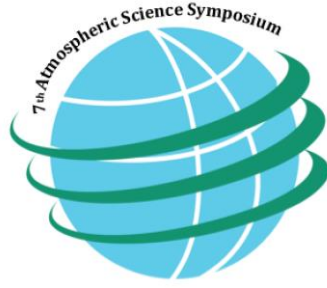


7TH ATMOSPHERIC SCIENCES SYMPOSIUM

28-30 APRIL 2015
ISTANBUL



PROCEEDINGS

EDITORS

DOÇ.DR. ALİ DENİZ
BAHTİYAR EFE
BİHTER DURNA
PELİN CANSU ÇAVUŞ

Chairs

Assoc. Prof. Dr. Ali DENİZ, İstanbul Technical University (Chair)

Prof. Dr. Mustafa ÇIKRIKÇI, İstanbul Aydın University (Co-chair)

Assoc. Prof. Dr. Hüseyin TOROS, İstanbul Technical University (Vice Chair)

Prof. Dr. Osman UÇAN, İstanbul Aydın University (Vice Chair)

Honoree Chairs

Prof. Dr. Mehmet KARACA, Rector, İstanbul Technical University

Dr. Mustafa AYDIN, Head of Trustees, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Zekai ŞEN, Head of Water Foundation

Prof. Dr. Yadigar İZMİRLİ, Rector, İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Lütfi AKÇA, Counselor in Ministry of Forestry and Water Affairs

Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK, Counselor in Min. of Environment and Urban Planning

Bilal EKŞİ, General Manager, Directorate General of Civil Aviation

Hamdi TOPÇU, Chairman of the Board, Turkish Airlines

Assoc. Prof. Dr. Temel KOTİL, General Manager, Turkish Airlines

İsmail GÜNEŞ, General Manager, Meteorological Service

Akif ÖZKALDI, General Manager, State Hydraulic Works

Funda OCAK, Deputy General Manager, State Airports Authority

Fırat ÇUKURÇAYIR, Head of the Chamber of Meteorological Engineers

Ramazan ÖZÇELİK, Regional Director, Marmara Clean Air Centre

Advisory Board

Prof. Dr. Ahmet Duran ŞAHİN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Celal Nazım İREM, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Hasan SAYGIN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. H. Sema TOPÇU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Kasım KOÇAK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Levent ŞAYLAN, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. M. Orhan KAYA, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Selahattin İNCECİK, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zafer ASLAN, İstanbul Aydın University, Turkey

Prof. Dr. Zahit MECİTOĞLU, İstanbul Technical University, Turkey

Prof. Dr. Zerefşan KAYMAZ, İstanbul Technical University, Turkey

Ankara ve Çevre İllerde Hava Kirliliği Dağılımı ve Emisyon Envanterinin Belirlenmesi

H.Volkan Oral¹, İsmail Ulusoy², Emre Özelkan³, Hüseyin Toros⁴

¹ Doruk Kimyasal Yönetim Sistemleri, İtri Dede Sok. 17/2 Kadıköy, İstanbul,
volkan.oral@doruksistem.com.tr

² Fatih Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Büyükçekmece, 34500, İstanbul,
Türkiye, iu@st.fatih.edu.tr

³ İstanbul Teknik Üniversitesi, Tarım ve Çevre Bilişimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, Maslak, 34469,
İstanbul, Türkiye, emreozelkan@itu.edu.tr

⁴ İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak,
34469, İstanbul, Türkiye, toros@itu.edu.tr

Özet

Artan insan nüfusu ile birlikte üretilen ve tüketilen fosil yakıtların miktarı da insanların ihtiyaçlarına cevap vermek için artmakta, bunun sonucu oluşan doğadaki tahribat, ekolojik dengenin korunmasını gün geçtikçe zorlaştırmaktadır. Sürdürülebilirliğin korunması ve devam ettirilmesi için Hava Kirliliğin Dağılımı Kontrolü ve Emisyon Envanter çalışmaları bu bakımdan önemlidir. Bu çalışma The European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) - European Environment Agency (EEA) ve Environmental Protection Agency (EPA) kılavuzları kaynaklı, Ankara merkez olmak üzere çevresinde yer alan 12 İl’de gerçekleştirilen Hava Kirliliği Dağılımı çalışmasının sonuçlarını sunulmaktadır. Envanter kaynak çalışması Enerji, Endüstriyel Üretim – Sanayi ve Ulaşım başlıkları altında sınıflandırılmıştır. Envanter sınıflandırması ayrıca Sera Gazları ve Nitrojen Oksitler, Uçucu Organik Bileşikler, Partiküller olarak bilinen hava kirlleticileri esas alınarak da kategorize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ankara, EMEP-EEA, EPA, Emisyon Envanteri, Hava Kirliliği Modellemesi

