

İSKENDERUN KÖRFEZİ BÖLGESİNDEKİ EMİSYON ENVANTERİNİN İNCELENMESİ

M. Tahir CHAUDHARY, Aysel ATIMTAY (*)

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 06531 Ankara

ÖZET

Ülkemizde İskenderun Körfezi civarındaki bölge Demir-Çelik Endüstrisinin en yoğun olduğu bölgedir. Türkiye'nin 2. büyük Demir-Çelik Endüstrisi olan İSDEMİR bu bölgede bulunmaktadır. Ayrıca yine aynı bölgede bir çok haddehaneler üretim yapmaktadır. Emisyonlar açısından hiçbir önlemin alınmadığı bölgede, hava kirliliği önemli boyutlara ulaşmıştır. Bu kirlilik, ortamdaki insanları ve bitkileri olumsuz yönde etkilemektedir. 2000 yılı nüfus sayımına göre bölgenin nüfusu 415 000 dir. Bu bölge Türkiye'nin "narenciye deposu" olarak adlandırılmakta, yine birçok tarım ürünleri de bölgede yetiştirilmektedir.

Bu çalışmada, ilk kez bu bölgede emisyon envanteri yapılmıştır. Envantere endüstriyel, evsel ısınma ve trafikten (otoyol ve şehiriçi yollar) kaynaklanan emisyonlar dahil edilmiştir. İncelenen kirleticiler PM (TSP), SO₂, NO_x, ve CO dur. Endüstriyel kaynaklardan çıkan emisyon miktarları bacagazı ölçümleriyle tayin edilmiştir. Evsel kaynaklardan ve trafikten kaynaklanan emisyonlar ise emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma sonuçlarına göre PM, SO₂, NO_x, ve CO nun yıllık emisyonları sırasıyla 19,824 ton, 40,833 ton, 7,769 ton, ve 80,877 ton olarak bulunmuştur. Endüstri sektöründen kaynaklanan emisyonlar toplam emisyonların yaklaşık %95 ini oluşturmaktadır. Diğer kaynaklardan oluşan emisyonlar da ayrıntılı olarak incelenmiş ve toplam emisyon miktarlarına katkıları hesaplanmıştır.

ABSTRACT

Iskenderun Gulf Region is the most industrialized region of the Southeast Turkey. The second largest integrated iron and steel works of Turkey is located in this region. There are also several re-rolling steel mills. Air pollution control is not applied in the region and has become an alarming problem. The population in this area is about 415 000 and the region is regarded as citrus depot of Turkey. Also there are fertile lands in the northern part of the region.

In this study, an emission inventory has been done in this region for the first time. The types of sources included in this study were industrial, domestic heating and traffic on inter-city as well as urban roads. Pollutants included were Particulate Matter (PM), SO₂, NO_x, and CO. The emissions from industrial sources were determined by stack gas measurements, and from domestic and traffic sources emissions were calculated by using emission factors.

The results of the emission inventory revealed that the annual emissions of PM, SO₂, NO_x, and CO were 19,951 tons, 40,833 tons, 10,764 tons, 109,938 tons and 5665 tons, respectively.

(*) aatimtay@metu.edu.tr

Industrial sector was responsible for more than 95% of the total emissions of PM and SO₂. Traffic sources were responsible for 31% of NO_x and 27% of CO in the total annual emissions from the Iskenderun Region.

ANAHTAR SÖZCÜKLER

Hava kirliliği, Emisyon envanteri, İskenderun Bölgesi, SO₂, PM, NO_x, CO kirliliği

GİRİŞ

İnsan sağlığı ve mutluluğu için “temiz hava” en temel girdilerden biridir. Fakat hava kirliliği endüstrileşme süreci içinde alarm veren problemlerden biri olmuştur. 1992 Rio Konferansı’nda kabul edilen “Agenda 21” hava kirliliğinin kontrol edilmesi gerektiğinin altını çizmiştir. Emisyonların yeterli kontrolü yapılmadığı zaman, endüstri en önemli kirlilik kaynağı olmaktadır. Dolayısı ile, endüstriyel tesisler kendi çalışanlarının, civarda yaşayan halkın veya bu endüstriden çok daha uzak yerde yaşayanların sağlığı üzerinde negatif etkiler yapmaktadır. Bir ülkenin gelişmesi için demir-çelik endüstrisi en önemli ve gerekli temel endüstrilerden biridir. Diğer taraftan ise, demir-çelik endüstrisi en fazla hava kirliliği yaratan endüstrilerdendir. Aynı zamanda bu endüstri sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratan endüstriler sınıfına dahil edilmiştir (WHO, 2000).

Ülkemizde İskenderun körfezi civarındaki bölge, Güneydoğu-Anadolu Bölgesinin en fazla endüstrileşmiş yöresidir. İskenderun şehrinin 17 km kuzeyinde Türkiye’nin ikinci büyük entegre demir-çelik tesisi olan İSDEMİR bulunmaktadır. İsdemir’in yıllık üretim kapasitesi 2.200.000 tondur. Türkiye’deki toplam demir-çelik üretim kapasitesinin %37’si İsdemir’de bulunmaktadır. Aynı bölgede birisi İsdemir’in güneyinde, iki tanesi de kuzeyinde olmak üzere 3 adet Organize Sanayi Bölgesi bulunmaktadır. Özellikle demir-çelik haddehaneleri Organize Sanayi Bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu haddehaneler bölgedeki toplam çelik üretiminin %65’ini sağlamaktadır. %45’i de İSDEMİR tarafından üretilmektedir.

