



**KOCAELİ İLİ'NDE KONUTLARDAN KAYNAKLANAN  
NO<sub>x</sub> EMİSYON ENVANTERİ**

**(EMISSION INVENTORY FOR NO<sub>x</sub> EMISSIONS  
FROM RESIDENTIAL BUILDINGS IN KOCAELI)**

**Şenay ÇETİN\*, Savaş AYBERK\*, Aykan KARADEMİR\***

**ÖZET/ABSTRACT**

Bu çalışmada Kocaeli İli'nde konutlardan kaynaklanan NO<sub>x</sub> emisyonları envanterlenmiştir. Elde edilen envanter, veri eksikliği ile doğru ve kaliteli verilerin elde edilmesindeki zorluklardan ötürü hedeflenen kalitede olmasa bile, il genelinde konutlardan kaynaklanan NO<sub>x</sub> kirliliği ile ilgili değerlendirme yapılabilecek detaydadır. Çalışma sonunda Kocaeli İli'nde konutlarda 574.245 ton linyit, 237.101 ton odun, 61.756 ton doğal gaz, 11.452 ton fuel oil (özel kalorifer yakıtı) ve 1153 ton LPG kullanıldığı görülmüştür. Bu tüketimlere bağlı olarak da yılda yaklaşık 2009 ton NO<sub>x</sub> emisyonunun atmosfere verildiği hesaplanmıştır. En önemli pay 934 ton NO<sub>x</sub> emisyonunun atmosfere verildiği Gebze İlçesi'ne aittir. Diğer İlçeler olan Merkez'de 437 ton, Derince'de 231 ton, Körfez'de 126 ton, Gölcük'te 117 ton, Kandıra'da 85 ton ve Karamürsel'de 79 ton NO<sub>x</sub> emisyonunun atmosfere verildiği belirlenmiştir.

*NO<sub>x</sub> emissions from residential buildings in Kocaeli are estimated in the study. Although the inventory provided in the study has some deficiencies due to the lack of data and the difficulties in obtaining reliable and accurate data, its scope and reliability is sufficient to enable the assessment of NO<sub>x</sub> pollution caused by residential heating in the total area of Kocaeli. The study showed that total amounts of 574,245 tons of lignite, 237,101 tons of wood, 61,756 tons of natural gas, 11,452 tons of light fuel oil and 1153 ton of LPG are used in residential buildings in Kocaeli. The total NO<sub>x</sub> emission rate is calculated as 2009 tons per year based on the types and amounts of fuels used in the area. Gebze has the highest contribution to the total NO<sub>x</sub> emission rate, with 934 tons NO<sub>x</sub> per year. The NO<sub>x</sub> emission rates for the other areas are determined as 437, 231, 126, 117, 85 and 79 tons per year for İzmit Central, Derince, Körfez, Gölcük, Kandıra and Karamürsel, respectively.*

**ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS**

Emisyon envanteri, Hava kirliliği, Kocaeli, Azot oksit emisyonu  
*Emission inventory, Air pollution, Kocaeli, NO<sub>x</sub> emissions*

## 1. GİRİŞ

Hava kalitesindeki sorunların ana nedeni kentsel nüfusun artması ve buna bağlı olarak arazi kullanımındaki değişikliklerdir. Kentsel nüfusun hızla büyümesinin nedenleri ise, kentlere göç ve nüfus artışıdır. Bu büyümenin yarattığı olumsuz sonuçların başında hava kirliliği oluşturan emisyonlar gelmektedir (Mayer, 1999). EPA'ya göre hava kirliliğine sebep olan 6 temel kirletici kükürt dioksit (SO<sub>2</sub>), partikül madde (PM), azot oksit (NO<sub>x</sub>), karbon monoksit (CO), ozon (O<sub>3</sub>) ve kurşun (Pb)'dur (US EPA, 2005). Bu kirleticiler arasında SO<sub>2</sub> ve PM ölçümleri, Sağlık Bakanlığı bünyesinde, ülke genelinde 69 il ve 7 ilçede olmak üzere 76 yerleşim bölgesindeki toplam 198 istasyonda etkin bir şekilde gerçekleştirilmektedir (RSHM, 2004). Diğer kirleticiler ile ilgili ölçümler ise henüz yaygınlaşmamıştır. Kocaeli İli'nde de 1987 yılından bu yana SO<sub>2</sub> ve PM ölçümü sürekli olarak yapılmakta, ancak diğer kirletici ölçümleri henüz yapılmamaktadır.