1. Giriş

Hava kirliliği insan yaşamının kalitesini azaltan, sürdürülebilirliğin uygulanmasında engel yaratan önemli bir çevresel sorundur. Sanayi Devrimi’yle birlikte 19.yüzyıl sonlarında bu problem kendini göstermeye başlamıştır. İngiltere, Londra’da 1873’te hava kirliliğinden dolayı 700’ün üzerinde insan öldüğü resmi olarak kayıtlara geçmiştir. Ancak bu ölü sayısı, 20.Yüzyıl ortalarında, 1952 yılının Aralık Ayı’nda yine Londra’da 4.000 kişinin ölmesi ile geride bırakılmıştır. Bu olayın ardından İngiltere’de hava kirliliğini kontrol altına almak için yasal girişimler başlatılmıştır. 1956’da “Clean Air Act” (Temiz Hava Girişimi) olarak bilinen yasa İngiliz Parlamentosu’nda kabul edilmiştir. Bu yasa ile başta Londra olmak üzere büyük şehirlerdeki ağır sanayi birimleri, fabrikalar şehir dışına kırsal alanlara taşınmıştır. Kabul edilen bu yasanın sonucu olarak İngiliz Şehirlerinin yüzde 60’nda asit yağmurunun en önemli bileşenlerinden olan Sülfür dioksit (SO₂) miktarı önemli ölçüde azaltılmıştır (Brimblecome, 1987).

Hava Kirliliği ve Emisyon Envanter Analizi bir çok araştırmacı (Reyna ve ark., 2015 Guttikunda ve Calori,2013; Borge ve ark.,2011., Napelenok ve ark.2011., Tuna ve Elbir (2013), Kılıç ve ark.,(2014) tarafından çalışılmıştır. Reyna ve ark.,(2015) yapmış oldukları çalışmada Amerika Birleşik Devletleri’nin bütün şehirlerinde araç emisyonlarının iyileşmesine yönelik bir çalışma hazırlamışlardır. Bulgularına göre araç trafiğinin yoğun olduğu saatlerde konvansiyonel hava kirlilik oranı %-47 ile-228 arasında artış göstermektedir. Borge ve ark.,(2011) İspanya’nın başkenti Madrid için emisyon envanteri ve hava kalitesini iyileştirme konusunda modelleme üzerine

çalışmıştır. Yapmış oldukları alan çalışmasına göre artan Azot Dioksit (NO₂) oranlarının en önemli kaynağının trafik yoğunluğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak bu kirleticinin limit değerinin şehir çevresinde kritik seviyeye geldiğinin altı çizilmiştir. Guttikunda ve Calori., (2013) Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanında 1kmx1km uzaysal çözünürlükte Yeni Delhi’de görülen Hava Kirliliğinin emisyon analizi çalışmasını yapmışlardır. 2008-2011 yılları arasında ölçüm istasyon verilerinin de kullanıldığı çalışmada yıllık model ortalamaları PM_{2.5} için Güney Delhi’de 122 ± 10 µg m³, ve değişik bölgelerde 90 ± 20 µg m³, 93 ± 26 µgm³ ve Kuzey Delhi’de 93 ± 23 µgm³ olarak çıkmıştır. Napelenok ve ark.(2011) Community Multiscale Air Quality (CMAQ)’nin Ozon (O₃) değişimlerini simüle edebilme yeteneğini test etmişlerdir. Yapılan çalışma genel olarak emisyon envanteri çıkarırken belirsiz veri kaynaklarında yer aldığı veri setlerini değerlendirme noktasına yoğunlaşmıştır. Belirsiz veri kaynakları olarak NO_x kaynakları gösterilmiştir. Kılıç ve ark. (2014), Marmara Bölgesi’ndeki hava kirliliğinin modellenmesi, kirlilik azaltımı ve maruziyet analizi yaparak Bölge’deki yüksek çözünürlüklü kirletici kaynaklar tespit edilmiş, bölgenin meteorolojik koşulları altında kirletici konsantrasyonları tahmin edilmiş ve bölgedeki insan nüfusunun maruz kaldığı kirlilik düzeyi belirlenmiştir. Araştırmacılar, çalışmalarında CMAQ kullanmışlardır. Tuna ve Elbir (2013) İstanbul Boğazı’ndan geçen mevcut gemi trafiğinin hava kalitesine katkısı ortaya koyarak, büyük çapta projelerin hayata geçirilmesi durumunda kentin hava kalitesinde beklenen değişimler bir hava kalitesi dağılım modeli ile incelenmişlerdir. Çalışmada dağılım modeli olarak USEPA’nın ISCST3 modeli kullanılmış ve dört hava kirletici (SO₂, NO_x, CO ve PM₁₀) için dağılım hesapları yapılmıştır. Dikkat çekici bir başka husus da son 5 yıl içerisinde Türkiye’de bu konuda yapılan projelerin sayısının hızla artmasıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve TÜBİTAK dışında bazı kamu kurumları da bu konuda projeler hazırlatıp sonuçlarını kamu ile paylaşmaktadır.

Bu çalışmanın amacı EMEP-EEA ve EPA kılavuzları kaynaklı Ankara merkez olmak üzere çevresinde yer alan 12 İl’de gerçekleştirilen Hava Kirliliği Dağılımı çalışması ve envanter analizi çalışmasının sonuçlarını sunmaktadır. Bu çalışmayla birlikte Ankara çevresindeki illerde 2007-2014 yılları arasında yapılan Hava Kirliliği ölçüm sonuçları, envanter analizi ile birlikte değerlendirilmiştir.