Bu çalışmanın amacı;

1. İskenderun için emisyon envanterini hesaplamak
2. Yörede bulunan çeşitli endüstrilerin bölgedeki hava kalitesine ne ölçüde katkı yaptıklarını ortaya çıkarmaktır.

Daha sonraki hedef de, bu emisyon envanterinden yararlanarak ve bir dağılım modeli kullanarak yer seviyesi kirletici konsantrasyonlarını hesaplamak ve kirlilik haritalarını çıkarmaktır.

MATERYAL ve METOD

İskenderun Bölgesinin Karakteristik Özellikleri

İskenderun Bölgesi, Akdeniz ve Amanos dağları arasına sıkışmış dar bir kıyı bölgesidir. İskenderun körfezi bölgenin batısında yer almakta, doğusunda da Amanos dağları bazı yerlerde 1700 m’ye kadar yükselmektedir. Bu bölgede DİE’nin 2002’de yayınladığı bilgilere göre 415.000 kişi yaşamaktadır. Bölge kuzeye doğru genişlemekte ve verimli bu ova haline gelmektedir. Dört yol ve civarı Türkiye’nin narenciye deposu olarak bilinmektedir.

Bölgedeki en önemli yerleşim merkezleri İskenderun, Dört yol ve Payas’tır. Bu merkezlerin nüfusları sırasıyla 160.000, 54.000 ve 32.000’dir. Geri kalan 169.000 kişi kasaba ve köylerde

yaşamaktadır. İskenderun civarında 3 adet Organize Sanayi Bölgesi ve bu bölgeler içinde de çok sayıda demir-çelik haddehaneleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada, tüm emisyon kaynakları gözönüne alınarak İskenderun Körfezi Bölgesi için bir emisyon envanteri hazırlanmıştır. Bu envantere tüm endüstriyel kaynaklar, İsdemir ve civarındaki Organize Sanayi Bölgesi, evsel ısınma kaynakları (kırsal ve kentsel) göz önüne alınmıştır. Ayrıca, bu envantere İskenderun-Adana karayolundan (E-5) ve İskenderun-Adana oto yolundan kaynaklanan emisyonlar ile, İskenderun, Payas ve Dört Yol'daki şehir trafiğinden kaynaklanan emisyonlar da dahil edilmiştir. Hava kirliliği parametreleri olarak 4 ana kirlenici parametre gözönüne alınmıştır. Bunlar; PM, SO₂, NO_x ve CO'dur. Ayrıca VOC emisyonları için de bir hesaplama yapılmıştır. Endüstriyel kaynaklardaki kirlilik, endüstrilerdeki bacalarda tek tek emisyon ölçümleri yaparak tesbit edilmiştir. Evlerden ve trafikten kaynaklanan emisyonların hesabı için de CORINAIR Emisyon faktörleri kullanılmıştır.

Endüstriden Kaynaklanan Emisyonlar

Çalışma alanında birçok demir ve çelik üreten tesisler, ayrıca bir de çimento Öğütme ve Paketleme tesisi bulunmaktadır. Demir-çelik üreten tesislerin bacalarından çıkan emisyonları belirlemek için, tüm bacalarda Ekim-Kasım 2001 tarihlerinde üç ay boyunca ölçümler yapılmıştır. Bu tesisler içinde en büyüğü İSDEMİR'dir. İSDEMİR, demir cevheri ve kömürü hammadde olarak kullanarak ham demir ve çeşitli çelikler üretmektedir. Bölgedeki tüm diğer metal endüstrileri, ya İsdemir'in ürettiği ham demiri, dökme demiri, ya da hurda demiri işlemektedir ve yakıt olarak 6 nolu Fuel Oil kullanmaktadır. Bazı tesislerde elektrik ark ocakları vardır. Bacagazı ölçümleri yapılan tesislerin isimleri aşağıda verilmiştir:

- İSDEMİR, İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.
- YAZICI Demir Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- NURSAN Çelik Sanayi ve Haddecilik A.Ş.
- KOÇ Haddecilik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- ATAKAŞ ŞAHİN Çelik Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- PAY Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş.
- İLHANLAR Haddecilik Sanayi ve Demir Ticaret Ltd. A.Ş.
- YOLBULAN Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş. Unit A.
- YOLBULAN Metal Sanayi ve Ticaret A.Ş. Unit B.
- TOSYALI Demir Çelik Sanayi A.Ş.

