



Araştırma Makalesi

Aliağa'da Yeni Enerji Yatırımlarının Bölge Hava Kalitesine Getireceği Yüklerin Belirlenmesi

Başak KAHRAMAN, Gizem TUNA, Tolga ELBİR✉

Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi, Buca 35160 İzmir

Sunuluş tarihi: 14 Ağustos 2014, Kabul edilme tarihi: 07 Eylül 2014

ÖZET

İzmir'in Aliağa ilçesi; rafineri ve petrokimya tesisleri, enerji tesisleri, demir çelik fabrikaları, haddehaneler ve gemi söküm tesisleri gibi ağır sanayi faaliyetlerinin birarada bulunduğu bir bölgedir. Hava kalitesi seviyeleri sınır değerlere ulaşmış olan bu bölgede gelişmekte olan sanayi aktivitelerinden dolayı artan enerji ihtiyacının karşılanabilmesi için gelecekte bazı yeni enerji yatırımları planlanmaktadır. Bu çalışma kapsamında; Aliağa'da yakın gelecekte kurulması planlanan ve çoğu fosil yakıtlı termik santrallerden oluşan sekiz yeni enerji yatırımının bölge hava kalitesine getireceği yükler belirlenmiştir. Yatırımlara ilişkin ihtiyaç duyulan veriler T.C. İzmir Valiliği Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'nde işlem gören ÇED başvuru dosyaları ve Nihai ÇED raporlarından temin edilmiştir. Toplam yaklaşık 3 500 MWe kapasitesinde olan bu yatırımlardan kaynaklanan PM_{10} , SO_2 , NO_x ve CO emisyonları için ÇED raporlarında verilen değerler kullanılmıştır. Bu emisyonlardan kaynaklanan bölgedeki hava kalitesi seviyeleri, AERMOD hava kalitesi dağılım modeli kullanılarak belirlenmiştir. Sonuçlara göre; Aliağa'daki yeni enerji yatırımlarından kaynaklanan yıllık toplam emisyonlar NO_x için $11\ 251\ t\ y^{-1}$, SO_2 için $9\ 542\ t\ y^{-1}$, CO için $11\ 310\ t\ y^{-1}$ ve PM_{10} için $1\ 268\ t\ y^{-1}$ dir. Bu santrallerin kirleticiler bazında toplam emisyonlara katkı yüzdeleri incelendiğinde %31 ile PM_{10} 'e, %33 ile SO_2 'ye, %28 ile NO_x 'e ve %27 ile CO'ye en fazla katkısı olan yatırım 672 MWe kapasiteli, kömür yakıtlı bir termik santraldir. Modelleme çalışması sonuçlarına göre bölgede beklenen en yüksek yıllık ortalama konsantrasyonlara katkıların NO_x için $30\ \mu g\ m^{-3}$, SO_2 için $23\ \mu g\ m^{-3}$, CO için $44\ \mu g\ m^{-3}$ ve PM_{10} içinse $9\ \mu g\ m^{-3}$ olduğu görülmektedir. Santrallerin yıllık maksimum konsantrasyonlara katkıları değerlendirildiğinde, yıllık en yüksek SO_2 konsantrasyonuna en büyük katkısı %85 ile 800 MWe kapasiteli kömür yakıtlı bir termik santralin sağladığı belirlenmiştir. Bu tesisi %8 katkı payı ile 198 MWe kapasiteli buhar modernizasyonu yatırımı ve %5'lik katkı payı ile 672 MWe kapasiteye sahip kömür yakıtlı diğer bir termik santral izlemektedir.

Anahtar Kelimeler: Termik santral, emisyon envanteri, hava kalitesi modellemesi, Aliağa

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Milli Komitesi'ne aittir.

1. Giriş

İzmir ilinin kuzey ilçelerinden olan Aliağa ilçesi; 1960 yılına kadar ekonomisini tarım ağırlıklı sürdürmekte iken; 1961 Anayasası uyarınca, "Ağır Sanayi Bölgesi" olarak kabul edilmiştir (TMMOB, 2012). Bunun üzerine, kentte 1970'lerden itibaren sanayi ağırlıklı ekonomiye dayalı bir süreç başlamış ve özellikle petrokimya sanayinin kurulması ile 15-20 yıl gibi kısa bir süre içinde bir sanayi kentine dönüşmüştür. İlerleyen yıllarda sanayileşmenin hızı gittikçe artmış ve Aliağa ilçesi Türkiye'nin önemli ağır sanayi bölgelerinden biri konumuna gelmiştir. Sanayi bakımından oldukça zengin olan bu bölgede, rafineri, petrokimya, demir çelik tesisleri, haddehaneler, hurda geri kazanım tesisleri, gemi söküm tesisleri, akaryakıt dolmuş ve satış tesisleri, LPG dolmuş tesisleri, enerji üretim tesisleri, gübre ve kâğıt fabrikaları, organize sanayi bölgeleri ve diğer küçük sanayiler yer almaktadır. 2012 yılı itibarıyla Aliağa'daki toplam sanayi kuruluşu ve işyeri sayısı yaklaşık 2 900'dür (TMMOB, 2012).

Bölgede hızla gelişen ve faaliyet gösteren yoğun endüstriyel aktivitelerin organik/inorganik gaz ve toz kirleticileri ve ağır metalleri yayan önemli kaynaklar olduğu bilinmektedir. Literatürde bu bölgedeki mevcut kirliliğinin belirlenmesi konusunda yapılmış birçok çalışma yer almaktadır (Çetin vd., 2007; Bozlaker vd., 2008; Yatkin ve Bayram, 2008; Neşer vd., 2012; Kara vd., 2014). Bu çalışmalara göre bölgede en önemli kirleticiler olarak kalıcı organik kirleticiler (POPs), uçucu organik bileşikler (VOCs), partikül maddeler (PM_{10}), kükürdioksit (SO_2), azotoksitler (NO_x), ozon (O_3) ve iz elementler sayılabilir. Kirleticiler genel olarak değerlendirildiğinde, toz ve CO emisyonları ağırlıklı olarak demir çelik tesislerinden, VOC, SO_2 ve NO_x emisyonları ise demir-çelik, rafineri ve petrokimya tesislerinden kaynaklanmaktadır. Bölgenin mevcut kirlilik yükü sınır değerlere ulaşmış durumda olup yaşanan kirlilik sadece bu bölgeyi değil çevre yerleşim bölgelerini ve İzmir kent merkezini de etkilemektedir (EMO, 2012).