Bu emisyonlar arasında NO<sub>x</sub> hariç diğerleri 1970'deki Temiz Hava Yasası'ndan bu yana önemli derecede azalırken, NO<sub>x</sub>'lerin bu periyottaki artış oranı %10 olmuştur (US EPA, 1998<sup>a</sup>). Dolayısıyla artış gösteren bu kirleticinin belirlenmesi oldukça önemlidir.

Hava kirliliğini belirleme ve önlemeye yönelik çalışmaların ilk adımı kirletici kaynaklardan atmosfere verilen kirletici maddelerin belirlenmesidir. Bu çalışma emisyon envanteri olarak bilinir. Emisyonların envanterlenmesi, alınacak önlemleri göstermesinin yanı sıra, geleceğe yönelik olarak yapılacak planlama çalışmalarına da katkı sağlayacaktır. Şöyle ki, baca yüksekliklerinin belirlenmesi, emisyon kısıtlamalarının planlanması, acil durum planlarının yapılması gibi konularda değerlendirilebilecek ve kararlar buna göre alınabilecektir (Tünay ve Alp, 1995).

Bu nedenle bu çalışma ile, hava kirliliğinin en önemli kaynaklarından biri olan konutlardan kaynaklanan NO<sub>x</sub> emisyonlarının envanterlenmesi ve bu emisyonu ilişkin genel bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Diğer kaynaklar olan trafik ve sanayi kuruluşlarından kaynaklanan NO<sub>x</sub> emisyonlarına, verilerin henüz temin edilememesi nedeniyle bu çalışmada yer verilmemiştir. İlerleyen günlerde hem emisyon envanteri tamamlanacak hem de belirlenecek istasyonlarda ölçüm yapılarak Kocaeli İli'nin NO<sub>x</sub> kirliliği yönünden mevcut durumu ortaya konacaktır.

### 1.1. Emisyon Envanteri

Bir bölgede hava kirlenmesine yol açan kaynaklardan atmosfere birim zamanda verilen kirletici madde miktarlarının belirlenmesi emisyon envanteri adını almaktadır. Emisyon envanteri çalışmaları genelde emisyon faktörlerinin belirlenmesi, modifiye edilmesi ve kullanılması suretiyle sürdürülür. Bu bakımdan emisyon faktörlerinin doğruluğu ile direkt ilgilidir. Dolayısı ile envanter çalışmalarının ağırlık merkezini emisyon faktörlerinin oluşturulması teşkil eder (Tünay ve Alp, 1995).

### 1.2. NO<sub>x</sub> Emisyonları

NO<sub>x</sub>'ler; azot monoksit (NO), azot dioksit (NO<sub>2</sub>), diazot oksit (N<sub>2</sub>O), diazot trioksit (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), diazot tetraoksit (N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), diazot pentaoksit (N<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) olmak üzere 6 farklı gazın karışımıdır. Ancak bunlardan hava kirleticisi olarak en önemli ikisi NO ve NO<sub>2</sub>'dir. Bunların atmosferde kalıcılık süresi yaklaşık 1-10 gündür.

Birçok kaynağı olmakla birlikte ana kaynağı fosil yakıtlar olan NO<sub>x</sub>'lerin çok çeşitli etkileri vardır. Solunumla ilgili hastalıklara neden olur. NO sinir sistemine etki ederek solunum felcine neden olurken, NO<sub>2</sub> akciğerlerdeki alveollerde irritasyona yol açar. Kentsel

bölgelerde PM<sub>2,5</sub> ve PM<sub>10</sub>'un oluşumuna katkıda bulunur. PM ışığı absorplayarak sis oluşumuna neden olur ve görüş mesafesini azaltır. Asidifikasyona neden olur. Bu da özellikle akuatik yaşamda, bitkilerde ve toprakta olumsuz değişimlere yol açar. Ötrofikasyona, dolayısıyla su kalitesinin bozulmasına neden olur. Malzemeler üzerine korozif etki yapar. O<sub>3</sub> oluşumunda önemli rol oynar. O<sub>3</sub> bilindiği gibi canlı yaşamını güneş radyasyonundan koruyucu özelliği ile atmosferin üst katmanlarında çok önemli bir işleve sahip olmasına rağmen, atmosferin yeryüzüne yakın katmanlarında zararlı bir gaz olarak kabul edilmektedir. Peroksi asetil nitrat (PAN) gibi kirleticilerin oluşumunda önemli rol oynar. PAN'lar yüksek sıcaklıkta kararsızdır hızla bozunur, ancak düşük sıcaklıklarda oldukça kararlıdır, bu yüzden serin ve yüksek bölgelerde uzun süre kalıcıdır. PAN'lar yüksek reaktivlikleri nedeniyle insan sağlığı üzerine zararlı etki yaparlar. Bu etki kendini göz yaşarması, solunum yolları mukozasının tahrişi ve sinir sisteminin etkilenmesi şeklinde gösterir (Davison ve Cape, 2003; Erisman vd., 2003; Galloway, 1998; Harrison, 1996; Kurvits ve Marta, 1998; Olivier vd., 1998; Shore, 2003; Watanabe vd., 1998; WHO, 2000; Vural, 1996).