Emisyon Ölçümlerinde Kullanılan Ekipmanlar

Bacagazı ölçümlerinde aşağıda belirtilen ekipmanlar kullanılmıştır:

- MRU 95/3CD-Baca Gazı Analiz Cihazı: Bu cihaz taşınabilir ve TÜV tarafından onaylanmış, elektrokimyasal sensörlerle çalışan bir cihazdır. Ölçülen parametreler: CO, SO₂, NO_x, O₂, gaz sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve kurumdur.
- ZAMBELLI Model 6000 cihazı, bacagazında izokinetik toz ölçümleri için kullanılmıştır. Aynı zamanda bacagazı hızı da bu ölçüm sırasında Darcy tüpü kullanılarak yapılmaktadır.

Bacaların Karakteristikleri

Çalışma kapsamına giren bacaların temel özellikleri aşağıda özetlenmiştir:

A. İSDEMİR Tesisinin Bacaları

İSDEMİR tesislerinde toplam olarak 6 ünite vardır:

1. Kok ve kok ürünleri ünitesi
2. Sinter ünitesi

3. Yüksek fırınlar
4. Çelik üretim ünitesi
5. Haddehaneler
6. Enerji üretim ünitesi

Bu ünitelerde toplam olarak 57 baca bulunmaktadır. Bu bacaların iç çapları 0.6 - 20 metre arasında değişmektedir ve yer seviyesinden yükseklikleri de 6 - 187 metre arasındadır. Atmosfere en çok kirletici atan bacalar kok, sinter, yüksek fırın ve enerji ünitesi bacalarıdır. Bacalardaki gaz hızı 3-35 m/s arasında değişmektedir.

B. Diğer Endüstrilerin Bacaları

Diğer endüstrilerde, Yazıcı tesisi hariç, her tesis başına bir baca vardır. Yazıcı'nın 6 bacası bulunmaktadır. Bu tesislerin birçoğunda baca iç çapları 2.2 m dir. Baca yükseklikleri de yer seviyesinden itibaren 20-25 m arasında değişmektedir. Baca gazı hızı 7-11 m/s arasındadır. Çimento Öğütme ve Paketleme tesisi olan OYSA'da 12 baca bulunmaktadır. Diğer endüstriler kapsamına giren tüm tesislerdeki toplam baca sayısı 26 dır.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Endüstri Kaynaklı Emisyonlar

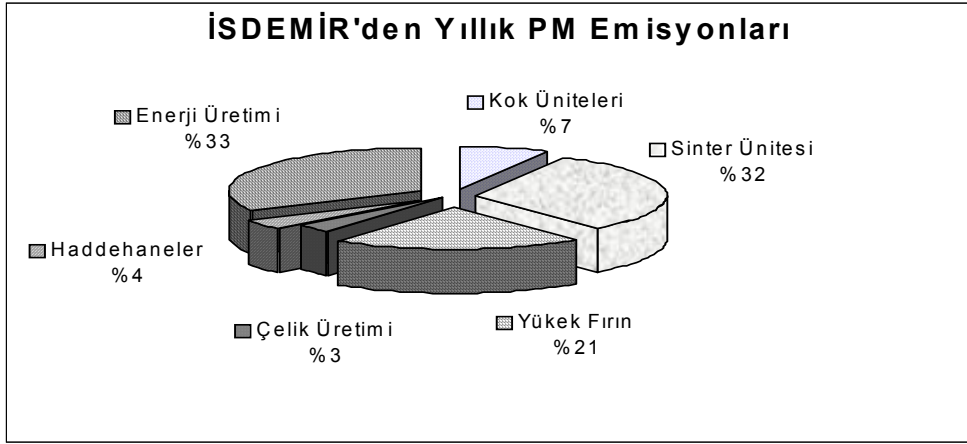
A. İsdemir

İsdemir'deki emisyon ölçümlerinden değişik ünitelerden kaynaklanan emisyon yükleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 1 de verilmiştir. Verilen sonuçlar kg/saat ve ton/yıl cinsindedir. Birimler arasındaki çevrim için tesisin günde 24 saat, yılda 330 gün çalıştığı göz önüne alınmıştır. Tesiste yılda bir ay süreyle bakım-onarım yapılmaktadır.

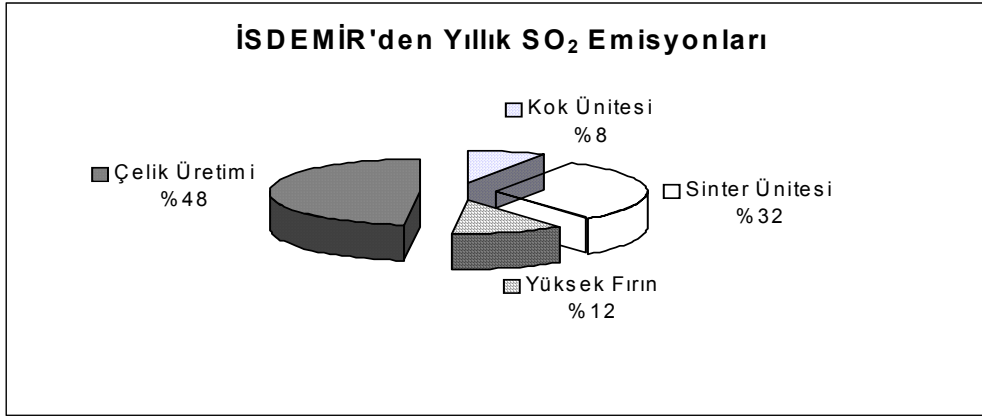
Tablo 1. İSDEMİR'deki bacalardan çıkan yıllık emisyon yükü

