

# ÇEV 715 Hava Kirliliği Modellemesi ve Uygulamaları

## Emisyon Envanteri

Özgür ZEYDAN (PhD.)

<http://www.ozgurzeydan.com/>

## Emisyon Miktarlarının Belirlenmesi

- Kaynağında ölçüm
- Dış ortam hava kalitesi ölçümleri
- Emisyon envanterleri
- **Emisyon envanteri:**
- Belli bir zaman periyodu içinde sınırları belirli bir alandaki tüm kirletici kaynaklar tarafından atmosfere salınan hava kirleticilerinin miktarlarının listesidir.

## Emisyon Envanterlerinin Kullanıldığı Yerler

- Hava kalitesi modellerinde girdi olarak
- Hava kalitesinin belirlenmesinde
- Temiz hava planlarının oluşturulmasında
- Emisyon azaltım stratejilerinin belirlenmesinde
- Erken uyarı sistemlerinin oluşturulmasında

## Emisyon Envanteri

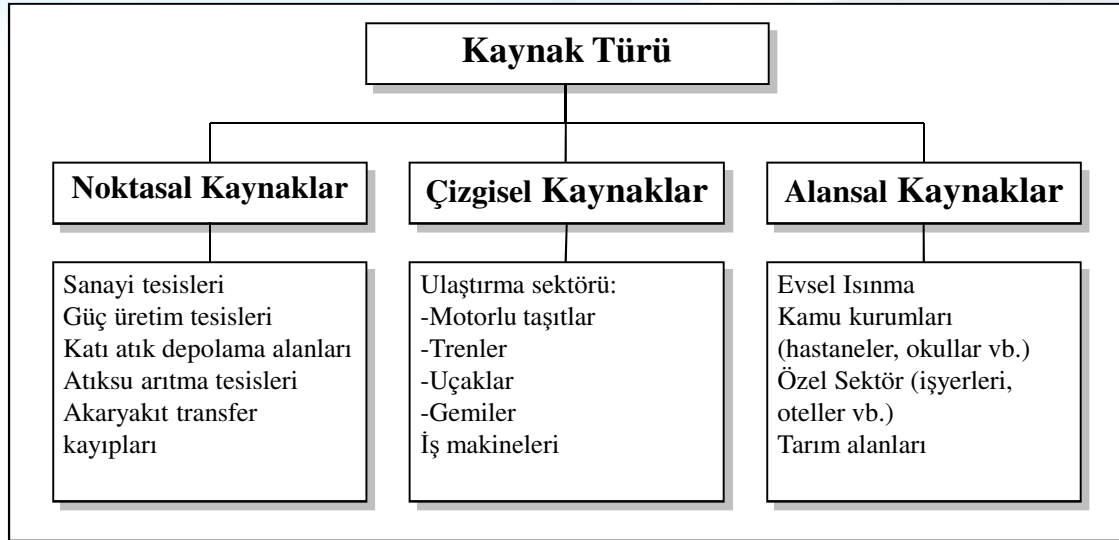
### Boyutuna Göre

- Yerel
  - 1 × 1 km
- Bölgesel
  - 50 × 50 km veya 20 × 20 km
- Küresel
  - 1° enlem × 1° boylam

### Amacına göre

- Hızlı ve basit envanterler
- Detaylı envanterler
- Özel envanterler

## Emisyon Envanterlerinde Kaynakların Kategorileri



## Emisyon Envanterlerindeki Yaklaşımlar

- **Tavandan-tabana (top-down) yaklaşım**
  - Ulusal veya bölgesel istatistiklerden yola çıkılarak nüfus, işçi sayıları veya yakıt satış miktarları gibi verilerin yardımıyla yerel verilerin elde edildiği yaklaşım türü
- **Aşağıdan-yukarı (bottom-up) yaklaşım**
  - Envanter alanındaki her bir kirlenici kaynağı ile ilgili verilerin mevcut olması veya anket çalışmaları ile elde edilmesi gerekir.
  - Daha masraflı
  - Daha fazla zaman gerektirir
  - Sonuçlar daha kesin ve güvenilirdir.