### 1.3. Kocaeli

Kocaeli, özellikle körfez çevresi, sahip olduğu çok elverişli ekolojik özellikler, ulaşım olanakları ve coğrafi konumu nedeni ile sürekli olarak ilgi odağı olmuştur. Yoğun sanayileşme sonucu hızla gelişen Kocaeli İl'i ekonomik açıdan Türkiye'nin en ileri illerinden biridir. Sanayileşmeye bağlı olarak yöreye gelen göçler yörede yoğun bir nüfus artışı yaratmıştır. 1990 genel sayımlara göre 920.255 olan Kocaeli nüfusu yıllık %27,04'lük bir artışla 2000 yılında 1.206.085'e ulaşmıştır. Yoğunlaşan nüfus çarpık gelişen bir kent görüntüsü oluşturmuş ve çevre sorunlarını ortaya çıkarmıştır (Ayberk, 2002; DİE, 2000). İlçeler itibariyle yüzölçümü, toplam nüfus, nüfus yoğunluğu ve yıllık nüfus artış hızı Çizelge 1'de, bölgenin genel bir haritası ise Şekil 1'de görülmektedir.

Çizelge 1. İlçeler itibariyle nüfus yoğunlukları (DİE, 2000)

İlçe	Yüzölçümü (km <sup>2</sup> )	Toplam Nüfus	Nüfus Yoğunluğu	Yıllık Nüfus Artış Hızı (%)
İzmit Merkez	974	373.034	383	19,26
Derince	223	97.283	436	33,64
Gebze	604	421.932	699	49,53
Gölcük	199	107.615	541	-3,46
Kandıra	933	52.418	56	4,77
Karamürsel	258	48.508	188	18,91
Körfez	314	105.295	335	23,00
<b>TOPLAM</b>	<b>3.505</b>	<b>1.206.085</b>	<b>344</b>	<b>27,04</b>

## 2. YÖNTEM

Çalışmada, daha önceki benzer çalışmalarda açıklandığı gibi, bölgede yaşayan nüfus ve ısınma amaçlı tüketilen yıllık yakıt miktarları belirlenmiş, emisyon faktörleri kullanılarak havaya salınan NO<sub>x</sub> kirletici miktarı hesaplanmıştır. Emisyon faktörü birim ürün, birim hammadde veya birim yakıt başına oluşan kirletici kütlelerini ifade eden katsayılardır (Elbir vd., 2001).



Şekil 1. Kocaeli ili haritası

Nüfus değerleri T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü'nün 2000 yılı nüfus sayımı sonuçlarına dayanan istatistiklerden temin edilmiştir. Yakıt tüketimlerinin belirlenmesinde İl Çevre ve Orman Müdürlüğü ile Belediyelerden temin edilen bilgiler kullanılmıştır. Belirlenen yıllık yakıt tüketim miktarları ile emisyon faktörlerinin çarpılması sonucu toplam emisyon miktarı hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan EPA emisyon faktörleri ve emisyon faktör sınıfları Çizelge 2'de verilmiştir. Emisyon faktör sınıfı; güvenilirliğin belirtisidir. Bu oran, faktörün geliştirilmesi için kullanılan testlerin güvenilirliğinin tahminine bağlı olarak verilmektedir. Bu sınıf A'dan E'ye kadar değişmektedir. Faktörler, birçok gözleme ya da kabul görmüş test prosedürlerine göre belirleniyorsa A sınıfı, buna karşılık benzer prosesler için diğer faktörlerden tahmin ediliyor ya da tek bir gözleme bağlı olarak belirleniyorsa D ve E sınıfı olmaktadır.

Çizelge 2. Evsel yakıtlar için kullanılan emisyon faktörleri (US EPA, 1996; US EPA, 1998)

Sektör	Yakıt Tipi	Yakıcı	Birim	NO <sub>x</sub>
Evsel	Linyit	-	kg/ton	2,631 (NO <sub>x</sub> )
	Fuel oil	-	kg/m <sup>3</sup>	2,16 (NO <sub>2</sub> )(A)*
	Doğal gaz	<87,84312 KW	kg/10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1598 (NO <sub>2</sub> ) (B)*
	Odun	-	kg/ton	1,27 (NO <sub>x</sub> ) (C)*
	LPG	-	kg/m <sup>3</sup>	Bütan 1,8 (NO <sub>2</sub> ) Propan 1,7 (NO <sub>2</sub> )