Ülkemizde envanter çalışmaları henüz lokal ölçekte yapılan ve belirli kirleticilere odaklanan araştırmaları kapsamaktadır. Bu çalışmada kirletici envanteri, 13 ili kapsayan geniş bir bölge için, fosil yakıtların yanması sonucu açığa çıkan gazlar olan SO₂, NO_x, CO, tane çapı 10 µm’den daha küçük olan partikülleri (PM₁₀), tane çapı 10 µm’den daha küçük olan partikülleri (PM_{2.5}), Kurşun (Pb), Kadmium (Cd), Arsenik (As) ve Nikel (Ni)’den oluşan 4 tür ağır metali, kömürün yanmasıyla oluşan Hidro Florür (HF) ve Hidro Klorik Asit (HCL) asit gazlarını ve poliaromatik hidrokarbon (PAH) emisyonlarını içermektedir. Kirlilik dağılım ve envanter analiz çalışması ile birlikte bu 13 İl’in güncel kayıtları oluşturulmuş ve bu zaman zarfında ölçüm yapılmayan hava kirliliği parametrelerinin eksikliği giderilmiştir.

2. Çalışma Sahasının Tanıtımı

Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği’nin 7. Maddesine göre hava kalitesinin değerlendirilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından bölge ve alt bölgeler oluşturulmuştur. Türkiye çapında toplam 8 bölge belirlenmiş olup, bu bölgelerin içerisinde nüfusu 750.000’den fazla olan 15 büyük alt bölge ve nüfusu 250.000-750.000 arasında olan 31 küçük alt bölge belirlenmiştir. Çalışma kapsamında emisyon envanteri,

Ankara temiz hava merkezi olarak belirlenen Kuzey İç Anadolu bölgesinin alt bölgelerini oluşturan Ankara, Bartın, Bolu, Çankırı, Düzce, Eskişehir, Karabük, Kastamonu, Kırıkkale, Kırşehir, Kütahya, Yozgat ve Zonguldak illerini kapsamayan 13 ilde gerçekleştirilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağına bağlı izleme istasyonlarından alınan verilere göre iller kirlilik profili belirlenerek yüksek kirlilik potansiyeli bulunan iller ve düşük kirlilik potansiyeli bulunan iller olarak sınıflandırmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çalışma sahasındaki illerden Ankara, Bolu, Çankırı, Düzce, Eskişehir, Kütahya, Yozgat ve Zonguldak yüksek kirlilik potansiyeli olan iller sınıfında, Bartın, Karabük, Kastamonu, Kırşehir, Kırıkkale ise düşük kirlilik potansiyeli olan iller sınıfında gruplandırılmıştır.(ÇŞB, 2013)

3. Materyal, Metot ve Bulgular

Envanter çalışmaları için kirlenici kaynaklar ısınma, trafik ve sanayi olmak üzere üç temel başlıkta incelenmiştir. Isınma başlığı altında ele alınan emisyonlar, fosil yakıtların kullanıldığı bireysel ya da merkezi sistemde çalışan araçlardan kaynaklanan emisyonları tanımlamaktadır. Bu emisyonlar; emisyon faktörü kullanılarak hesaplanmıştır.. Yakıt tüketim verileri katı ve gaz yakıt için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Sıvı yakıt kullanım miktarları için herhangi bir oran bulunamamıştır ve ihmal edilebilir düzeyde olduğu varsayılmaktadır. Trafik kaynaklı emisyonlar da emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır. Sanayi kaynaklı emisyonlar ise, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın Çevre İzin ve Lisans sisteminden temin edilmiştir.

3.1 Isınma Kaynaklı Emisyonlar

Isınma kaynaklı emisyonları hesaplamak amacıyla yakıt tüketim bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kömür tüketim miktarları, eğer belirtilmişse her il için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri tarafından hazırlanan İl Çevre Durum Raporlarından temin edilmiştir. Raporlarda kömür tüketim miktarının belirtilmediği durumda ise meteorolojik olarak birbirine benzeyen illerin yakıt kullanım oranları kullanılmıştır. Ankara İlinde farklı olarak veriler KENTAIR (Kentlerde Hava Kalitesi Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi) kapsamında hazırlanan Hava Kalitesi Değerlendirme Raporundan alınmıştır.

Doğalgaz tüketim miktarları ve doğalgaz kullanan konut sayısı; Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) Doğalgaz Piyasası 2013 Yılı Sektör Raporundan temin edilmiştir. Odun için İl Çevre Durum raporlarında ve saha çalışmasında herhangi bir veri temin edilememiştir. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT)'nin 1995 yılında hazırladığı bir rapora göre odun kullanımının toplam yakıt kullanımındaki oranının 2000 yılında %5,8 olacağı ön görülmüştür. Hesaplamalarda kullanılan odun oranı toplam yakıt kullanımının %5'lik kısmı olarak alınmıştır. İlgili rapor doğalgazın henüz yaygınlaşmadığı dönemi kapsadığından, doğalgaz miktarı bu orana dahil edilmemiştir.