Çevresel etkilerinin yanında artan endüstriyel aktivitelerin beraberinde getirdiği diğer bir sorun ise enerji ihtiyacıdır. Bölgede yer alan mevcut endüstriler incelendiğinde bunların yoğun enerji tüketen tesisler olduğu görülmektedir. Bu durum, bölgede yeni enerji tesislerinin kurulmasını teşvik etmektedir. Son yıllarda mevcut tesislerin kapasite arttırımı ya da aynı sektörlerde yeni tesislerin kurulması bölgeye yeni enerji santrallerinin kurulmasını hızlandırmıştır. Enerji ihtiyacının temel nedeni bölgedeki ark ocaklarıdır. Demir cevherinden üretim yapan entegre tesisler ülke genelindeki üretimin %25'ini sağlarken, Aliğa'daki gibi ithal hurdaya dayalı demir çelik üretimi yapan ark ocaklarının üretimi %75'e ulaşmıştır (EMO, 2012). Ülkemizde 2000 – 2009 yıllarında ark ocağına dayalı demir çelik sektörü %95 büyümüştür (EMO, 2012). Sektör projeksiyonlarına göre 2020'ye kadar ark ocağı üretiminin yine ikiye katlanacağı öngörülmektedir (EMO, 2012). Bu da çok daha fazla enerji ihtiyacı anlamına gelmektedir. Sadece Aliğa'daki demir çelik fabrikalarının tükettiği elektrik enerjisi yaklaşık tüm İzmir kent merkezinin tükettiği kadardır (EMO, 2012).

Bu çalışmanın amacı; Aliğa ilçesinde yakın gelecekte kurulması planlanan ve çoğu kömür yakıtlı termik santral olan yeni enerji yatırımlarının bölgedeki mevcut hava kalitesine katkılarının belirlenmesi ve mevzuata göre değerlendirilmesidir. Çalışmada, hava kalitesi seviyeleri 4 temel kirlenici (PM₁₀, CO, NO_x, SO₂) için AERMOD hava kalitesi dağılım modeli kullanılarak belirlenmiştir.

2. Aliğa'da Planlanan Enerji Yatırımları

Aliğa bölgesinde enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla yakın gelecekte; toplam yaklaşık 3 500 MWe kapasitesinde ve çoğu fosil yakıtlı termik santralden oluşan sekiz yeni projenin hayata geçirilmesi planlanmaktadır. Bu faaliyetlerin bölgedeki konumları Şekil 1'de gösterilmiştir. Aliğa'da hali hazırda dört enerji santrali hizmet vermektedir. Bölgede bunların dışında lisans almış ve tesis aşamasına gelmiş üç adet termik santral vardır. Bunlar; 350 MW kapasiteli bir kömür santrali (Tesis-1), ÇED olumlu kararı verilmiş 800 MW kapasiteli ithal kömürle çalışan bir santral (Tesis-2) ve doğal gaz ile çalışan 450 MW'lık diğer bir termik santraldir (Tesis-3). Ayrıca ÇED süreci devam eden, 430 MW'lık doğal gaz santrali (Tesis-4) için de lisans alınmış durumdadır. Ayrıca diğer bir kömür yakıtlı termik santralin (Tesis-5) ise ÇED süreci devam etmektedir (TMMOB, 2012). Bunların dışında doğalgazlı başka bir santral (Tesis-6) ile yine mevcut bir tesisin buhar üretim tesisi modernizasyonu (Tesis-7) projesi gündemdedir.

Mevcut bir santralin kapasite artışı (Tesis-8) ise bölgede yeni bir yatırım olarak değerlendirilebilir. Bu yatırım, Aliğa Organize Sanayi Bölgesi (ALOSBİ)'nde toplam 3 ha'lık bir alan üzerine yapılacaktır. Bu faaliyet için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)'ndan 15 yıllık üretim lisansı alınmıştır. Proje alanının Aliğa ilçe merkezi'ne

mesafesi (kuş uçuşu) yaklaşık 6 km'dir. Bu santralde yıllık toplam elektrik enerjisi üretim miktarı 973 336 320 kWh'dir (gaz motorlarından 764 608 320 kWh, buhar türbinlerinden 208 728 000 kWh). Mevcut dört adet gaz motoru ve dört adet atık ısı kazanına, sekiz adet gaz motoru ve sekiz adet atık ısı kazanı ilave edilecektir. Tesiste toplam 16 adet baca bulunacaktır. Proje kapsamında 168 599 200 Sm³ yıl⁻¹ doğalgaz kullanılacak ve ALOSBİ'ye ait mevcut gaz şebekelerinden boru hattı yolu ile tedarik edilecektir (ÇŞİM, 2012a).

