



# **Sanayi Bölgelerinde Uçucu Organik Bileşik (VOC) Emisyonlarının Envanteri ve Modellemesi**

**Sedef MİR, Abdurrahman BAYRAM**

**Dokuz Eylül Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Çevre Mühendisliği Bölümü  
35160 Buca ZMİR**

# Amaç

- **Dilovası**
- **skenderun**
- **Alia a**
  - **Hava kalitesi seviyeleri oldukça kötü**
  - **Yeni bir termik santral**
  - **Yeni bir demir çelik tesisi**
  - **Yeni bir rafineri**
  - **Tekil ÇED süreci ve “ÇED Olumlu” kararı**
- **Yeni kurulacak tesislerin ortak etkisi???**

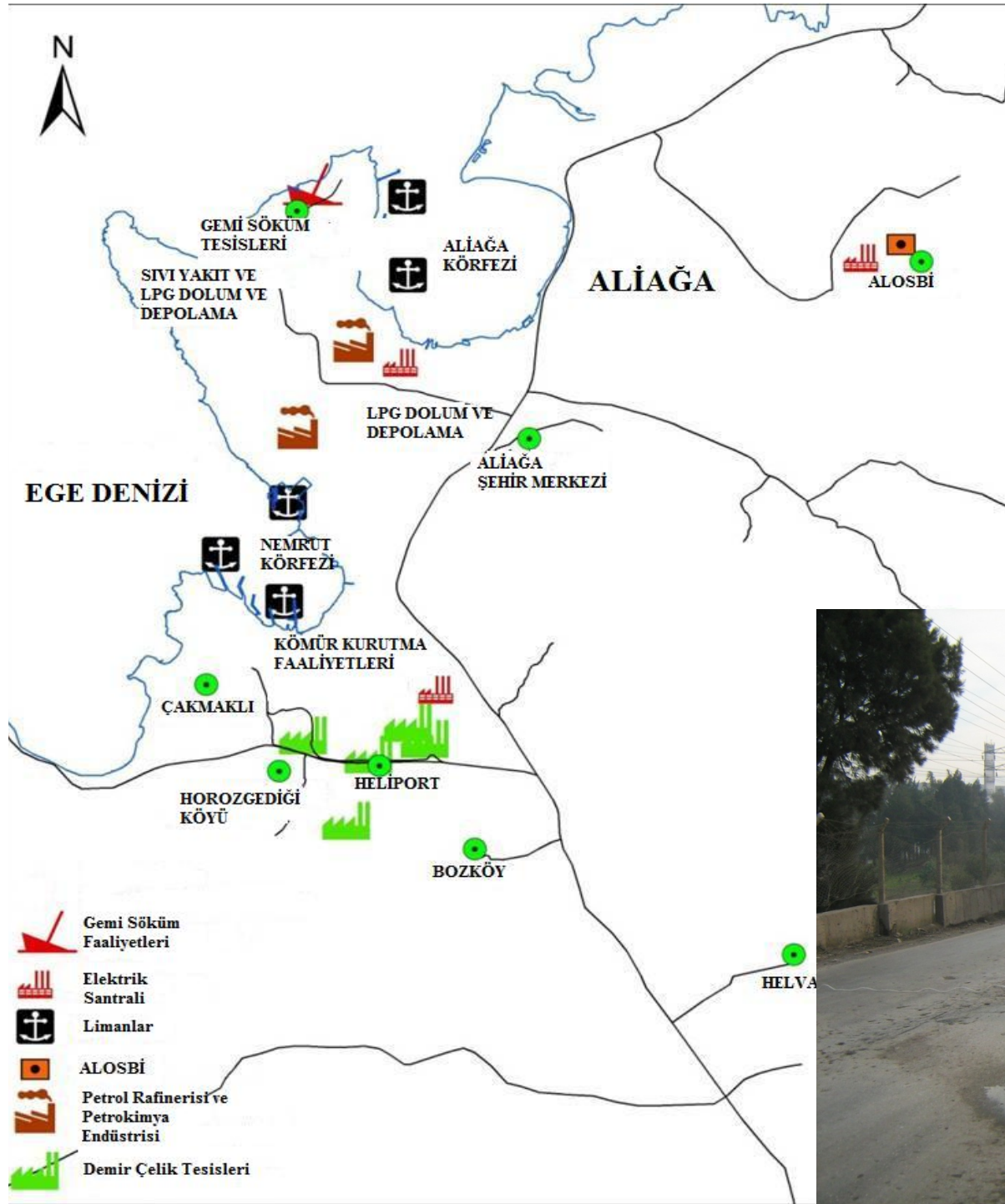


# ALİAĞA ÇEVRE DURUM TESPİT VE TA'AHHÜT KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ PROJESİ

## PAYDAŞLAR

- Bakanlık
- Valilik
- İBB
- Aliağa Belediyesi
- EBSO
- Sanayiciler
- DEÜ
- İYTE
- 