\*Emisyon faktör sınıfı

### 3. BULGULAR

İlçeler bazında nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve bu yakıt tüketimlerine bağlı olarak hesaplanan NO<sub>x</sub> emisyon değerleri Çizelge 3-9'da verilmiştir. İzmit Merkez İlçesi'nin, köyler dışında tüm bucak belediyelerinin nüfus, konut sayısı ve yakıt tüketimleri ile ilgili verilerine ulaşılmıştır, ancak köylerde ne tür yakıt kullanıldığı ve

miktarları tespit edilemediğinden toplamda ihmal edilmiştir. Gebze, Gölcük, Karamürsel, Körfez ve Derince ilçeleri için veriler bu ilçelerin belediyelerinden toplam olarak alınmıştır.

Çizelge 3. Kocaeli İli Merkez İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>MERKEZ</b>								
Merkez İlçesi-Şehir (Bekirpaşa + Saraybahçe)	195.699	70.170	35.000	-	78.605.373	-	0,3	218
Merkez Bucağı								
Alikahya	20.000	4.926	2.926	1.900	3.116.700			15
Arslanbey	5.000	984	552	3.200	-	-	-	6
Köseköy	16.900	3.750	7.500	1.875	300.000	-	-	23
Kullar	17.000	3.400	6.800	-	-	-	-	18
Kuruçeşme	9.490	2.370	3.320	1.660	1.100.000	-	-	13
Sarımeşe	3.500	747	1.500	-	-	-	-	4
Suadiye	6.908	1.727	3.454	1.727	-	-	-	11
Uzunçiftlik	17.000	4.650	5.843	4.200	-	4.117	80	30
Köyler Toplamı	11.761	*	*	*	*	*	*	
Akmeşe Bucağı								
Akmeşe	2.274	487	60	1.900	-	-	-	3
Köyler Toplamı	4.132	*	*	*	*	*	*	
Bahçecik Bucağı								
Bahçecik	9.563	3.927	8.250	1.600	1.800.000	785	-	28
Karşıyaka	4.893	2.500	1.000	300	85.000	60	-	3
Yeniköy	5.797	1.167	2.014	600	-	-	30	6
Yuvacık	12.101	5.465	4.170	7.075	-	-	16	20
Köyler Toplamı	2.260	*	*	*	*	*	*	
Derbent Bucağı								
B. Derbent	4.203	854	2.135	1.281	-	-	-	7
Acısu	3.448	400	800	-	-	-	-	2
Eşme	3.227	756	1.110	1.512	-	-	-	5
Maşukiye	6.438	2.800	3.640	7.581	-	-	1.54 3	22
Uzuntarla	4.660	1.070	800	1.605	-	-	-	4
Köyler Toplamı	6.780	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>373.034</b>	<b>112.150</b>	<b>90.874</b>	<b>38.016</b>	<b>85.007.073</b>	<b>4.962</b>	<b>1.669</b>	<b>437</b>

\* Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Köylerde ne tür yakıt kullanıldığı ve miktarları tespit edilemediğinden toplamda ihmal edilmiştir.

Bu ilçelerin bucak belediyelerinden Merkez İlçesi'nde olduğu gibi tek tek veriler temin edilememiştir. Verinin temin edildiği bucak belediyeleri ile ilgili bilgiler tablolarda bilgi olması açısından verilmiştir. Kandıra İlçesi için ise, nüfus bilgisi ve ucuz olması nedeniyle odun tüketimin kömüre göre fazla olduğu öğrenilmiş, bu nedenle de 1 ton kömür ve 3 ton odun tüketildiği kabul edilmiştir. Bu açıklamalara tablolar altında yer verilmiştir.

Yapılan çalışma sonunda Kocaeli İli'nde konutlarda linyit, odun, doğal gaz, fuel oil (özel kalorifer yakıtı-ÖKY) ve LPG olmak üzere beş tip yakıt kullanıldığı görülmüş, tüketim açısından değerlendirildiğinde ise Şekil 2'de görüldüğü gibi ağırlıklı olarak linyit ve odunun kullanıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Kocaeli İli Gebze İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>GEBZE</b>								
Şehir	253.487	*	*	*	*	*	*	
Merkez Bucağı								
Çayırova	22.964	7.534	33.903	-	-	-	-	89
Dilovası	28.809	6.600	18.810	495	-	-	-	50
Şekerpınar	6.309	2.100	4.200	2.100	-	-	-	14
Tavşancıl	4.845	*	*	*	*	*	*	
Köyler Toplamı	9.820	*	*	*	*	*	*	
Darıca Bucağı								
Darıca	85.818	28.354	56.708	14.177	-	-	-	167
Mollafeneri Bucağı								
Mollafeneri	880	*	*	*	*	*	*	
Köyler Toplamı	9.000	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>421.932</b>	<b>105.610</b>	<b>304.158</b>	<b>105.610</b>	-	-	-	<b>934</b>

\*Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Tüketimler ayrı ayrı değil, Gebze Belediyesi'nden ilçe geneli için toplam olarak alınmıştır.