Isınma emisyonları kapsamında verilerin temin edildiği noktalar illere göre Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo.1 Isınma Kaynaklı Emisyon Bilgilerinin Temin Edildiği Kaynaklar

Kömür			Doğal Gaz
İl Çevre Durum Raporu	Karşılaştırma	KENTAIR Raporu	EPDK
Bartın Bolu Çankırı Düzce Eskişehir Kırşehir Karabük Kütahya Zonguldak	Eskişehir Kastamonu Kırıkkale Yozgat	Ankara	Bütün İller

Tablo 1’de verilen kaynaklardan temin edilen bilgilere göre, proje kapsamındaki illerde kullanılan yıllık yakıt miktarları ve özellikleri Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2 Ankara İline Göre Yıllık Yakıt Tüketim Bilgileri

İl	İthal Kömür (ton)	Yerli Kömür (ton)	Doğal Gaz (m ³)	Odun (ton)
Ankara	612.000	34.250	1.494.330.548	32312
Bartın	55.114	8.200	62.831	3165
Bolu	78.000	10.729	25.407.798	4436
Çankırı	46.897	6.000	14.225.454	2644
Düzce	22.131	8.200	33.874.532	3927
Eskişehir	347.171	47.342	266.361.644	19725
Karabük	28.482	56.424	32.191.847	4245
Kastamonu	129.056	15.951	21.755.695	7.250
Kırıkkale	162.500	10.373	38.032.666	8.643
Kırşehir	35.693	15.910	30.826.622	2.580
Kütahya	10.992	-	77.604.096	12.828
Yozgat	162.500	10.373	32.844.335	7.598
Zonguldak	152.261	8.200	28.163.407	8.023

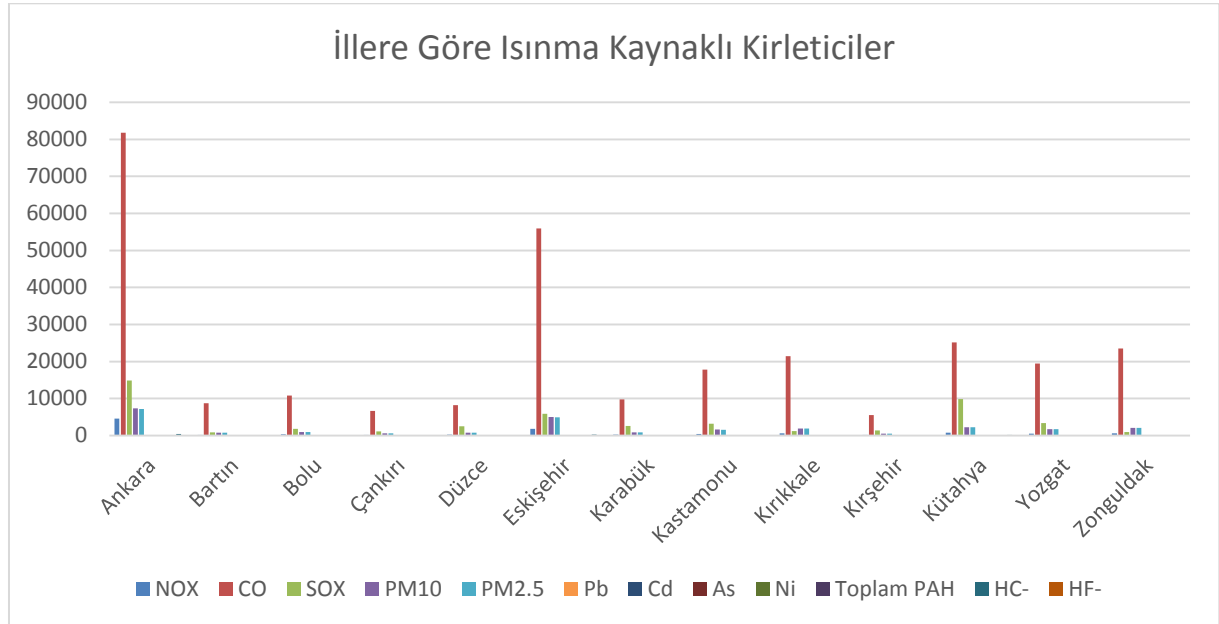
Hesaplanan yakıt tüketim değerlerine göre, her ilde oluşacak kirletici miktarları EMEP 2013 emisyon faktörleri “1.A.4 Small Combustion Tablo 3”te yer alan Kademe-1 emisyon faktörlerinin yer aldığı tablolar kullanılarak hesaplanmıştır (EMEP, 2013) . HCl ve HF emisyonları EMEP dökümanlarında yer almadığından, bu emisyonlara ilişkin değerler USEPA AP42 Bölüm 1.7 Tablo 1.7.15’ten alınmıştır (USEPA, 1998).

Isınma emisyon hesaplarında SO₂ emisyonları ithal ve yerli kömürde, yakıtın kükürt oranından stokiyometrik olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplama göre kükürdün tamamının SO₂’ye dönüştüğü ve yakıtta bulunan ağırlıkça 1 birim kükürttten 2 birim SO₂ oluştuğu (S=32, SO₂=64) varsayılmıştır. Bu hesaplamada yakıttaki kükürt oranları İl Çevre Durum Raporları’ndan, bu raporlarda değer yoksa Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği’nde belirtilen üst limit değerler kullanılmıştır. İl Çevre Durum Raporları’nda yerli kömür için % 2’den daha az değer verilmesi durumunda yerli kömürün kükürt oranı %2 olarak alınmıştır. Tablo 3, bu hesaplamalar yardımıyla oluşturulmuştur.