Ünite	PM (kg/h)	SO ₂ (kg/h)	NO _x (kg/h)	CO (kg/h)	PM (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)
Kok ve Yan Ürünler	177	341	109	1265	1403	2704	866	10019
Sinter	758	1308	129	4043	6002	10359	1022	32021
Yüksek Fırın	512	-	46	4192	4054	-	364	33197
Çelik Üretim	64	-	12	549	505	-	95	4349
Haddehaneler	102	491	96	-	805	3890	758	-
Enerji Üretimi	788	2006	427	-	6239	15884	3384	-
Toplam	2400	4146	820	10049	19009	32836	6490	79585

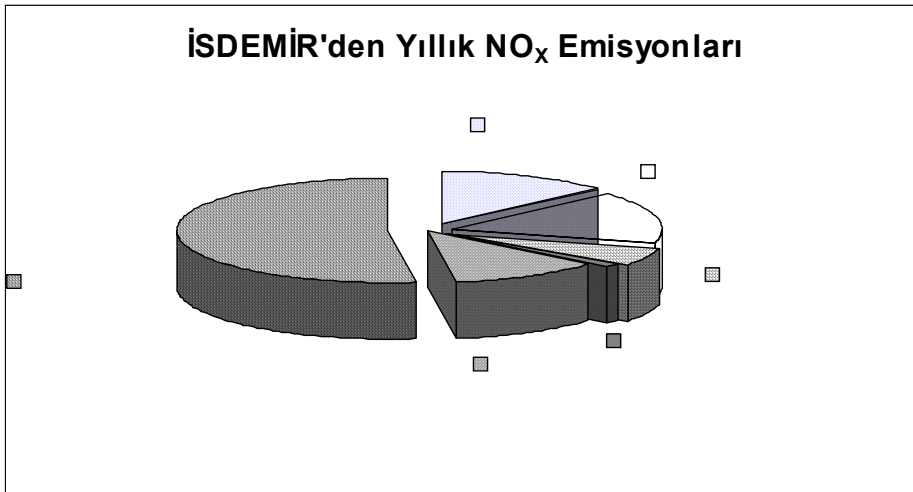
Tablodaki değerlerden görüldüğü gibi en yüksek kirlilik yükü 79 585 ton/yıl ile CO'dan gelmektedir. Bunu 32 836 ton/yıl ile PM ve 19 009 ton/yıl ile SO₂ izlemektedir. En düşük kirlilik yükü 6 490 ton/yıl ile NO_x e aittir. Kirlilik yüklerinin İsdemir'deki değişik üniteler arasındaki % dağılımı Şekil 1, 2, 3, 4 ve 5 de gösterilmiştir.



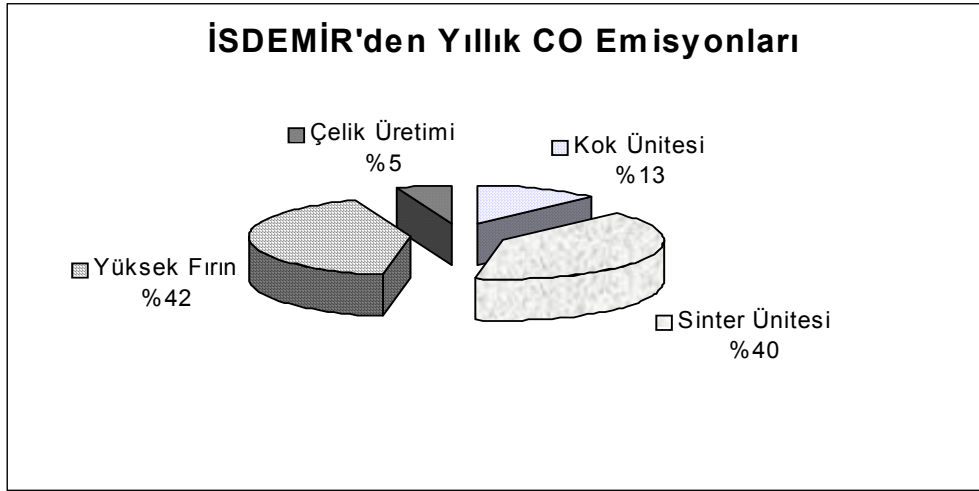
Şekil 1. İSDEMİR'deki değişik ünitelerin yıllık PM emisyonlarına katkıları