Çizelge 5. Kocaeli İli Gölcük İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>GÖLCÜK</b>								
Şehir	55.790	*	*	*	*	*	*	
Merkez Bucağı								
Hisareyn	3.489	738	1.012	687	-	3	-	4
İhsaniye	11.607	3.900	5.850	3.900	-	-	-	20
Yazlık	1.832	450	1.125	450	-	176	-	4
Köyler Toplamı	5.822	*	*	*	*	*	*	
Değirmendere Bucağı								
Değirmendere	22.086	*	*	*	*	2.000	*	4
Halidere	2.924	1.950	1.275	3.300	-	-	-	8
Ulaşlı	2.875	834	45	1.649	-	-	-	2
Köyler Toplamı	1.190	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>107.615</b>	<b>21.500</b>	<b>32.250</b>	<b>21.500</b>	-	<b>2.179</b>	-	<b>117</b>

\*Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Tüketimler ayrı ayrı değil, Gölcük Belediyesi'nden ilçe geneli için toplam olarak alınmıştır.

Çizelge 6. Kocaeli İli Kandıra İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>KANDIRA</b>								
Şehir	12.641	*	*	*	*	*	*	
Mekez Bucağı								
Köyler toplamı	28.361	*	*	*	*	*	*	
Akçaova Bucağı								
Akçaova	881	*	*	*	*	*	*	
Köyler toplamı	5.657	*	*	*	*	*	*	
Kaymaz Bucağı								
Kaymaz	641	*	*	*	*	*	*	
Köyler toplamı	4.237	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>52.418</b>	<b>-</b>	<b>13.000</b>	<b>40.000</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>85</b>

\* Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Bölgede nüfus dışında veriye ulaşılamamıştır. Ancak daha ucuz olması nedeniyle odun kullanımının linyite göre fazla olduğu öğrenilmiştir. Bu nedenle konut başına 1 ton linyit, 3 ton odun yakıldığı kabul edilmiştir.

Çizelge 7. Kocaeli İli Karamürsel İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>KARAMÜRSEL</b>								
Şehir merkezi	29.353	*	*	*	-	148	148	1
Merkez Bucağı								
Dereköy	2.603	598	-	800	-	-	-	1
Ereğli	3.439	1.850	750	3.200	-	-	-	6
Köyler toplamı	5.112	*	*	*	*	*	*	
Yalacdere Bucağı								
Yalacdere	1.826	357	-	2.142	-	-	-	3
Akçat	1.069	224	-	672	-	-	-	1
Kızderbent	2.149	*	*	*	*	*	*	
Köyler toplamı	2.957	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>48.508</b>	<b>12.130</b>	<b>24.000</b>	<b>12.000</b>	<b>-</b>	<b>148</b>	<b>148</b>	<b>79</b>

\*Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Tüketimler ayrı ayrı değil, Karamürsel Belediyesi'nden ilçe geneli için toplam olarak alınmıştır. Aynı zamanda bazı bucak belediyeleri ile ilgili veriler elde edildiği için çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 8. Kocaeli İli Körfez İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>KÖRFEZ</b>								
Şehir merkezi	81.938	*	*	*	*	*	*	
Merkez Bucağı								
Hereke	16.189	6.704	5.992	2.680	-	1.089	242	22
Kirazlıyalı	2.831	1.130	2.260	1.130	-	-	-	7
Köyler toplamı	4.337	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>105.295</b>	<b>20.500</b>	<b>29.963</b>	<b>19.975</b>	<b>8.920.000</b>	<b>3.158</b>	<b>242</b>	<b>126</b>

\*Verinin elde edilemediği yerler.