Tablo 3 Isınma Kaynaklı Kirletici Miktarları

İl	Kirletici Miktarları (ton/yıl)											
	Yanma Gazları					Ağır Metaller				Toplam PAH	HC	HF
	NO _x	CO	SO _x	PM10	PM2.5	Pb	Cd	As	Ni			
Ankara	4549	81811	14855	7320	7208	2.2340	0.0317	0.0490	0.2180	0.0043	388	48
Bartın	207	8697	891	783	770	0.2419	0.0034	0.0046	0.0236	0.0005	38	5
Bolu	302	10810	1834	975	960	0.2993	0.0043	0.0058	0.0292	0.0006	53	7
Çankırı	184	6684	1121	602	593	0.1853	0.0026	0.0036	0.0181	0.0004	32	4
Düzce	255	8252	2466	747	735	0.2275	0.0033	0.0045	0.0222	0.0004	47	6
Eskişehir	1796	55902	5876	5016	4939	1.5486	0.0215	0.0308	0.1511	0.0030	237	30
Karabük	288	9758	2571	881	867	0.2697	0.0039	0.0053	0.0263	0.0005	51	6
Kastamonu	462	17821	3221	1607	1582	0.4941	0.0070	0.0096	0.0482	0.0010	87	11
Kırıkkale	577	21462	1164	1935	1905	0.5948	0.0084	0.0116	0.0580	0.0011	104	13
Kırşehir	185	5538	1351	500	493	0.1525	0.0022	0.0030	0.0149	0.0003	31	4
Kütahya	735	25192	9878	2285	2250	0.6941	0.0104	0.0136	0.0677	0.0014	154	19
Yozgat	520	19411	3375	1748	1721	0.5383	0.0076	0.0105	0.0525	0.0010	91	11
Zonguldak	609	23492	969	2110	2077	0.6532	0.0090	0.0126	0.0637	0.0012	96	12

Yukarıda verilen tabloya göre illere göre ısınma kaynaklı kirletici miktarları Şekil 1’de sunulduğu gibidir.



Şekil 1. İl Bazında Isınma Kaynaklı Kirleticiler

3.2 Trafik Emisyonları

Trafik emisyonları, araçların egzozlarından yayılan emisyonları kapsamaktadır. Bu emisyonlar, emisyon faktörleri yardımıyla belirlenmektedir. EMEP emisyon faktörleri, birim aracın gittiği yol verisini kullanmaktadır.

EMEP 2013 1.A.3.b dökümanı araçları 4 sınıfta gruplandırmaktadır. Bunlar; yolcu araçları, hafif ticari araçlar, ağır ticari araçlar ve motosikletlerdir (Tablo 4).

Tablo 4 EMEP Araç Tanımlamaları

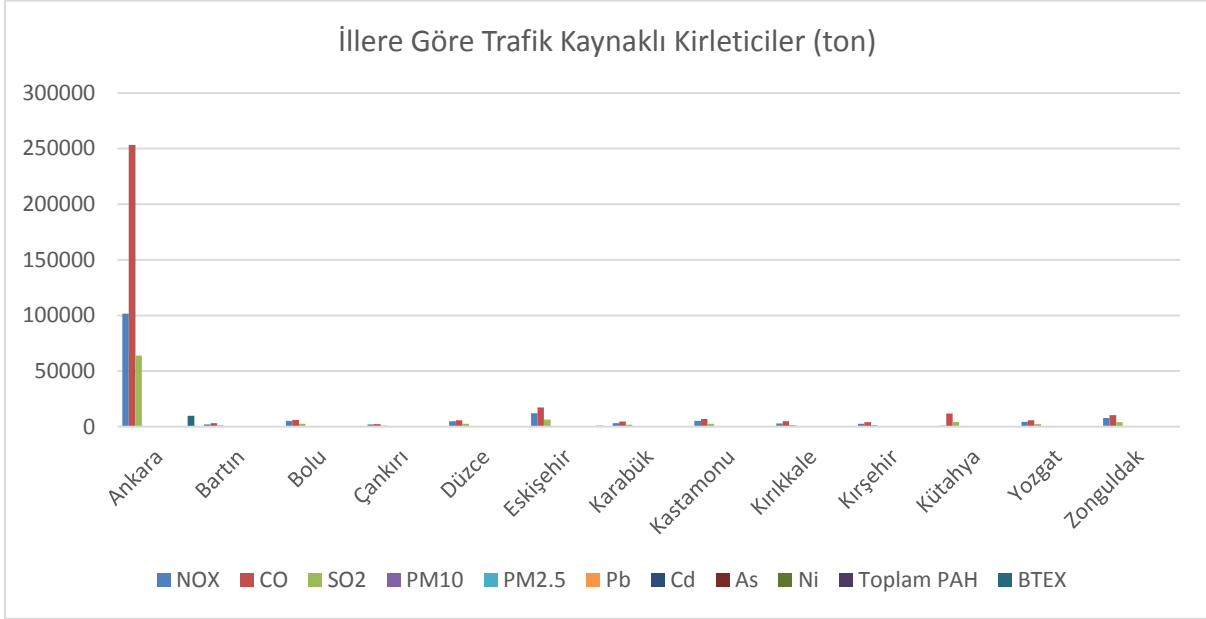
Kategori	Araç Türü (Resmi Sınıflandırmaya Göre)
Yolcu Araçları	M1: Yolcu taşımak amacıyla kullanılan ve sürücü dışında en fazla 8 kişi taşıma kapasitesine sahip olan araç
Hafif Ticari Araçlar	N1: Yük taşıma amacıyla kullanılan ve ağırlığı 3,5 ton'u geçmeyen araçlardır.
Ağır ticari araçlar	N2: Yük taşıma amacıyla kullanılan ve ağırlığı 3,5 tonla 12 ton arasında olanlar N3: Yük taşıma amacıyla kullanılan ve ağırlığı 12 tonu aşan araçlar M2: Yolcu taşımak amacıyla kullanılan ve sürücü dışında 8 kişiden fazla taşıma kapasitesine sahip olan, ağırlığı 5 tonu geçmeyen araç M2: Yolcu taşımak amacıyla kullanılan ve sürücü dışında 8 kişiden fazla taşıma kapasitesine sahip olan, ağırlığı 5 tondan fazla olan araç
Motosikletler	L1e-L7e arası sınıflandırılanlar