Şekil 2. İSDEMİR'deki değişik ünitelerin yıllık SO₂ emisyonlarına katkıları



Şekil 3. İSDEMİR'deki değişik ünitelerin yıllık NO_x emisyonlarına katkıları



Şekil 4. İSDEMİR'deki değişik ünitelerin yıllık CO emisyonlarına katkıları

Yukarıdaki şekillerden yıllık PM emisyonlarının en fazla %33 ile enerji üretimi ve %32 ile sinter ünitesinden kaynaklandığı görülmektedir. Yıllık SO₂ emisyonlarının ise %48 i çelik üretimi, %32 de sinter tesisinden gelmektedir. Yıllık NO_x emisyonlarında en büyük pay %52 ile enerji üretim tesislerine aittir. CO emisyonlarında da sırası ile %42 ve %40 ile yüksek fırın ve sinter ünitesi başta gelmektedir. Aslında, CO emisyonları kayıplarının bu kadar yüksek olması büyük bir enerji kaybı demektir. Her g CO'nun 10.1 KJ enerji ihtiva ettiği düşünülürse, yıllık 79 585 ton CO emisyonu 8.04×10^{11} kJ (1.923×10^{11} kcal) enerji kaybı demektir. Bu da 19 605 TEP (ton eşdeğer petrol) enerjiye eşdeğerdir. Bu kayıp muazzam bir enerji kaybı demektir.

İSDEMİR'deki Emisyonların Diğer Demir-Çelik Endüstrileri ile Karşılaştırılması

Daha önceki kısımlarda açıklandığı gibi Türkiye'de 3 adet entegre Demir-Çelik endüstrisi vardır. Bunlar ERDEMİR, İSDEMİR ve KARDEMİR'dir. Bu tesislerden Erdemir'in emisyon faktörleri yazışma ile temin edilmiş ve İsdemirin emisyon faktörleri ile karşılaştırılmıştır (İsdemir, 2002). Karşılaştırma sonuçları Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 2. ERDEMİR ve İSDEMİR'deki emisyonların karşılaştırılması

Endüstri	Üretim, Ton/yıl (2001)	Ünitede	Emisyonlar (g/kg ürün)			
			PM	SO ₂	NO _x	CO
ERDEMİR		Kok	0.25	1.45	0.92	2.70
		Sinter	0.50	1.09	1.09	17.81
İSDEMİR	1,303,331	Kok	1.08	2.07	0.66	7.69
	2,154,969	Sinter	2.79	4.81	0.47	14.86

Tabloda görüldüğü gibi İsdemir'de kok ve sinter ünitelerinden kaynaklanan PM emisyonları, Erdemir'deki aynı ünitelerden kaynaklanan PM emisyonlarından 4 ve 6 kat daha fazladır. İsdemir'deki yüksek PM emisyonları toz kontrol ünitelerinin ya hiç çalışmadığını veya önemli bir bakıma ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Erdemir'in özelleştirilmesinden sonra önemli yatırımlar yapılmış ve emisyonlar büyük ölçüde azaltılmıştır. Aynı düzeltmelerin İsdemir'de de yapılması gereklidir.

Benzer karşılaştırmalar SO₂, NO_x, ve CO için de yapılabilir. İsdemir'deki Sinter ünitesinden kaynaklanan SO₂ emisyonu, Erdemir'dekinden 5 kat fazladır. Her iki tesiste de BGD sistemi yoktur. Kullanılan demir cevheri içindeki kükürt miktarının bunda etkili olduğu düşünülmektedir.

B. Diğer Endüstrilerden Kaynaklanan Emisyonlar

İskenderun Bölgesinde İsdemir'den başka diğer endüstrilerden kaynaklanan emisyonlar da yine baca gazı ölçümleri ile tesbit edilmiştir. CO, SO₂, NO_x and PM'in baca gazı konsantrasyonları ölçülmüştür. Toplam hidrokarbon emisyonlarını ölçülemediği, ancak bunlar emisyon faktörleri yardımıyla hesaplanabilmektedir. Bu endüstriler için yıllık emisyon yükleri, yine İsdemir için yapılan hesaplama benzer olarak yapılmış ve sonuçlar Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3. Diğer endüstrilerden kaynaklanan emisyon yükleri

Endüstri	PM (kg/h)	SO ₂ (kg/h)	NO _x (kg/h)	CO (kg/h)	VOC (kg/h)	PM (t/yıl)	SO ₂ (t/yıl)	NO _x (t/yıl)	CO (t/yıl)	VOC (t/yıl)
Yazıcı Demir-Çelik	5.1	1.4	5.4	0.017	0.26	40.3	11	42.7	0.13	2.1
Nursan Çelik	3.4	515	15	20	0.32	14.7	2225	64.8	86.4	1.4
Koç Haddehane	0.8	161	11	1.4	0.32	3.5	696	47.5	6.0	1.4
Atakaş Şahin Çelik	2.2	347	62	0.3	0.26	11.6	1874	334.8	1.6	1.4
Pay Metal	0.1	14	2.8	0.25	0.25	0.3	36	7.5	0.7	0.7
İlhanlar Haddehane	1.6	368	43		0.31	4.3	994	116.1	0	0.8
Yolbulan Metal A	0.8	51	2.2	0.07	0.21	2.2	138	5.9	0.2	0.6
Yolbulan Metal B	0.7	97	2.9	0.83	0.21	1.9	262	7.8	2.2	0.6
Tosyalı Steel	1.5	210	65	9	0.26	4.1	567	175.5	24.3	0.7
Oysa Cement	2.6		0.3	4.97	0.06	11.2	0	1.4	21.5	0.3
TOPLAM	19	1764	210	37	2	94	6802	804	143	10