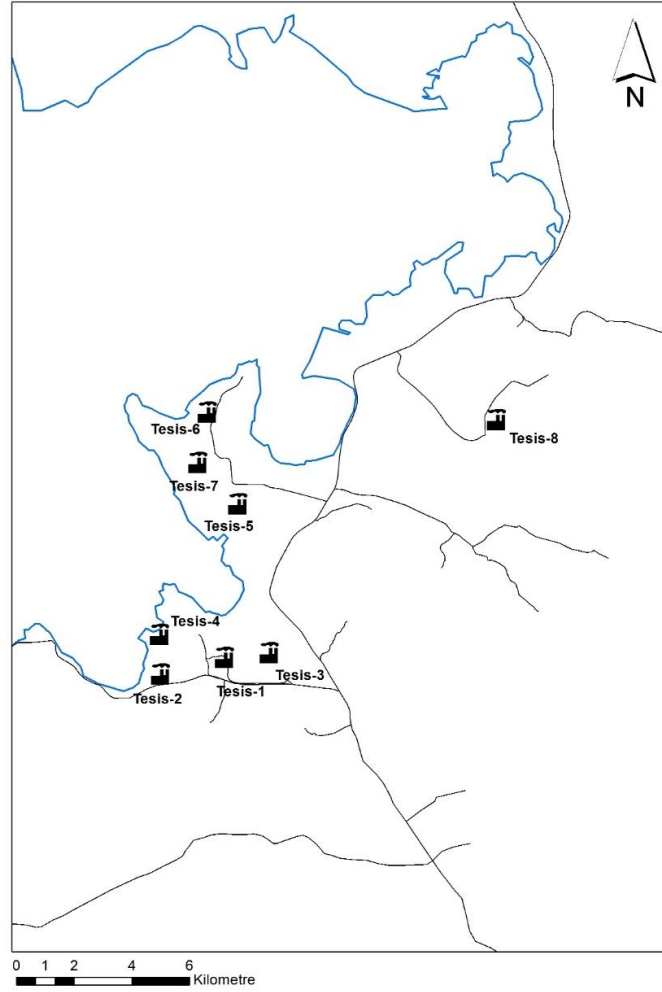
Tesis-4'ün ÇED süreci devam etmektedir. Projenin hayata geçmesi durumunda 430 MWe kurulu gücün 294 MWe'lik kısmı gaz türbininden, 126 MWe'lik kısmı ise buhar türbininden sağlanacaktır. Tesiste "Dry Low NO_x (DLN)" yakma teknolojisi kullanılacak ve bir adet baca bulunacaktır. Tesiste yıllık toplam 558 108 000 m³ doğal gaz kullanılması planlanmaktadır (ÇŞİM, 2012b).

Planlanan Tesis-6 ise 3,8 GWh yıl⁻¹ elektrik üretim kapasitesine sahiptir. 470 MWe kurulu gücün 290 MWe'lik kısmı gaz türbininden, 180 MWe'lik kısmı buhar türbininden üretilecektir. Tesiste bir adet baca bulunacaktır. Planlanan santralden kaynaklanacak NO_x emisyonlarının kontrolü için düşük-NO_x yakıcılar (low-NO_x burner) kullanılacaktır. Proje kapsamında 84 600 Sm³ saat⁻¹ doğalgaz kullanılacaktır (ÇŞİM, 2012c).

Tesis-2, Aliğa ilçe merkezinin 9 km güneybatısında ve Çakmaklı köyünün yaklaşık 1 km güneybatısındadır. Santral sahası için ayrılan alan yaklaşık 40 ha'dır. Diğer bir yatırım olan Tesis 5 ise, 6 GWh yıl⁻¹ elektrik üretim kapasitesine sahiptir. Toplam 275,6 GW saat enerji üretilecektir. Santralde bir adet baca bulunacak, pulverize kömür ve sirkülasyonlu akışkan yatak yakma sistemleri kullanılacaktır. Saatte 240 ton ithal kömür kullanılacak ve NO_x emisyonu düşürme (DeNO_x), partikül madde emisyonu azaltma, baca gazı kükürt giderimi (BGD) gibi baca gazı arıtma teknolojileri uygulanacaktır (ÇŞİM, 2012d).

Diğer bir proje olan Tesis-3'ün 450 MWe kurulu güce sahip olması planlanmaktadır. Bu gücün 280 MWe'lik kısmı gaz türbin jeneratöründen, 170 MWe'lik kısmı kademeli buhar türbin jeneratöründen üretilecektir. Düşük-NO_x yakıcı brülörleri kullanılacaktır. Santralde bir adet baca bulunacaktır. Proje dahilinde 70 000 m³ saat⁻¹ doğalgaz kullanılması planlanmaktadır (ÇŞİM, 2012e).

Tesis-1, 350 MWe (920,5 MW ısı gücü) kurulu güçtedir ve 2 800 000 000 kWhsaat yıl⁻¹ brüt elektrik üretimine sahip olacaktır. Bu santral aynı şirkete ait demir-çelik üretim tesisinin enerji ihtiyacını karşılamak üzere kurulacaktır. Santralde pulverize kazan teknolojisi kullanılacak ve bir adet baca bulunacaktır. Proje kapsamında 920 000 t y⁻¹ ithal kömür kullanılması ve bu ithal kömürün Rusya, Güney Amerika, Güney Afrika vb. ülkelerden gemilerle getirilmesi planlanmaktadır. Ayrıca, tesiste yardımcı yakıt olarak 3 000 t y⁻¹ doğalgaz kullanılacaktır. Yardımcı yakıt,



Şekil 1. Bölgede yakın gelecekte faaliyete başlaması beklenen enerji projelerinin konumları

soğuk kazan aşamasından kazana kömür verilisinin başlamasına kadarki sürede tutuşturmayı sağlamak üzere kullanılmaktadır (ÇŞİM, 2012f).

Bölgede kurulması planlanan en büyük tesislerin başında Tesis-5 gelmektedir. Bölgedeki mevcut petrokimya kompleksi ve yeni kurulmakta olan bir petrol rafinerisi kompleksinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için inşa edilmesi ve işletilmesi planlanmaktadır. Petrokoka dayalı akışkan yatak teknolojisi ile 322 MWe (755 MWt) kurulu güçte, ithal kömüre dayalı pulverize kazan teknolojisi ile 350 MWe (834 MW ısı güç) kurulu güçte iki üniteli olmak üzere toplamda 672 MWe (1 589 MWt) güçtedir. Toplam elektrik üretimi 5,4 GW saat olarak planlanmaktadır. Projede bir baca içine açılan iki ayrı kanal bulunacaktır. Tesiste 692 000 t y⁻¹ petrokok kullanılacak ve bu rafinerinin son atık ürünü olacaktır. Tesiste ayrıca 960 000 t y⁻¹ kömür kullanılacak ve bu ithal kömür Amerika, Rusya, Ukrayna, Güney Afrika gibi ülkelerden temin edilecektir. Yardımcı yakıt olarak doğal-gaz kullanılacaktır (ÇŞİM, 2012g).