Yapılan hesaplamalar emisyon faktörleri verilen 3 çeşit araç için yapılmıştır. Bunlar; yolcu aracı, hafif ticari araç, ağır ticari araçlardır. Motosikletlerin yıl içerisindeki kullanım periyotları değişiklik gösterdiğinden hesaplara dahil edilmemiştir. Yolcu araçları için yakıt türü dağılımları, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'ten alınan verilere oranlanarak yapılmıştır. Buna göre yolcu araçlarının %29,6'sı benzinli, %28,5'i dizel, %41,4'ü LPG'lidir. Diğer araçların dizel yakıtla çalıştığı kabul edilmiştir. Trafikten oluşacak toplam emisyon miktarı, her bir ilde satılan toplam yakıt miktarından, şehirde bulunan araç sayısından, araçların yıllık ortalama yıllık gittikleri yoldan ve bu araçların yakıt tüketimlerinden hesaplanmıştır. Bu hesaplamada illerde satılan yakıt miktarları benzin ve dizel için EPDK 2013 Yılı Petrol Piyasası Sektör Raporu'ndan, LPG için ise EPDK LPG Piyasası Kasım 2014 Sektör Raporu'ndan (EPDK,2014) temin edilmiştir. İllerde bulunan araç sayıları TÜİK Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri 2013 (TÜİK,2013)) raporundan temin edilmiştir. Araçların yakıt tüketimleri ise EMEP 2013 1.A.3.b Yol Ulaşım (Road transportation) isimli dokümandan alınmıştır. Hesaplamalarda gerekli olan araçların yıllık katettikleri mesafe ise bütün iller için 20.000 km olarak kabul edilmiştir.

Trafik Kaynaklı Emisyon Faktörleri EMEP 2013 1.A.3.b Yol Ulaşım (Road transportation) verilerinden alınmıştır. Bu tabloda belirtilen Tier 1 emisyon faktörleri hesaplamalar için kullanılmıştır. Emisyon faktörleri kg yakıt başına emisyon miktarı (g/kg, µg/kg) olarak verilmektedir. Faktörler 1.A.3.b dokümanında yer alan Tablo 3 ve 5 ile Tablo 3 ve 10 arasında belirtilen değerlerden alınmıştır. Ağır metal emisyon faktörleri ise Tablo 3 ve Tablo 100 arasındaki değerlerden alınmıştır. SO₂ emisyon faktörü belirtilmediğinden, yakıttaki miktarı üzerinden hesaplanmıştır. EPDK Petrol Piyasası Sektör Raporuna göre ülkemizde petrol piyasasının %72'sine sahip 5 petrol şirketinden temin edilen verilere göre; ülkemizde yakıt içerisinde ortalama kükürt miktarı %0,5-%0,1 arasında değişmekte olup, bu değer ortalama %0,7 olarak kabul edilmiştir. Kükürdün tamamının SO₂'ye dönüştüğü varsayılarak SO₂ emisyonu (7 g / 1 kg yakıt) x 2 =14 g SO₂/kg yakıt (EMEP 2013 1.A.3.b) olarak alınmıştır.