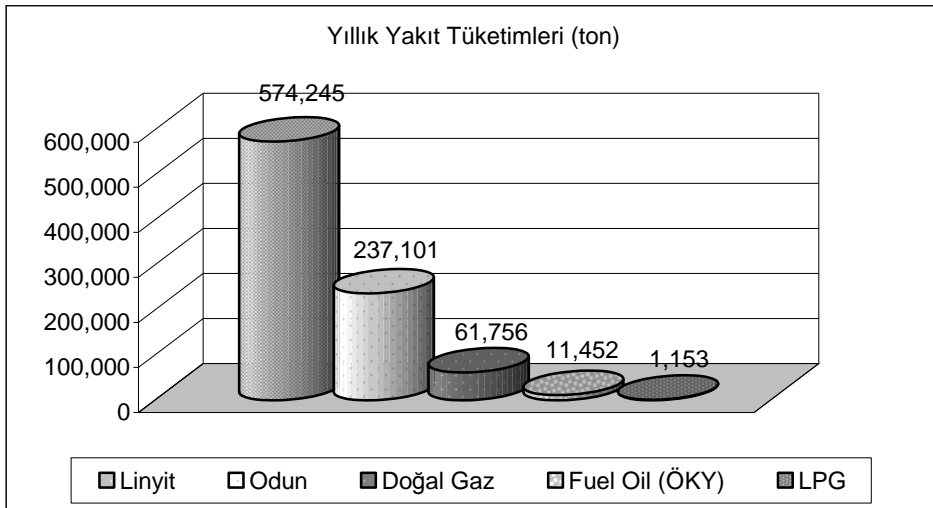
\*\*Tüketimler ayrı ayrı değil, Körfez Belediyesi'nden ilçe geneli için toplam olarak alınmıştır. Aynı zamanda bazı bucak belediyeleri ile ilgili veriler elde edildiği için çizelgede gösterilmiştir.

Çizelge 9. Kocaeli İli Derince İlçesi'ndeki nüfus, konut sayısı, yakıt tüketimleri ile ilgili veriler ve yakıt tüketimine bağlı olarak oluşan NO<sub>x</sub> emisyonu miktarı (TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü, 2003; Kocaeli İli Belediyeleri, 2004; DİE, 2000)

BELEDİYE	Nüfus	Konut Sayısı	Yakıt Tüketimi (yıl)					NO <sub>x</sub> Oluşumu (ton/yıl)
			Linyit (ton)	Odun (ton)	Doğal Gaz (Sm <sup>3</sup> )	Fuel Oil (ÖKY) (m <sup>3</sup> )	LPG (m <sup>3</sup> )	
<b>DERİNCE</b>								
Şehir	93.997	*	*	*	*	*	*	
Merkez Bucağı								
Köyler toplamı	3.286	*	*	*	*	*	*	
<b>Toplam**</b>	<b>97.283</b>	<b>40.000</b>	<b>80.000</b>	<b>-</b>	<b>9.000.000</b>	<b>3.000</b>	<b>-</b>	<b>231</b>

\*Verinin elde edilemediği yerler.

\*\*Tüketimler ayrı ayrı değil, Derince Belediyesi'nden ilçe geneli için toplam olarak alınmıştır.

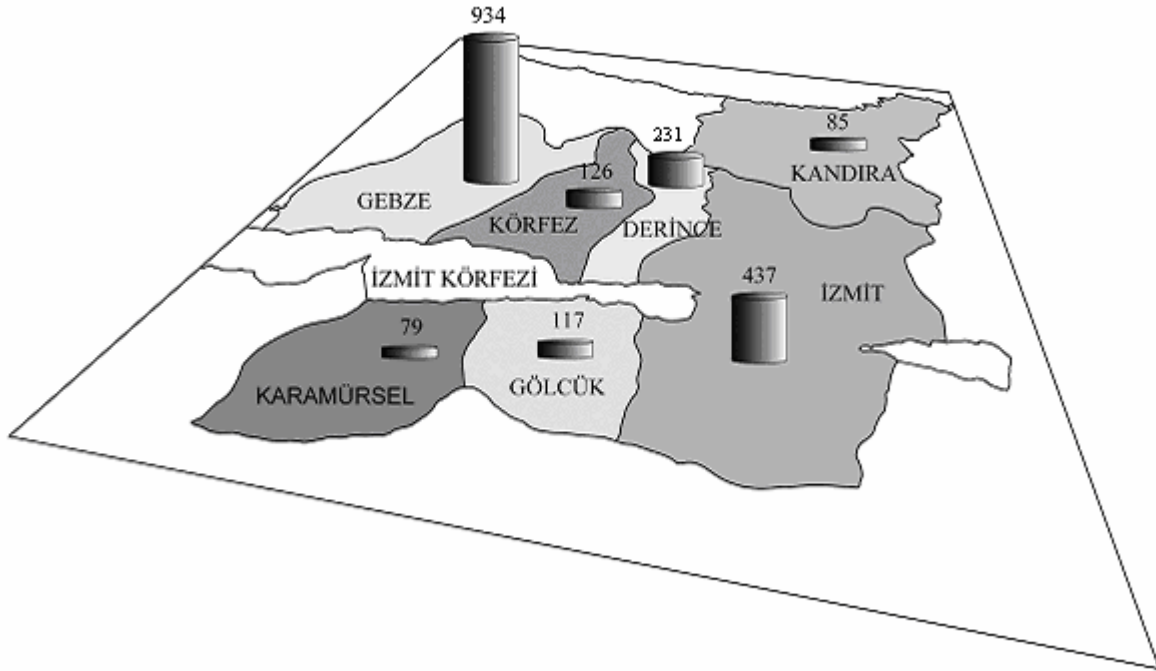


Şekil 2. Kocaeli İli'ndeki yakıt tüketimleri (ton/yıl)