Tesis-7, mevcut petrokimya tesisi ve yeni rafinerinin buhar ihtiyacının karşılanması için, mevcut sistemin yakıtının doğalgazdan kömüre dönüştürülmesi hedeflenerek plan-

lanmıştır. Toplam ısı gücü 1 199 MWt'dur. Yıllık ortalama brüt 2 391 480 kwh elektrik enerjisi üretilecektir. Tesiste pulverize kazan teknolojisi ile ithal kömür kullanımı planlanmakta olup yılda 1 568 040 t (179 t sa⁻¹) ithal kömür kullanılacaktır. Tesiste ayrıca yardımcı yakıt olarak 12 500 m³ yıl⁻¹ doğalgaz kullanılacaktır. Tesiste ikisi buhar kazanı bacası ve biri de sıcak su kazanı bacası olmak üzere toplam üç adet baca bulunmaktadır (ÇŞİM, 2012h).

Bölgede kurulması planlanan tüm bu yatırımlara ilişkin kapasite, yakıt türü ve baca bilgileri gibi bazı veriler Tablo 1'de özetlenmiştir.

3. Gereç ve Yöntem

3.1. Emisyonlar

Çalışmada projelere ilişkin çeşitli bilgiler toplanmıştır. Tesislerin üretim kapasitesi, yakıt ve baca bilgileri, 4 kirlenici (PM₁₀, SO₂, NO_x ve CO) için saatlik emisyonlar, vb. gibi bilgiler T.C. İzmir Valiliği Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü'nde işlem gören Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) başvuru dosyalarından ve Nihai ÇED raporlarından temin edilmiştir. ÇED raporlarında tesislere ait rapor edilen saatlik emisyon değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Bölgede yakın gelecekte faaliyete başlaması planlanan enerji projelerine ilişkin veriler

Tesis Adı	Kurulu Isıl Güç (MWe)	Yakıt Türü	Baca Yüksekliği (m)	Baca Çapı (m)	Baca Gazı Hızı ($m s^{-1}$)	Baca Gazı Sıcaklığı ($^{\circ}K$)	Emisyonlar ($kg\ saat^{-1}$)			
							PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO
Tesis-1	350	Kömür	180	5,5	11,0	403	8,90	178,00	178,00	178,00
Tesis-2	800	Kömür	150	6,4	22,2	323	23,00	327,80	203,20	109,30
Tesis-3	450	Doğalgaz	65	5,5	29,0	368	0,21	0,11	10,40	2,70
Tesis-4	430	Doğalgaz	80	5,0	20,0	362	0,02	1,00	141,10	21,90
Tesis-5	672	Petrokok /Kömür	120	6,0	11,0	403	48,70	398,00	398,00	398,00
Tesis-6	470	Doğalgaz	80	7,0	17,3	352	0,00	0,00	84,90	265,30
Tesis-7	198	Kömür-1	160	7,5	11,0	403	33,00	220,00	220,00	220,00
		Kömür-2	30	3,5	11,5		7,60	50,40	50,40	50,40
Tesis-8	105	Doğalgaz	22	1,2	9,4	645	38,24	17,60	134,40	190,40

Tablo 2. Projelerin tekil olarak yıllık toplam emisyon değerlerine katkıları

Tesis Adı	PM ₁₀ (%)	SO ₂ (%)	NO _x (%)	CO (%)
Tesis-1	6	15	13	12
Tesis-2	14	27	14	8
Tesis-3	0	0	1	0
Tesis-4	0	0	9	1
Tesis-5	31	33	28	28
Tesis-6	0	0	6	19
Tesis-7	25	23	19	19
Tesis-8	24	1	10	13
TOPLAM	100	100	100	100

Tablodan görüleceği gibi bazı tesisler için SO₂, NO_x ve CO emisyonlarının aynı miktarlarda olacağı öngörülmüştür. Gerçekte olması pek beklenmeyen bu durum için, emisyonların doğrudan temin edildiği belgelerin ilgili mercilerde işlem görmüş/görmekte olan resmi evrak niteliği taşıması nedeniyle sözkonusu emisyonlarda bir değişiklik öngörülmemiştir. Modelleme çalışmalarında bu emisyonlar aynen kullanılmıştır.

3.2. Hava kalitesi modellemesi

Bölgedeki sözkonusu yeni enerji yatırımlarının yayınlacağı hava kirlenici emisyonlarının bölge atmosferinde oluşturacağı konsantrasyonların hesabında bir matematiksel hava kalitesi dağılım modeli kullanılmıştır. Çalışmada, Amerikan Meteoroloji Kuruluşu (AMS) ve Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın işbirliği ile hazırlanan AERMET/AERMOD modelleme sistemi kullanılmıştır. Modelleme

için çalışma alanı 80 km × 100 km olacak şekilde seçilmiş ve detaylı sonuçlar elde edebilmek amacıyla 500 m'lik gridlere bölünmüştür. Çalışmalarda bölgenin yerel meteorolojik ve topoğrafik koşulları dikkate alınmıştır. Model çalışmaları dört kirlenici (NO_x, SO₂, PM₁₀, CO) için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir.

Meteoroloji ve topoğrafya verilerinin modelin istediği formatta hazırlanabilmesi için bazı ön işlemci yazılımların kullanılması gerekmektedir. Meteoroloji verilerini içeren ve AERMOD modeli için gerekli olan dosyalar, AERMET ön işlemcisi ile hazırlanmıştır. Modelleme çalışmalarında saatlik meteoroloji verileri (rüzgar yönü, rüzgar hızı, sıcaklık, bulutluluk, basınç, nem, inversiyon yüksekliği, vb.) Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne bağlı Aliağa istasyonundan 2012 yılı için temin edilmiştir. Topografya bilgisi için ise AERMAP ön işlemcisi kullanılmıştır. Topografya verileri

global bir veri tabanı olan NASA'ya ait SRTM (Shuttle Radar Topography Mission)'den temin edilmiştir.