Tablo 3 de görüldüğü gibi, diğer endüstrilerden kaynaklanan emisyonlardan en büyük kirlilik yükü SO₂ den gelmektedir. Yıllık miktarı 6,802 ton/yıl dır. Bunu 804 ton/yıl ile NO_x izlemektedir. SO₂ yükünün fazla olmasının nedeni diğer endüstrilerde Yazıcı hariç hepsinde yakıt olarak 6 nolu Fuel oil kullanılıyor olmasıdır. Fuel oilin kükürt içeriği %6 dır. Bu yakıt Batman Rafinerisinden gelmektedir ve rafineri bölgeye yakın olduğundan bölgenin yakıt ihtiyacı buradan sağlanmaktadır. 6 nolu fuel oil Çevre Bakanlığı tarafından endüstrilerde kullanılması yasaklanmış bir yakıt olmasına rağmen, bu bölgede hala kullanılmaya devam edilmektedir.

Toplam Endüstriyel Emisyonlar

Endüstriden kaynaklanan toplam emisyon miktarları Tablo 4 de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi İskenderun bölgesinde atmosfere atılan CO miktarı 88,169 tons/yıldır. Bunu sırasıyla SO₂, PM ve NO_x izlemektedir. Miktarlar sırasıyla 42,677 ton/yıl, 21,124 ton/yıl ve 7,962 ton/yıldır.

Tablo 4. Endüstriden kaynaklanan toplam yıllık emisyon miktarları

Endüstri	PM (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	VOC (ton/yıl)
İSDEMİR	19,009	32,836	6,490	79,585	208
Diğer Endüstriler	94	6,802	804	143	10
Toplam	19,103	39,638	7,295	79,728	218
İSDEMİR	99.5%	82.8%	89.0%	99.8%	96.0%
Diğer Endüstriler	0.5%	17.2%	11.0%	0.2%	4.0%

Tablodan yıllık toplam PM, CO ve VOC emisyonlarının %99 dan fazlasının İsdemir'den kaynaklandığı görülmektedir. Ayrıca, SO₂ ve NO_x emisyonlarının da %82 den fazlası da İsdemir kaynaklıdır. Diğer endüstrilerin toplam emisyonlardaki katkıları azdır.

Evsel Kaynaklı Emisyonlar

Emisyonların ikinci önemli kaynağı kış mevsimi boyunca yapılan evsel ısıtmadır. Bu kaynaktan oluşan emisyonlar kışın şiddetli geçmesi, nüfus yoğunluğu, ısıtma için kullanılan yakıtın cinsi ve kalitesi, kullanılan yakıcı tipi gibi birçok parametreye bağlıdır. Üzerinde çalışılan bölge için bu tür parametrelere ait bilgiler aşağıda isimleri verilen belediyelerden alınmıştır: İskenderun, Bekbele, Denizciler, Sarıseki, Karayılan, Payas ve Dörtüol'dur. Belediyelerden toplanan bilgiler o yerleşim bölgesinde kaç hane olduğunu, hanelerin % kaçının kömür, % kaçının fuel oil kullandıklarını ve kullanılan yakıtın miktarını da içermektedir. Elde edilen bilgilerin özeti Tablo 5 ve 6 da verilmiştir. Nüfus ve hane sayılarından ortalama olarak bir hanede 5.2 kişinin yaşadığı hesaplanmıştır.

Tablo 5. İskenderun bölgesindeki yerleşim bölgeleri ile ilgili bilgiler (Kaynak: İlgili Belediyeler).

Şehir/Kasaba	Nüfus	Hane Sayısı	Hanedeki ortalama nüfus
İskenderun Şehri	164,600	31200	5.3
Bekbele	14,200	2800	5.1
Denizciler	20,645	4000	5.2
Sarıseki	5,000	1036	4.8
Karayılan	15,300	3000	5.1
Payas	32,000	5254	6.1
Dörtüol	52,000	10145	5.1
Toplam	303,745	57,435	Ortalama = 5.2

Tablo 6. Değişik yerleşim bölgelerinde kömür ve fuel oil kullanan hanelerin yüzde oranları (Kaynak: İlgili Belediyeler).

Şehir/Kasaba	Toplam hane sayısı	Isınma için kömür kullanan hane % si	Isınma için fuel oil kullanan hane % si	Kış mevsiminde hane başına kullanılan kömür/fuel oil miktarı (ton)
İskenderun Şehri	31,200	60	10	1
Bekbele	2,800	65		0.75-1
Denizciler	4,000	65		1
Sarıseki	1,036	65		1
Karayılan	3,000	20		1
Payas	5,254	65		0.75-1
Dört Yol	10,145	65	10	0.75-1
Toplam	57,435			

Tablo 6 dan görüldüğü gibi İskenderun bölgesindeki hanelerin %60-65 inde kömür, %10 unda fuel oil kullanılmaktadır. Hane başına kullanılan kömür miktarı ortalama olarak 1 tondur. Emisyon hesaplamalarında bu miktar kullanılmıştır. Geri kalan %75 in de elektrik veya LPG kullandığı varsayılmıştır. İsdemir lojmanlarında oturanlar orada üretilen buhar ile ısındıklarından İskenderun-kırsal alan hane sayısından 2000 hanelik lojmanlar çıkarılmıştır.