Emisyon faktörleri tüketilen yakıtta göre verildiğinden araçların yakıt sarfiyatları 1.A.3.b Yol Ulaşım dokümanında Tablo 3 ve Tablo 4'ten alınmıştır. BTEX emisyon faktörleri ilgili dokümanda toplam VOC'nin %26,17'si olarak verildiğinden bu değer alınmıştır. İlgili dokümanda partikül madde emisyonlarının tamamının çapı 2,5 mikronun altında olduğundan, PM emisyonları hem PM₁₀ hem de PM_{2,5} emisyonlarını temsil etmektedir. Yapılan hesaplamalarla bulunan emisyon değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 4 Sanayi Kaynaklı Kirletici Miktarları



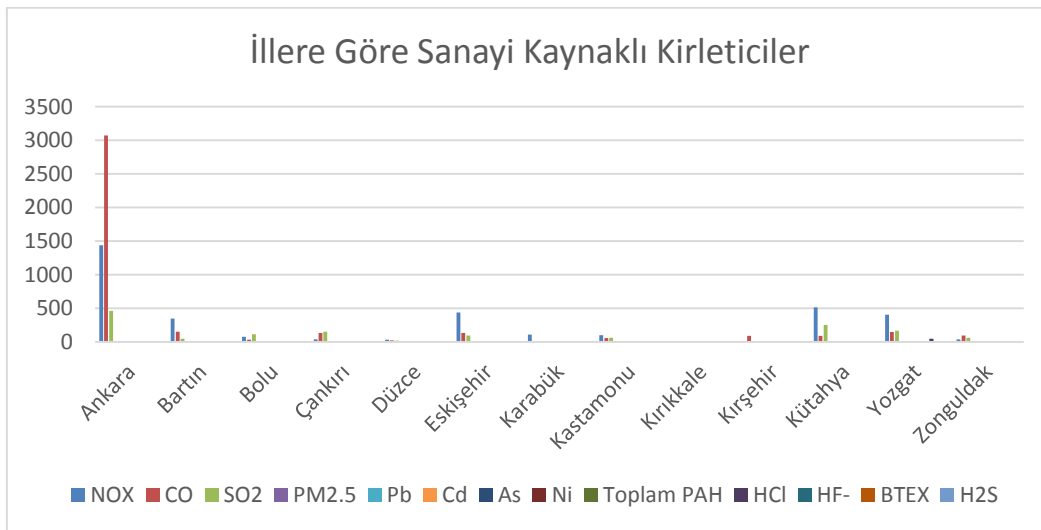
Şekil 3: İl Bazında Trafik Kaynaklı Kirleticiler (Ton)

3.3 Sanayi Kaynaklı Emisyonlar

Sanayi başlığı altında incelenen kaynaklar, endüstriyel faaliyetlerin yürütülmesi sırasında gerek proseste hammadde kullanımı nedeniyle oluşan, gerekse yakma sistemlerinden (buhar kazanları, kızgın yağ kazanları, buhar jeneratörleri, gaz türbinleri vb) kaynaklanan emisyonları kapsamaktadır. Sanayi kaynaklı emisyonlar, Çevre İzni olan tesisler için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan temin edilmiştir. Bu veriler 10.08.2015 tarihinde temin edilmiş olup, bu tarihten önce çevre izni alan veya çevre izni başvurusu için başvuru yapan tesisleri kapsamaktadır. Tablo 6, sanayi kaynaklı emisyon miktarlarını göstermektedir.

Tablo 6 Sanayi Kaynaklı Kirlenici Miktarları

İl	Kirlenici Miktarları (ton/yıl)													
	Yanma Gazları					Ağır Metaller				Toplam PAH	HCl	HF	BTEX	H ₂ S
	NO _x	CO	SO ₂	PM10	PM2.5	Pb	Cd	As	Ni					
Ankara	1436	3071	459	20253 3	-	0,109	0,000336	-	-	-	0,86462	0,356 8	-	12,31
Bartın	347	149	44	476	-	-	-	-	-	-	0,1416	-	-	-
Bolu	74	31	112	254	-	-	-	-	-	-	0,1416	-	-	-
Çankırı	36	130	150	304	0	0	0	0	0	0	0,06432	0,006 9	0	0
Düzce	30	20	19	89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	0,40	0,00	-
Eskişehir	435	131	92	5140	0	0,01	0,01	0	0	0	10,40	5,55	0,00	2,62
Karabük	107	8	0,11	81	0,00	0,09	0	0	0	0,00	0,59	0,12	0,00	0,75
Kastamonu	97	54	59	275	0	0	0	0	0	0	1,08	0,16	0,00	-
Kırıkkale	13	7	15	131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07
Kırşehir	11	88	11	146	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0
Kütahya	515	91	252	538	0	0	0	0	0	0	4,75	2,67	0,00	1,87
Yozgat	404	147	167	1382	0	1,20	0,12	0	0	0	48	4,81	0	9,60
Zonguldak	39	94	58,91	95,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,16	0,00	0,48



Şekil 4. İl Bazında Sanayi Kaynaklı Kirleniciler

4. Tartışma ve Sonuçlar

Yapılan envanter çalışmasına göre, ısınma kaynaklı emisyonların en yüksek olduğu ilin Ankara olduğu görülmektedir. Ankara ili doğalgazın yaygın olarak kullanıldığı bir il olmasına rağmen, kirletici miktarları bütün parametreler için diğer illerden daha fazladır. Burada yakıt türü her ne kadar kirletici miktarında etkili olsa da, nüfusun daha önemli bir faktör olduğu görülmektedir. Envanter verilerine göre, yakıt türünden ve nüfustan bağımsız olarak en yüksek kirleticinin CO olduğu görülmektedir. Bunu daha sonra SO_x, partikül madde ve NO_x izlemektedir.