4. Sonuçlar

4.1. Hava kirlenici emisyonlar

ÇED raporlarından elde edilen ve tesisler için beyan edilen saatlik kirlenici emisyonları kullanılarak sekiz yeni enerji projesinden kaynaklanan yıllık toplam emisyonlar elde edilmiştir. Buna göre Aliğa'da yakın zamanda kurulması planlanan bu yatırımlardan kaynaklanan yıllık toplam emisyonlar NO_x için 11 251 t y⁻¹, SO₂ için 9 542 t y⁻¹, CO için 11 310 t y⁻¹ ve PM₁₀ için 1 268 t y⁻¹'dir. Bu fosil yakıtlı enerji yatırımları için hesaplanan toplam emisyonlar, İzmir ili için hazırlanan bir emisyon envanteri (Elbir ve Müezzinoğlu, 2004) ile kıyaslandığında kentin tüm sanayisinden kaynaklanan NO_x emisyonlarının yaklaşık %87'sine, PM₁₀ ve SO₂ emisyonlarının ise %13'üne karşılık gelmektedir.

Bu santrallerin toplam emisyonlara katkı yüzdeleri Tablo 2'de verilmiştir. Sonuçlara göre; %31 ile PM₁₀'e, %33 ile SO₂'ye, %28 ile NO_x'e ve %27 ile CO'ye en fazla katkısı olan proje 672 MWe kapasiteye sahip olan Tesis-5 santralidir. Bu santralde yüksek miktarda kömür tüketiliyor olması bu yüksek oranların nedenidir. Tesis-3'e ait 450 MWe kurulu güce sahip olan doğalgaz yakıtlı enerji santrali ise CO ve NO_x emisyonlarına katkısı en az olan projedir. Katkıları PM₁₀ ve SO₂ açısından değerlendirildiğinde ise; diğer bir doğalgazlı tesis olan Tesis-6, ÇED raporlarında PM₁₀ ve SO₂ emisyonu salımında bulunmayacağını belirtmiştir. Dolayısıyla bu projenin toplam PM₁₀ ve SO₂ emisyonlarına hiçbir katkısı olmayacağı kabul edilmiştir. Elde edilen yıllık toplam emisyonlar ve tesislerin katkıları genel olarak değerlendirildiğinde yakıt olarak kömür kullanan tesislerin genellikle kirlenici emisyonlarına katkıları doğalgaz kullananlara nazaran daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Hava kalitesi modellemesi

Modelleme çalışmasıyla santrallerin tümünden kaynaklanan dört kirlenici için de yıllık ortalama maksimum konsantrasyon değerlerinin mekansal dağılımları elde edilmiş ve sonuçlar kirlilik haritaları şeklinde hazırlanmıştır. Yıllık ortalama maksimum değerlerin yanısıra dönem içinde beklenen saatlik en yüksek konsantrasyon değerleri de hesaplanmıştır. Ayrıca her bir kirlenici için konsantrasyon artışlarının en yüksek görüldüğü gridler belirlenmiş ve bu grid noktalarına sekiz projenin katkıları ayrı ayrı yüzde olarak hesaplanmıştır. SO₂ ve PM₁₀ için yıllık ortalama konsantrasyonların mekansal dağılımını gösteren haritalar örnek olarak Şekil 2 ve 3'te verilmiştir. Ayrıca SO₂ ve PM₁₀ için saatlik ortalama maksimum konsantrasyonların mekansal dağılımını gösteren haritalar da Şekil 4 ve 5'te verilmiştir.

Modelleme çalışması sonuçlarına göre en yüksek yıllık ortalama konsantrasyonların NO_x için 30 µg m⁻³, SO₂ için 23 µg m⁻³, CO için 44 µg m⁻³; PM₁₀ için ise 9 µg m⁻³ olduğu

görülmektedir. Saatlik en yüksek konsantrasyonlar ise; NO_x için 2 351, SO₂ için 836, CO için 3 475, PM₁₀ için 699 µg m⁻³'dür. Tüm kirlenici parametreler için model çalışması sonucunda elde edilen yıllık ve saatlik en yüksek konsantrasyonlar Tablo 3'te özetlenmiştir. Santrallerin yıllık maksimum konsantrasyonlara olan katkıları değerlendirildiğinde yıllık en yüksek SO₂ konsantrasyonuna en fazla katkısı %85 katkı payıyla Tesis-2'nin yaptığı belirlenmiştir. Bu tesisi %8 katkı payı ile Tesis-7 ve %5'lik katkı payı ile Tesis-5 izlemektedir. Emisyonlar açısından en büyük katkıya sahip Tesis-5'in dış hava kalitesi açısından aynı etkinliğe sahip olmadığı görülmüştür. Bunun, yerel topografik ve meteorolojik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

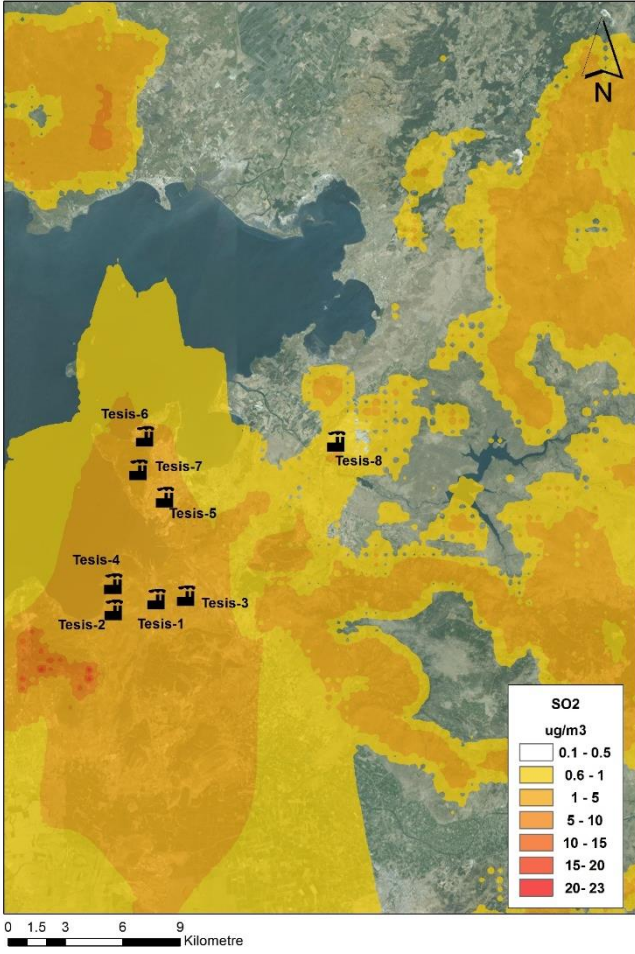
Tablo 3. Bölgede yakın gelecekte faaliyete başlaması beklenen enerji projelerinden kaynaklanan yıllık ve saatlik maksimum konsantrasyonlar

