmospheric Environment* 29, 923-946.

Hargreaves K. J., Fowler D., Storeton-West R. L. and Duyzer J. H. (1992). "The exchange of nitric oxide, nitrogen dioxide and ozone between pasture and the atmosphere". *Envir. Poll.* 75, 53-59.

Heal, M. R. and Cape, J. N. (1997). "A Numerical Evaluation of Chemical Interferences in the Measurement of Ambient Nitrogen Dioxide by Passive Diffusion Samplers". *Atmospheric Environment*, 31, 1911 –1923.

Kasper-Giebl, A. and Puxbaum, H. (1999). "Deposition of particulate matter in diffusion tube samplers for the determination of NO₂ and SO₂", *Atmospheric Environment*, 33, 1323-1326.

Krochmal, D. and Kalina, A. (1997). "A method of nitrogen dioxide and sulphur dioxide determination in ambient air by use of passive samplers and ion chromatography". *Atmospheric Environment* 31, 3473-3480.

Perkauskas, D., Mikéliniskiėne, A., Giedraitis, B., Milukaite, A. and Juozefaitė, V. (1997). "Evaluation of SO₂ and NO₂ concentration levels in Lithuania using passive diffusional

samplers". Proceedings of Twenty-Second NATO/CCMS international technical meeting on air pollution modelling and its application, Clermont-Ferrand, France, June 2-6, pp. 529-530.

Stern A. C., Boubel R. W., Turner D. B. and Fox D. L. (1984). *Fundamentals of Air Pollution*, Academic Press, Inc., 2nd. Edition., Florida.

USEPA, 1977. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. US Environmental Protection Agency, 3rd Edition, Washington DC.