574.245 ton linyit, 237.101 ton odun, 61.756 ton doğal gaz, 11452 ton fuel oil ve 1153 ton LPG tüketimine bağlı olarak, Kocaeli İli'nde konutlardan yılda yaklaşık 2009 ton NO<sub>x</sub> emisyonu atmosfere verilmektedir. Hesaplanan bu emisyon miktarı içerisinde en önemli pay, nüfusu 421.932 ve yüzölçümüne göre nüfus yoğunluğu 699 olan Gebze ilçesine aittir. Bu ilçede toplam 934 ton NO<sub>x</sub> emisyonu atmosfere verilmektedir. Kocaeli'nin diğer ilçeleri olan Merkezde 437 ton, Derince'de 231 ton, Körfez'de 126 ton, Gölcük'te 117 ton, Kandıra'da 85 ton ve Karamürsel'de 79 ton NO<sub>x</sub> emisyonu oluşmaktadır (Şekil 3).

Ülkenin diğer illerinde yapılan bu tür çalışmalar ile kıyaslandığında nüfus başına düşen emisyonun Kocaeli İli'nde daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 10). Bunun temel nedeni iklim şartları ve buna bağlı olarak tüketilen yakıt miktarıdır.



Şekil 3. Konutlardan kaynaklanan NO<sub>x</sub> emisyonlarının ilçelere göre dağılımı (ton/yıl)

Çizelge 10. İl merkezlerinde evsel ısınma kökenli emisyonlar (DİE, 2000; Elbir vd., 2001)

İller	Toplam Nüfus	Oluşan NO <sub>x</sub> Emisyonu (ton/yıl)	Nüfus Başına Düşen Emisyon Miktarı (kg/yıl)
Afyon	812.416	68	0,08
Aydın	950.757	39	0,04
Denizli	850.029	129	0,15
İzmir	3.370.866	887	0,26
Manisa	1.260.169	112	0,09
Muğla	715.328	34	0,05
Uşak	322.313	84	0,26
Kocaeli	1.206.085	2009	1,67

#### 4. SONUÇ VE YORUM

Emisyon envanteri çalışması çevre sorunlarından biri olan hava kirliliği kontrolüne yönelik çalışmaların ilk ve en önemli adımıdır. Emisyon envanterleri ile atmosfere verilen kirletici miktarlarının saptanması sayesinde hava kirlenmesi kontrolü ve hava kalitesinin iyileştirilmesi için daha iyi projeler ve çözüm önerilerinin üretilmesi mümkün olacaktır. Bu nedenle Türkiye'nin emisyon envanterinin hazırlanması ulusal ölçüğe taşınmalı, emisyon envanterleri hazırlandıktan sonra da hava kirliliğini önlemek ve hava kalitesini iyileştirmek için gereken önlemler alınmalıdır.

Bu çalışma ile Kocaeli İli'nin evsel ısınma kökenli NO<sub>x</sub> emisyon envanterinin hazırlanması amaçlanmıştır. Ancak verilerin temin edilmesinde değişik zorluklarla karşılaşmıştır. Çizelgelerde de görüldüğü gibi tüm belediyelerden verilerin temin edilememesi, Türkiye'de istatistiki bilgilerin tutulması konusundaki eksikliğini ortaya koymaktadır. Sorunlar ve sorumluların daha doğru olarak belirlenebilmesi için, bu konuda gerekenlerin yapılması sağlanmalıdır.

Konutların ısınmasından kaynaklanan NO<sub>x</sub> kirliliğini önleyebilmek için;

- kaliteli yakıt kullanımı,
- binalarda ısı yalıtımına dikkat edilmesi,
- apartmanlarda kaloriferlerin eğitim almış kişiler tarafından yakılması ve kullanılan kazanların işletme bakımlarının düzenli olarak yapılması sağlanmalıdır.