Kirlenici Türleri	Yıllık Maksimum Konsantrasyon (µg m ⁻³)	Saatlik Maksimum Konsantrasyon (µg m ⁻³)
NO _x	30	2 351
SO ₂	23	836
CO	44	3 475
PM ₁₀	9	699

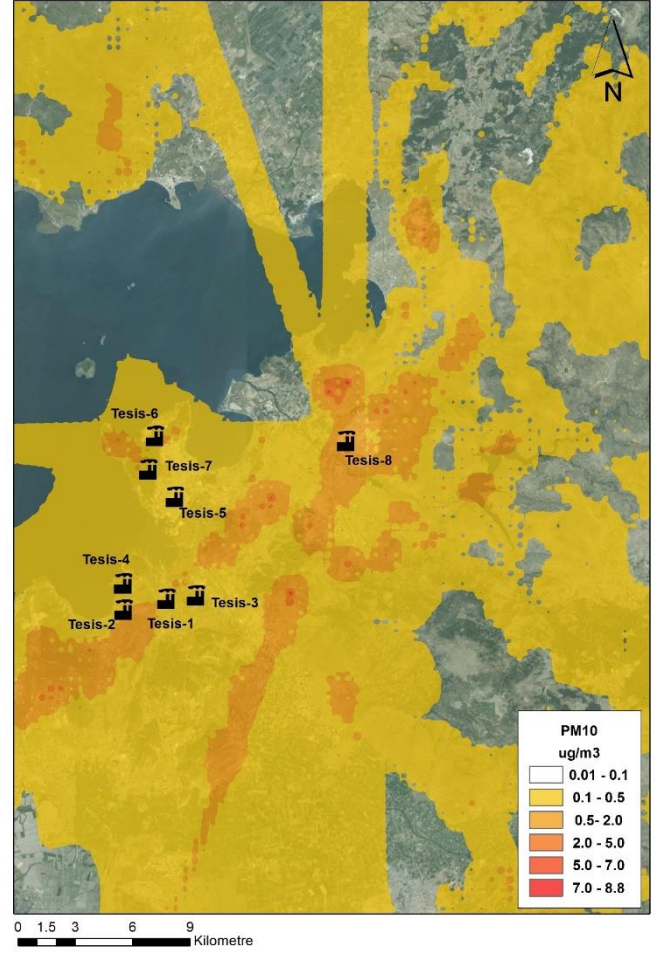
Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği (HKDYY)'ne göre 2014 yılı için tanımlanan sınır değerler; SO₂ için saatlik 150 µg m⁻³ ve yıllık 20 µg m⁻³, PM₁₀ için günlük 50 µg m⁻³ ve yıllık 20 µg m⁻³, CO için maksimum günlük 6 000 µg m⁻³, NO₂ için saatlik 100 µg m⁻³ ve yıllık 20 µg m⁻³'dir. Modelleme çalışmasıyla elde edilen konsantrasyonlar sınır değerlerle karşılaştırıldığında yeni projelerin tamamından birlikte kaynaklanacak SO₂ ve NO_x konsantrasyonlarının sınır değerleri aştığı görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında yeni enerji yatırımlarının bölgedeki mevcut hava kirliliği yükünü arttıracığı açıkça görülmektedir.

5. Değerlendirme

Bu çalışmada, İzmir-Aliğa bölgesinde yakın gelecekte kurulması planlanan ve çoğu fosil yakıtlı termik santral olan yeni enerji yatırımlarının bölgedeki mevcut hava kalitesine katkıları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, planlanan termik santrallerde bazı kontrol teknolojileri öngörülmesine rağmen bölgede önemli kirlenici seviyelerinin elde edilmesi dikkat çekicidir. Özellikle dağılım haritalarından gözlemlendiği gibi, kirlenici dağılımlarının sadece Aliğa kent merkezi gibi yakın civar için değil, İzmir kenti ve Kuzey Ege kıyıları gibi uzak mesafeler için de önemli olduğu tespit edilmiştir. Planlanan bu enerji yatırımlarının genel olarak tüm bölge hava kalitesi bakımından ciddi kirlenici kaynaklar olabileceği görülmektedir.



Şekil 2. Enerji santrallerinden kaynaklanan yıllık ortalama SO_2 konsantrasyonlarının dağılımı

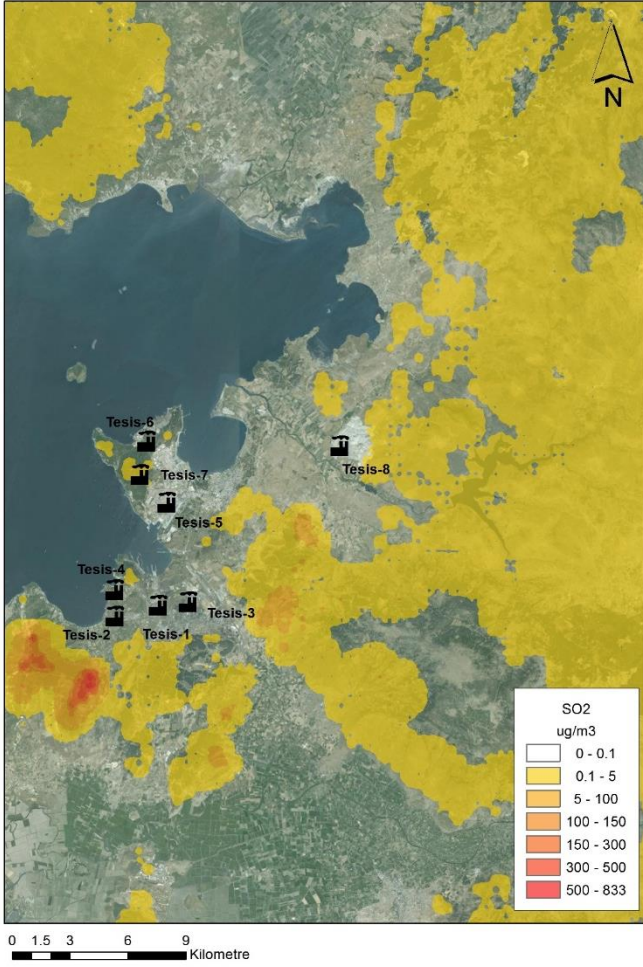


Şekil 3. Enerji santrallerinden kaynaklanan yıllık ortalama PM_{10} konsantrasyonlarının dağılımı