Trafik emisyonları şehirdeki araç sayısına bağlı olup, ısınma emisyonlarında olduğu gibi yine Ankara'da en yüksek oranda hesaplanmaktadır. Bu tür emisyonlarda en yüksek payı CO ve NO_x'in aldığı görülmektedir.

Sanayi kaynaklı emisyonlarda SO_x, NO_x ve CO gibi yanma kaynaklı emisyonların yüksek oluşu dikkat çekmektedir. Partikül madde emisyonlarının, madencilik faaliyetinin katkısı dolayısıyla yüksek olduğu öngörülmektedir. Bu emisyonların hesaplarındaki belirsizliğin yüksekliği ve emisyon kaynaklarının çoğu zaman şehrin merkezi yerlerinin uzağında olması nedeniyle envanter değerlendirmesi kapsamına partikül madde alınmamıştır.

Hava kirliliğinin dağılımının ve emisyon envanterinin belirlenmesini hedefi ile gerçekleştirilen bu çalışmanın en büyük faydası şüphesiz ki yine canlı hayatı yani yaşam döngüsü üzerine olacaktır. Hava kirliliği, insan, hayvan ve bitkiler olmak üzere tüm canlı sağlığını olumsuz etkiler. Özellikle gelişmekte olan devletlerin gereksinimi olan enerji ihtiyacının sonucundan ortaya çıkan hava kirliliğinin takibi, denetim altında tutulması ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için bu ve bunun gibi çalışmalar ile elde edilen veri tabanları ve buna bağlı oluşturulan zamansal ve mekansal analizleri büyük önem taşımaktadır.

Teşekkür

Çalışmaya katkılarından dolayı TÜBİTAK (Proje No:111Y319)'a ve hava kalitesi verilerini kullanımımıza açan T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, DOKAY'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Bartın İl Çevre Durum Raporu. Bartın Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013

Bolu İl Çevre Durum Raporu. Bolu Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013

Borge, R ve ark.,(2012) Emission Inventories and Modeling Activities for the Development of Air Quality Plans in Madrid (Spain), 20th USEPA International Emission Inventory Conference, Tampa,U.S.A

Brimblecombe, P., (1987) A History of Air Pollution in London Since Medieval Times, DOI: 10.2307/4050228

Clean Air Act (1956), Smoke Nuisance Abatement (Metropolis) Acts 1853, 1856, Public Health (London) Act 1891

Çankırı İl Çevre Durum Raporu. Çankırı Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013

VII. Atmospheric Science Symposium, 28,30 April 2015 İstanbul, www.atmosfer.itu.edu.tr

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2013) /17 No'lu Genelge
Devlet Planlama Teşkilatı Yakıt Tüketim Raporu (1995)
Düzce İl Çevre Durum Raporu. Düzce Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013. 1.A.3.b Road transportation
EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2013. 1.A.4 Small Combustion
EPDK LPG Piyasası Kasım 2014 Sektör Raporu,2014
Eskişehir İl Çevre Durum Raporu. Eskişehir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Guttikunda ,K.S ve Calori,G. (2013), A GIS based emissions inventory at 1 km × 1 km spatial resolution for air pollution analysis in Delhi, India, Atmospheric Environment, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2012.10.040
Karabük İl Çevre Durum Raporu. Karabük Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Kastamonu İl Çevre Durum Raporu. Kastamonu Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Kaynaklanan Hava Kalitesinde Beklenen Değişimlerin İncelenmesi, Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi ,2,1–10
Kentlerde Hava Kalitesi Değerlendirme Sisteminin Geliştirilmesi Projesi (KENTAIR) (2013), Ankara Hava Kalitesi Değerlendirme Raporu, Ankara Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü
Kılıç,A ve ark., (2014), Marmara Bölgesi' ndeki Hava Kirliliğinin Modellenmesi, Kirlilik Azaltımı ve Maruziyet Analizi, BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi Cilt 16(1) 27-46
Kırıkkale İl Çevre Durum Raporu. Kırıkkale Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Kırşehir İl Çevre Durum Raporu. Kırşehir Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Kütahya İl Çevre Durum Raporu. Kütahya Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. 2013
Napalenok, L.S., (2011), Dynamic evaluation of regional air quality model's response to emission reductions in the presence of uncertain emission inventories, Atmospheric Environment, DOI: 10.1016/j.atmosenv.2011.03.030
Reyna,J.L ve ark., (2014) Improving the Accuracy of Vehicle Emissions Profiles for Urban Transportation Greenhouse Gas and Air Pollution Inventories, Environmental Science Technology, DOI: 10.1021/es5023575
Tuna,G ve Elbir,T., (2013), Kanal İstanbul Projesi Sonrası İstanbul Boğazı'nda Gemi Trafığından TÜİK Motorlu Kara Taşıtları İstatistikleri, 2013
U.S. EPA Principles of Environmental Impact Assessment Review: Chapter 3-Overview of the Reviewer's Responsibilities, 1998