Tablo 7. İskenderun ve Dört Yol'un nüfusu ve hane bilgileri

Yer	Nüfus (2000 yılında)	Toplam hane sayısı	Isınma için kömür kullanan hane sayısı	Isınma için fuel oil kullanan hane sayısı
Dört Yol (kent)	53,597	10,307	6,184	1,031
Dört Yol (kırsal)	72,661	13,973	9,083	
İskenderun (kent)	159,149	30,606	18,363	3,064
İskenderun (kırsal)	128,235	24,661	14,600	
Toplam	413,642	79,547	48,231	4,095

Yakıt olarak kullanılan kömürde S oranı %1-3 arasında değişmektedir. Toplam olarak 48 231 hanede yılda 45 000 ton kömür yakıldığı, 4095 hanede de yılda 4100 ton fuel oil yakıldığı hesaplanmıştır. Fuel oilin S oranı %1.5 dur. Her hanede baca gazı ölçümü yapılması çok zor olduğu için hanelerden kaynaklanan değişik emisyonların hesaplanması için emisyon faktörleri kullanılmıştır. Kullanılan emisyon faktörleri Tablo 8 de verilmiştir (CORINAIR, 1999).

Her bir kirletici için yıllık emisyon miktarları aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır:

$$\text{Emisyon miktarı (ton/yıl)} = (\text{Kullanılan kömür miktarı (ton/yıl)}) * (\text{Emisyon faktörü (kg kirletici/ton kömür)} * 10^3)$$

Tablo 8. Eysel kaynaklardan gelen emisyonları hesaplamak için kullanılan emisyon faktörleri

Yakıt	Emisyon Faktörleri					
	Birimler	PM	SO ₂	NO _x	CO	VOC
Kömür	kg/ton	1.5 * A	15 * S	2.9	1	2.5
Fuel oil	kg/m ³	0.3	17.24 * S	2.2	0.6	0.3

A: kömürdeki kül yüzdesi (% ağırlıkça), S: Yakıttaki kükürt yüzdesi (% ağırlıkça)

Fuel oil yanmasından kaynaklanan emisyonları hesaplamak için de benzer yöntem izlenmiş ve yıllık emisyon miktarları hesaplanmıştır. Corinair emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanan emisyonlar Tablo 9 da verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi en fazla emisyon 1195 ton/yıl ile SO₂ emisyonudur. Daha sonra 696 ton/yıl ile PM gelmektedir. Daha da sonra NO_x ve CO görülmektedir.

Tablo 9. Eysel ısınmadan kaynaklanan emisyonlar

Yer	PM (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	VOC (ton/yıl)
Dört Yol (kent)	93	172	20	6	15
Dört Yol (kırsal)	134	209	25	8	22
İskenderun (kent)	283	524	60	18	47
İskenderun (kırsal)	185	289	35	11	30
Toplam	696	1,195	140	42	114

Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar

Trafikten kaynaklanan emisyonlar hem şehir içi, hem de şehirlerarası trafik göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Şehir Trafiklerinden Kaynaklanan Emisyonlar. İskenderun Bölgesindeki yerleşim alanları İskenderun, Dört Yol ve Payas'tır. Bu yerleşim alanlarında trafikteki araç sayısını gösteren sağlıklı bir veri bulunamamıştır. Ulaşılabilen tek veri kayıtlı bulunan araç sayısıdır. Ayrıca Karayolları Genel Müdürlüğünden E5 karayolu ve Adana-İskenderun otoyolu üzerinde yapılan trafik sayımları da temin edilmiştir. Bu sayımlara göre gece trafiği gündüz trafiğinin %17 si kadardır. Ayrıca, İskenderun'da kayıtlı araçların yaklaşık %45 inin, Dört Yol ve Payas'ta da % 20 sinin aktif trafikte olduğu varsayılmıştır.

Tablo 10. Şehir trafiklerinden kaynaklanan emisyonlar

Şehir	Kayıtlı araç sayısı (2001)	Emisyonlar (ton/yıl)			
		PM	NO _x	CO	VOC
İskenderun	45,436				
Dört Yol	9,923	54	2,419	24,975	4,462
Payas	5,923	7	314	3,237	578
		3	116	1,203	215
Toplam	45,436	64	2,849	29,415	5,255

Şehirlerarası Trafikten Kaynaklanan Emisyonlar. İskenderun bölgesinde, bölgeyi kuzey-güney doğrultusunda geçen iki ana yol vardır:

1. İskenderun – Adana (E-5) Karayolu

2. İskenderun – Adana Otoyolu

Bu bölgedeki tüm şehirlerarası trafik bu iki yol vasıtası ile sağlanmaktadır. Çünkü bu iki yol bölgeyi ülkenin diğer bölgelerine bağlayan yoldur. Yoldaki trafik sayımı bilgileri Ankara’da Karayolları Genel Müdürlüğünden alınmış ve Tablo 11 de verilmiştir. Bu yolda seyir eden araçların toplam mesafe olarak, çalışma alanının %60 ını katettikleri varsayılmıştır. Çünkü bu yolda seyir eden araçların tümü yolu kuzeyden güneye kadar gitmemektedir.