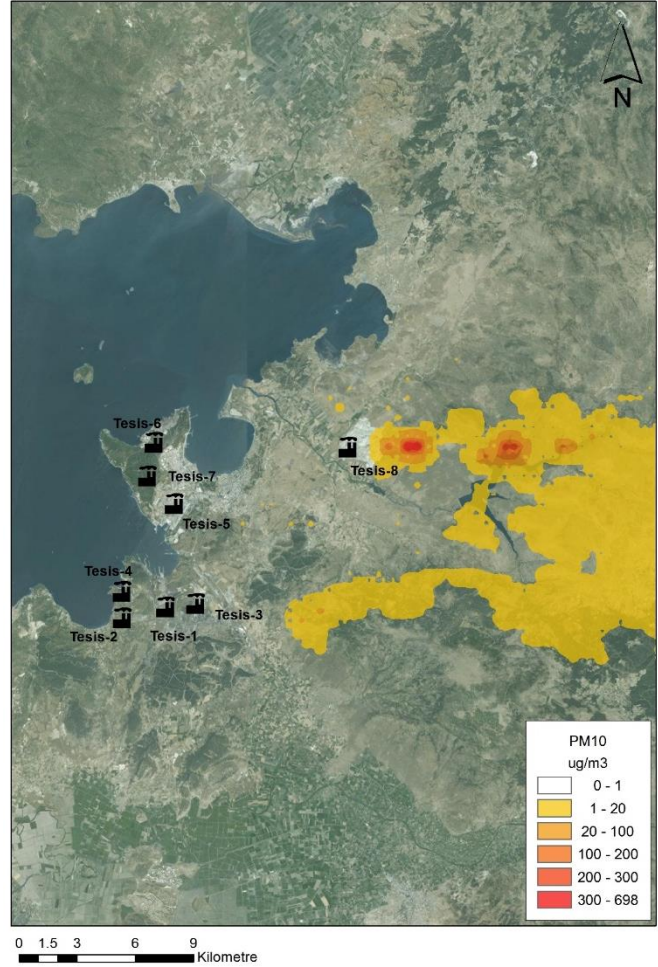
Elde edilen dağılım haritaları ve kirlenici konsantrasyonlarının en yüksek görüldüğü noktalar incelendiğinde sözkonusu projelerin, bölgedeki önemli tatil beldelerinden olan Yeni Foça'yı ve Foça'nın Kozbeyli, Ilıpınar köylerini etkileyebileceği tespit edilmiştir. Kirliliğin yoğun olarak görülebileceği diğer alanlar, Aliaga kent merkezi, demir çelik işletmelerinin olduğu sanayi bölgesi ve bu bölgeye yakın Bozköy ve Horozgediği köyleri gibi yerleşim alanlarının yakınları olarak belirlenmiştir. Kirliliğin etkilenebileceği bir diğer önemli alan ise İzmir'in Dikili ilçesinde bulunan ve bölgenin turistik bir merkezi olan Çandarlı'dır. Bir sahil beldesi olan bu alanın daha önceki çalışmalarda (Civan vd., 2008; Civan vd., 2009) Aliaga'daki kirlilik yükünden etkilenmediği bilinmekteydi, fakat bu çalışma, kurulması planlanan enerji santrallerinin getireceği kirlilik yüküyle bölgenin küçük de olsa bir etki altında kalabileceğini göstermiştir. Yapılan modelleme çalışmaları sonucuyla planlanan termik santrallerin bölgedeki mevcut kaynaklar göz ardı edildiğinde bile saatlik ve yıllık SO_2 ve NO_x sınır değerlerini aşmaya yetecek derecede önemli olduğu görülmektedir. Kurulacak santrallerin büyük kapasiteli olanlarının genellikle kömür yakıtlı santraller olması bu sınır değerlerin aşılmasını kolaylaştırmaktadır.

Bu çalışma kapsamında değerlendirilen sekiz proje dışında bölgede kurulması planlanan yeni tesisler (termik santraller, demir-çelik tesisleri, haddehaneler, petrol rafinerisi, vb.) bulunmaktadır. İlave olarak kurulacak tesislerin emisyonlarının mevcut duruma ekleneceği ve dış hava kalitesini olumsuz yönde etkileyeceği, pek çok noktada aşılacak dış hava kalitesi sınır değerlerinin aşılma sıklığını arttıracaktır. Ayrıca, mevcut projelerle bile zaman zaman sağlanamayan ve üstelik kademeli olarak daha da düşen sınır değerlerinin yeni tesislerin emisyonlarının ilavesi ile gelecekte sağlanmasının güç olacağına da ayrıca dikkat edilmelidir.

Çalışma kapsamında model çalışmaları ile elde edilen dış hava kalitesi seviyelerinin doğruluğu modele girdi olarak verilen hava kirlenici emisyonlarının kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada emisyon bilgileri ÇED raporlarından aynen alındığı için çok sayıda belirsizliği de beraberinde getirmiştir. Raporlarda emisyon faktörleri ile hesaplanan teorik emisyonların, işletme koşullarındaki bazı parametrelere (yanma odası tasarımı, yakıt-hava karışımı, yakıt kalitesi, vb.) göre oluşacak emisyonları temsiliyeti tartışmalıdır. Daha güvenilir



Şekil 4. Enerji santrallerinden kaynaklanan en büyük saatlik ortalama SO₂ konsantrasyonlarının dağılımı



Şekil 5. Enerji santrallerinden kaynaklanan en büyük saatlik ortalama PM₁₀ konsantrasyonlarının dağılımı

model sonuçları için sözkonusu tesislerin kurulmasından hemen sonra, saha koşullarında gerçekleştirilecek baca gazı ölçümleri ile belirlenecek yeni emisyonların kullanılması yerinde olacaktır.