Bu önlemler kirleticilerin atmosfere verilme miktarı üzerinde etkilidir. Ancak kirleticilerin atmosfere verilme miktarları kadar, verildikleri andaki atmosferik koşullar da önemlidir. Atmosferik koşullar; kirleticilerin yayılımları, etkileri ve atmosferde kalma sürelerini etkileyen önemli bir parametredir. Bu nedenle şehrin topografik yapısı ve hakim rüzgar yönü gibi çeşitli meteorolojik parametrelerin şehirleşmede dikkate alınması, böylece çeşitli kaynaklardan salınan kirleticilerin şehir merkezi üzerinde üniform olarak dağılması ve kirlilik birikiminin önlenmesi sağlanmalıdır.

#### TEŞEKKÜR

Bu çalışmada kullanılan verilerin temin edildiği İlgili Belediyeler ile Kocaeli İl Çevre ve Orman Müdürlüğü çalışanlarına ve Ercan SANGU'ya gösterdikleri ilgi ve destekten ötürü teşekkür ederiz.

#### KAYNAKLAR

- Ayberk, S. (2002): "Kocaeli Yarımadası Doğu Bölümünde Karasal Ekosistemlerin Ekolojik Özellikleri Üzerine İncelemeler", İzmit, Kocaeli Üniversitesi Yayın No: 74, 4 s.
- Davison, A. W., Cape, J. N. (2003): Atmospheric Nitrogen Compounds-Issues Related to Agricultural Systems, Environment International, vol.29, pp.181-187.
- DİE (2000): T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 2000 Genel Nüfus Sayımı, ISBN 975-19-2967-9.
- Elbir, T., Müezzinoğlu, A., Bayram A., Seyfioğlu, R., Demircioğlu, H. (2001): Ege Bölgesi Hava Kirletici Emisyon Envanteri, İzmir, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt 3, Sayı 2, 21-27 s.
- Erisman, J. W., Grennfelt, P., Sutton, M. (2003): The European Perspective on Nitrogen Emission and Deposition, Environment International, vol.29, pp.311-325.
- Galloway, J. N. (1998): The Global Nitrogen Cycle: Changes and Consequences, Environmental Pollution, vol.102 S1, pp.15-24.

- Harrison, R. M. (1996): Pollution Causes, Effects and Control, 3rd Edition, ISBN:0-85404-534-1, Cambridge.
- Kocaeli İli Belediyeleri (2004): Konut Sayıları ve Yakıt Tüketimleri İle İlgili İstatistik Veriler.
- Kurvits, T., Marta, T. (1998): Agricultural NH<sub>3</sub> and NO<sub>x</sub> Emissions in Canada, Environmental Pollution, vol.102 S1, pp.187-194.
- Mayer, H. (1999): Air Pollution in Cities, Atmospheric Environment, vol.33, pp.4029-4037.
- Olivier, J. G. J., Bouwman, A. F., Hoek, V. and Berdowski, J. J. M. (1998): Global Air Emission Inventories for Anthropogenic Sources of NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> and N<sub>2</sub>O in 1990, Environmental Pollution, vol.102 S1, pp.135-148.
- RSHM (Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi) (2004): <http://www.rshm.saglik.gov.tr/bolumler/bolumdetaylari/cevresagligi/havakirliligi.htm>.
- Shore, M. (2003): Policy Challenges and Solutions for Implementing Year-Round NO<sub>x</sub> Reductions, Environmental Defense, 186 Pearson Street Asheville, NC 28801.
- TC Kocaeli Valiliği İl Çevre ve Orman Müdürlüğü (2003): Kocaeli İli Çevre Durum Raporu.
- Tünay, O., Alp, K. (1995): Endüstride Emisyon Envanterlerinin Uygulama Esasları, II. Hava Kirlenmesi, Modellemesi ve Kontrolü Sempozyumu'95, İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak-İstanbul.
- US EPA (1996): Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories & Emission Factors.
- US EPA (1998<sup>a</sup>): How nitrogen oxides affect the way we live and breathe, <http://www.epa.gov/oar/noxfldr.pdf>.
- US EPA (1998<sup>b</sup>): Technology Transfer Network Clearinghouse for Inventories & Emission Factors, Fifth Edition.
- US EPA (2005): What are the six common air pollutants?, <http://www.epa.gov/urbanair/6poll.html>.
- Vural, N. (1996): Toksikoloji, Ankara, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları No:73, ISBN: 975-482-289-1.
- Watanabe, I., Nakanishi, M., Tomita, J., Hatakeyama, S., Murano, K., Mukai, H., Bandou, H. (1998): Atmospheric Peroxacyl Nitrates in Urban/Remote Sites and the Lower Troposphere Around Japan, Environmental Pollution, vol.102 S1, pp.253-261.
- WHO (2000): Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition, WHO Regional Publications, European Series, No:91.