Tablo 11. İskenderun – Adana karayolu ve otoyolu üzerindeki trafik sayımı (Kara Yolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2002).

Araç cinsi	Günlük ortalama araç sayısı	
	Karayolu (E5)	Otoyol
Araba	1,975	2,007
Pickup	942	286
Minibüs	1,034	574
Kamyon	3,046	1,093
Otobüs	155	296
Toplam	7,152	4,256

Otoyol üzerinde seyreden trafikten kaynaklanan emisyonlar Corinair emisyon faktörleri kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 12 de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi trafik kaynaklı emisyonlar arasında en fazla salınan NO_x ve CO dur.

Tablo 12. İskenderun-Adana arasındaki karayolu ve otoyoldan kaynaklanan trafik emisyonları

Yol	PM (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	VOC (ton/yıl)
Karayolu	62	307	420	45
Otoyol	27	173	333	32
Toplam	89	480	753	78

Trafikten Kaynaklanan Toplam Emisyonlar. Toplam olarak şehiriçi ve şehirlerarası trafikten kaynaklanan emisyonlar kirletici parametrelerine göre Tablo 13 de verilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi CO en fazla trafikten kaynaklanan emisyondur. Onun arkasından VOC ve NO_x gelmektedir. Bu şaşırtıcı bir sonuç değildir. Hesaplanan toplam miktarın önemli bir yüzdesi daha fazla dur-kalkın olduğu şehiriçi trafikten kaynaklandığı görülmektedir.

Tablo 13. Trafikten kaynaklanan toplam emisyonlar

Kaynak	PM (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	VOC (ton/yıl)
İskenderun Şehri	54	2,419	24,975	4,462
Dört Yol Kasabası	7	314	3,237	578
Payas Kasabası	3	116	1,203	215
İskenderun-Adana Karayolu	62	307	420	45
İskenderun-Adana Otoyolu	27	173	333	32
Toplam	153	3,329	30,168	5,332

SONUÇLARIN ÖZETİ

İskenderun Bölgesindeki Toplam Emisyonlar

Endüstriyel, evsel ısınma ve trafik araçlarından kaynaklanan tüm emisyonlar toplandığında elde edilen toplam yıllık emisyon miktarları Tablo 14 te, her bir emisyon kaynağının toplam emisyona katkısı da % olarak Tablo 15 de verilmiştir.

Tablo 14. Toplam yıllık emisyon miktarları

Kaynaklar	Toplam Emisyon Yüğü (ton/yıl)				
	PM (ton/yıl)	SO ₂ (ton/yıl)	NO _x (ton/yıl)	CO (ton/yıl)	VOC (ton/yıl)
Endüstriyel	19,103	39,638	7,295	79,728	218
Evsel Isınma	696	1,195	140	42	114
Trafik	153	-	3329	30,168	5332
Toplam	19,952	40,833	10,764	109,938	5664

Tablo 15. Çeşitli emisyon kaynaklarının İskenderun Bölgesindeki toplam emisyon miktarına katkıları

Kaynaklar	Kaynakların Toplam Yıllık Emisyona Katkıları				
	PM (%)	SO ₂ (%)	NO _x (%)	CO (%)	VOC (%)
Endüstriyel	95.75	97.07	67.77	72.52	3.85
Evsel Isınma	3.49	2.93	1.30	0.04	2.01
Trafik	0.76		30.93	27.44	94.14

Yukarıda Tablo 14 ve 15 de görüldüğü gibi incelenen İskenderun Bölgesi endüstriyel emisyonların çok fazla olduğu bir bölgedir. Toplam PM ve SO₂ emisyonlarının %95-97 si, NO_x emisyonlarının %68 i, CO emisyonlarının %72.5 u endüstriden kaynaklanmaktadır. Bu arada evsel ısınmanın katkısı azdır, ancak özellikle kış aylarında oluşan emisyonların dağılımının iyi olmamasından kaynaklanan bir hava kirliliği problemi vardır. Buna karşın trafikten kaynaklanan NO_x kirliliği toplamda azımsanmayacak bir yüzdeyi, %31, oluşturmaktadır. CO yüzdesi ise %27.5 dur. VOC emisyonlarının %94 ü de trafik kaynaklıdır. Ancak, emisyon faktörleri ile hesaplanan emisyon miktarlarında biraz daha dikkatli olmak gerektir.

KAYNAKLAR

CORINAIR. Emission Inventory Guidebook-3rd Edition, EEA (European Environment Agency), Copenhagen, 1999.

Turkish Air Quality Protection Regulation (TAQPR). Official Gazette numbered 16269, Ankara: MOE (Ministry of Environment Ankara, Turkey), 1986.

WHO. Air Pollution, Fact Sheet No. 187, World Health Organization Geneva, Switzerland, 2000.