Kaynaklar

- Bozlaker, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M., 2008. Atmospheric concentrations, dry deposition and air-soil exchange of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in an industrial region in Turkey. *Journal of Hazardous Materials* 153, 1093-1102.
- Civan, M., Elbir, T., Seyfioğlu, R., Sofuoğlu, S., Bayram, A., Muezzinoglu, A., Odabaşı, M., Tuncel, G., 2009. Spatial distributions of organic and inorganic pollutants at Aliaga, Turkey. *Proceedings of Abstracts - 7th International Conference on Air Quality Science and Application*, Istanbul, Turkey, 24 – 27 March 2009, pp. 289.
- Civan, M., Elbir, T., Seyfioğlu, R., Sofuoğlu, S.C., Bayram, A., Müezzinoğlu, A., Odabaşı, M., Kuntasal, Ö., Bozlaker, A., Pekey, H., Andiç, Ö., Yorulmaz, S.Y., Tuncel, G., 2008. Aliaga bölgesindeki inorganik ve uçucu organik bileşiklerin pasif örnekleme yöntemiyle belirlenmesi, *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu-2008 Bildiriler Kitabı*, 22-25 Ekim 2008, Hatay, 178-193.

- Çetin, B., Yatkın, S., Bayram, A., Odabaşı, M., 2007. Ambient concentrations and source apportionment of PCBs and trace elements around an industrial area in Izmir, Turkey. *Chemosphere* 69, 1267-1277.
- ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012a. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Aliğa Çakmaktepe Enerji Üretim Tesisi, İzmir.
- ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012b. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Işıksoy Enerji A.Ş. Çakmaklı Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali, İzmir.
- ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012c. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Ege Elektrik Aliğa Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali, İzmir.
- ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012d. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, ENKA 800 MW AES Projesi, İzmir.
- ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012e. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Habaş Sınai ve Tıbbi

Gaslar İstihsal Endüstri A.Ş. Doğalgaz Kombine Çevrim Santrali, İzmir.

ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012f. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, İzdemir Enerji Santrali Projesi

ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012g. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Socar Power Kömür Yakıtlı Termik Santrali Projesi, İzmir.

ÇŞİM (Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü), 2012h. Çevresel Etki Değerlendirmesi Başvuru Dosyası, Petkim Buhar Üretim Tesisi Modernizasyonu Projesi, İzmir.

Elbir, T., Müezzinoğlu, A., 2004. Estimation of emission strengths of primary air pollutants in the city of İzmir, Turkey. *Atmospheric Environment* 38, 1851-1857.

EMO (Elektrik Mühendisleri Odası), 2012. TMMOB İzmir İKK Aliğa Bölgesi Değerlendirme Raporu-II, İzmir, 34 sayfa.

Kara, M., Dumanoglu, Y., Altıok, H., Elbir, T., Odabası, M., Bayram, A., 2014. Seasonal and spatial variation of atmospheric trace elemental deposition in the Aliaga

industrial region, Turkey. *Atmospheric Research*, doi: 10.1016/j.atmosres.2014.06.009.

Neşer, G., Kontas, A., Ünsalan, D., Uluturhan, E., Altay, O., Darımaz, E., Küçüksezgin, F., Tekoğul, N., Yercan, F., 2012. Heavy metals contamination levels at the Coast of Aliğa (Turkey) ship recycling zone. *Marine Pollution Bulletin* 64, 882-887.

TMMOB (Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odası Birliği), 2012. Aliğa Bölgesi Değerlendirme Raporu, İzmir, 52 sayfa.

Yatkin, S., Bayram, A., 2008. Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2.5} using positive matrix factorization and chemical mass balance in İzmir, Turkey. *Science of the Total Environment* 309, 109-123.

Zhou, Q., Huang, G., H., Chan, C., W., 2004. Development of an intelligent decision support system for air pollution control at coal-fired power plants. *Expert Systems with Applications* 26, 335-356.



Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi

www.hkad.org



Research Article

Determination of air quality from emissions of future power plants in Aliğa

Başak KAHRAMAN, Gizem TUNA, Tolga ELBİR✉

Dokuz Eylul University, Department of Environmental Engineering, Tinaztepe Campus, Buca 35160 İzmir

Received: August 14, 2014; Accepted: September 7, 2014

ABSTRACT

Several industrial activities such as refineries and petrochemical plants, power plants, iron-steel plants, rolling mills and a ship-dismantling facility are located in the Aliğa region, İzmir. In the future, some new investments are planned to fulfill the increasing energy demand as a result of developing industrial activities in the region where air quality levels have already reached limit values. In this study, eight new energy investments were investigated. The required data for these power plants was obtained from environmental impact assessment reports processed in the Governorship of İzmir, Provincial Directorate of Environment and Urbanization. The emissions of PM₁₀, SO₂, NO_x, and CO originating from new energy investments whose total capacity is about 3 500 Mwe in the region were used directly from the EIA reports. Air quality levels originating from these emissions were determined by using AERMOD dispersion model. Total annual emissions originating from future energy projects in Aliğa were calculated as 11 251 t y⁻¹ for NO_x, 9 542 t y⁻¹ for SO₂, 11 310 t y⁻¹ for CO, 1 268 t y⁻¹ for PM₁₀. When plants were evaluated in terms of contributions to the total emissions, a coal fired power plant which has 672 MWe capacity is the dominant contributor for all emissions in the region and the contributions for PM₁₀, SO₂, NO_x, and CO emissions were 31%, 33%, 28%, and 27%, respectively. According to the model results, highest annual average concentrations were 30 µg m⁻³ for NO_x, 23 µg m⁻³ for SO₂, 44 µg m⁻³ for CO, and 9 µg m⁻³ for PM₁₀. When plants were evaluated in terms of contributions to the highest annual average concentrations, a coal fired power plant which has 800 MWe capacity was determined as the major contributor to annual SO₂ concentration with the ratio of 85% and the following plants are a steam modernization plant which has 195 MWe capacity with 8% contribution value and thermal power plant which has 672 Mwe capacity with 5% contribution value.

Keywords: Power plant, emission inventory, air quality modeling, Aliğa

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.