## Emisyon Envanterinin Aşamaları

1. Planlama
  2. Veri toplama
  3. Veri analizi ve emisyonların tahmini
  4. Raporlama
- Emisyonların tahmininde kullanılan yöntemler şunlardır:
- anket çalışmaları
  - emisyonların sürekli takibi
  - emisyon kaynağında yapılan testler
  - kütle balansı
  - yakıt analizi
  - **emisyon faktörleri**
  - emisyon belirleme modelleri
  - mühendislik karar vermesi

## Emisyon Faktörleri

- Emisyon faktörü, kirletici kaynağının birim aktivitesi sonucu atmosfere saldığı ortalama kirletici miktarını belirtmek için kullanılan bir değerdir.
- Emisyon faktörleri genellikle kirletici kütesinin birim aktiviteye bölümü şeklinde ifade edilirler.
- Örnek:
  - kg CO / km araç
  - kg CH<sub>4</sub> / ton üretim

## Emisyon Miktarlarının Hesaplanması

➤  $E = A \times EF$  veya  
➤  $E = A \times EF \times (1-ER/100)$

- E: emisyon miktarı,
- A: aktivite istatistiği,
- EF: emisyon faktörü,
- ER: toplam emisyon giderim verimi (%)

## Motorlu Taşıtlar için Emisyon Miktarı Hesabı

➤  $E = A \times S \times EF$

- burada;
- E: Emisyon Miktarı
- A: Araç Sayısı
- S: Seyahat Mesafesi
- EF: Emisyon Faktörü

## Motorlu Taşıt Emisyonlarını Etkileyen Faktörler

- Aracın türü (otomobil, minibüs, kamyon , otobüs vb.)
- Aracın yükü
- Motor hacmi
- Aracın yaşı
- Kullanılan teknoloji
- Dış ortam sıcaklığı
- Kullanılan yakıt tipi (benzin, dizeli LPG)
- Trafiğin akış hızı
- Sürücünün psikolojik davranışları (kibar, agresif)

## Emisyon Envanterlerinde Belirsizlik

- Emisyon faktörleri verinin kalitesine göre A, B, C, D ve E şeklinde sınıflandırılır.
- A sınıfı veriler en güvenilir veri olup E sınıfı verilere doğru gidildikçe belirsizlik artmaktadır.
- Envanter sonuçlarının geçerliliğinin kanıtlanabilmesi için kirletici kaynağında ve dış ortamda yapılacak olan ölçümlerle karşılaştırılmaları gerekir.

## Emisyon Faktörleri Veritabanları

- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2019 (Avrupa Çevre Ajansı)
- Compilation of Air Pollution Emission Factors (USEPA AP-42) (Amerikan Çevre Koruma Örgütü)
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (IPCC) (Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli)

## EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - 2019

- <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2019>

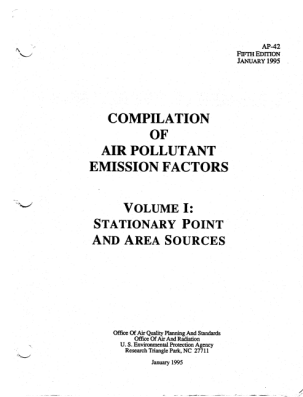
EEA Report | No 13/2019

EMEP/EEA air pollutant emission  
inventory guidebook 2019  
Technical guidance to prepare national emission inventories



## AP-42: Compilation of Air Emission Factors

- <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-Compilation-air-emission-factors>



## IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

- <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>

The series consists of five volumes:



[Volume 1 General Guidance and Reporting](#)



[Volume 2 Energy](#)



[Volume 3 Industrial Processes and Product Use](#)



[Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use](#)



[Volume 5 Waste](#)



## Örnek Emisyon Faktörü Seçimleri - 1

### ➤ Evsel ısınmada doğalgaz yanması için EF seçimi (EMEP/EEA 2019)

Table 3.16 Tier 2 emission factors for source category 1.A.4.b.i, boilers burning natural gas

Tier 2 emission factors					
NFR Source Category	Code	Name	95% confidence interval		Reference
Fuel	Value	Unit	Lower	Upper	
1.A.4.b.i	Residential plants				
Natural Gas					
SNAP (if applicable)					
Technologies/Practices	Small (single household scale, capacity <=50 kWth) boilers				
Region or regional conditions	NA				
Abatement technologies	NA				
Not applicable	PCB, HCB				
Not estimated	NH <sub>3</sub>				
Pollutant	Value	Unit	95% confidence interval		Reference
NO <sub>x</sub>	42	g/GJ	25	59	DGC (2009)
CO	22	g/GJ	18	42	DGC (2009)
NMVOG	1.8	g/GJ	1.1	2.5	Italian Ministry for the Environment (2005)
SO <sub>x</sub>	0.30	g/GJ	0.18	0.42	DGC (2009)
TSP	0.20	g/GJ	0.12	0.28	BUWAL (2001)
PM <sub>10</sub>	0.20	g/GJ	0.12	0.28	BUWAL (2001)
PM <sub>2.5</sub>	0.20	g/GJ	0.12	0.28	*
BC	5.4	% of PM <sub>2.5</sub>	2.7	11	Hildemann et al. (1991), Muhlbaier (1981) **

Emisyon faktörlerinin birimi g/GJ olduğu için kullanılan yakıtların enerji miktarlarını hesaplamak gerekir.

Enerji Miktarı = Yakıt Miktarı x Yakıt Alt Isıl Değeri

## Örnek Emisyon Faktörü Seçimleri - 2

### ➤ Termik santralde bütümlü kömür yanması için EF seçimi (EPA)

Table 1.1-3. EMISSION FACTORS FOR SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, AND CO FROM BITUMINOUS AND SUBBITUMINOUS COAL COMBUSTION<sup>a</sup>

Firing Configuration	SCC	SO <sub>2</sub> <sup>b</sup>		NO <sub>x</sub> <sup>c</sup>		CO <sup>d,e</sup>	
		Emission Factor (lb/ton)	EMISSION FACTOR RATING	Emission Factor (lb/ton)	EMISSION FACTOR RATING	Emission Factor (lb/ton)	EMISSION FACTOR RATING
PC, dry bottom, wall-fired <sup>1</sup> , bituminous Pre-NSPS <sup>2</sup>	1-01-002-02 1-02-002-02 1-03-002-06	38S	A	22	A	0.5	A
PC, dry bottom, wall-fired <sup>1</sup> , bituminous Pre-NSPS <sup>2</sup> with low-NO <sub>x</sub> burner	1-01-002-02 1-02-002-02 1-03-002-06	38S	A	11	A	0.5	A
PC, dry bottom, wall-fired <sup>1</sup> , bituminous NSPS <sup>2</sup>	1-01-002-02 1-02-002-02 1-03-002-06	38S	A	12	A	0.5	A
PC, dry bottom, wall-fired <sup>1</sup> , sub-bituminous Pre-NSPS <sup>2</sup>	1-01-002-22 1-02-002-22 1-03-002-22	35S	A	12	C	0.5	A
PC, dry bottom, wall-fired <sup>1</sup> , sub-bituminous NSPS <sup>2</sup>	1-01-002-22 1-02-002-22 1-03-002-22	35S	A	7.4	A	0.5	A
PC, dry bottom, cell burner <sup>3</sup> fired, bituminous	1-01-002-15	38S	A	31	A	0.5	A
PC, dry bottom, cell burner fired, sub-bituminous	1-01-002-35	35S	A	14	E	0.5	A

S: % kükürt oranı

Yakma teknolojisi, kontrol ekipmanı, yakıt türü vb. göre seçim yapılır.

Örnek

- PC: pulvarize kömür
- Wall fired – tangential fired
- Low burner NO<sub>x</sub> (NO<sub>x</sub> kontrolü)
- Hand fed: Elle beslemeli sistem
- FBC: akışkan yatakta yakma

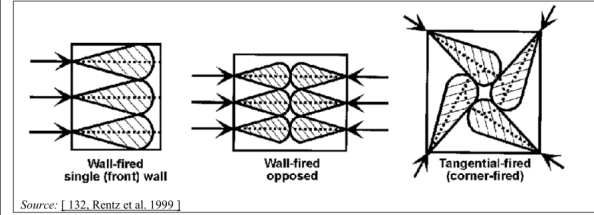
## Örnek Emisyon Faktörü Seçimleri - 2

### ➤ Termik santralde bütümlü kömür yanması için EF seçimi (EPA)

Table 1.1-4. UNCONTROLLED EMISSION FACTORS FOR PM AND PM-10 FROM BITUMINOUS AND SUBBITUMINOUS COAL COMBUSTION<sup>a</sup>

Firing Configuration	SCC	Filterable PM <sup>a</sup>		Filterable PM-10	
		Emission Factor (lb/ton)	EMISSION FACTOR RATING	Emission Factor (lb/ton)	EMISSION FACTOR RATING
PC-fired, dry bottom, wall-fired	1-01-002-02/22 1-02-002-02/22 1-03-002-06/22	10A	A	2.3A	E
PC-fired, dry bottom, tangentially fired	1-01-002-12/26 1-02-002-12/26 1-03-002-16/26	10A	B	2.3A <sup>c</sup>	E
PC-fired, wet bottom	1-01-002-01/21 1-02-002-01/21 1-03-002-05/21	7A <sup>d</sup>	D	2.6A	E
Cyclone furnace	1-01-002-03/23 1-02-002-03/23 1-03-002-03/23	2A <sup>d</sup>	E	0.26A	E
Spreader stoker	1-01-002-04/24 1-02-002-04/24 1-03-002-09/24	66 <sup>e</sup>	B	13.2	E
Spreader stoker, with multiple cyclones, and reinjection	1-01-002-04/24 1-02-002-04/24 1-03-002-09/24	17	B	12.4	E
Spreader stoker, with multiple cyclones, no reinjection	1-01-002-04/24 1-02-002-04/24 1-03-002-09/24	12	A	7.8	E

A: % kül oranı



Source: [ 132, Rentz et al. 1999 ]

Figure 2.1: Different coal burner configurations (main systems applied)

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Large Combustion Plants, IPPC, 2017