# Yapılan Çalışmalar

- Emisyon envanteri
- Modelleme
- PM10 ölçümleri:
  - Günlük ort. – özel toz içeriği - Benzo(a)pyrene
  - 5 nokta-4 mevsim
- Çöken toz ölçümleri :
  - Aylık-12 nokta-4 mevsim
- Pasif örnekleme:
  - SO<sub>2</sub>-NO<sub>2</sub>-O<sub>3</sub>-VOC- 40 nokta - 4 mevsim
  - POP: PCB-PAH-PEST-PBDE-PCN- 44 nokta – 2 mevsim

# Yapılan Çalışmalar

---

- **Sürekli ölçümler:**
  - 1 nokta 4 mevsim-
  - 5 nokta üçer hafta
- **Denizsuyu-sediment ölçümleri: 22 nokta-2 mevsim**
- **Su-yer altı suyu ölçümleri: 55 nokta-2 mevsim**
- **Toprak analizleri: 44 nokta- bir kez**

## VOC Ölçüm Sonuçları (Pasif örnekleme)

- Ölçüm yapılan nokta sayısı: 40
- Örnekleme tarihleri:
  - I. Dönem: 02 Temmuz 2009-09 Temmuz 2009
  - II. Dönem: 02 Ekim 2009-09 Ekim 2009
  - III. Dönem: 04 Ocak 2010- 11 Ocak 2010
  - IV. Dönem: 05 Nisan 2010- 12 Nisan 2010

# Sanayi Bölgelerinde Uçucu Organik Bileşik (VOC) Emisyonlarının Envanteri ve Modellemesi

**Sedef MİR, Abdurrahman BAYRAM**

## Uçucu Organik Bileşikler (VOC)

- Ortam sıcaklığında, buhar basıncı 0,13 ile 101,3 kPa arasında bulunan hidrokarbon gaz ve buharları,
- karbonmonoksit, karbondioksit, karbonik asit, metalik karbür veya karbonat ve amonyum karbonat dışında atmosferik fotokimyasal reaksiyonlara katılan tüm karbon bileşikler, (USEPA)
- metan ve etan da düşük fotokimyasal reaktivitelerinden ötürü VOC grubuna dahil edilmemekte,
- Bu çalışmada kapsamında incelenen bileşikler,
- metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC)



# Emisyon Envanteri

- **Emisyon envanteri**, belirli bir alanda tanımlanmış kirleticilerin tanımlanmış zaman aralığında kaynaklarının ve miktarlarının dökümantasyonu,
  - **Kaynak Testi**: Emisyon kaynaklarında doğrudan ölçüm veya izleme ile emisyon miktarlarının raporlanması
  - **Kütle Dengesi**: Üretim akımına göre girdi-çıkış dengesi ile emisyon hesabı (solvent buharlanması)
  - **Emisyon Faktörü**: Birim ürün/hammadde/yakıt başına oluşan kirletici miktarını ifade eden katsayılar

# Emisyon Faktörü

---

$$E = A \times EF \times \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

E : emisyon

A : aktivite oranı

EF : emisyon faktörü

ER : emisyon azaltma verimi (%).

# Sektörel Emisyon Faktörleri

Endüstriyel Sektör	Proses Adı	NMVOC	
		Emisyon Faktörleri	Kaynak
Demir Çelik Üretimi	Elektrik ark oca 1	0,046 kg/ton üretilen çelik	EEA, 2009
	Sıcak haddeleme	0,007 kg/ton üretilen çelik	EEA, 2009
Kömür Kurutma	Kömür kurutma	0,196 kg/ton kömür	USEPA, 2009
Kimya Prosesleri	Boya, mürekkep üretimi	11,00 kg/ton ürün	EEA, 2009
	Kimyasal üretimi	10,00 kg/ton ürün	EEA, 2009
Solvent Geri Kazanımı	Depolama tankı çıkı 1	0,010 kg/ton geri kazanılan solvent	EEA, 2009
	Yo u turucu çıkı 1	1,650 kg/ton geri kazanılan solvent	EEA, 2009
	Kaçaklar (dökülme)	0,100 kg/ton geri kazanılan solvent	EEA, 2009
	Kaçaklar (dolum)	0,360 kg/ton geri kazanılan solvent	EEA, 2009
Elektrik ve Isı Üretimi	Gaz türbinleri	0,001 kg /GJ do algaz	EEA, 2009
	Pistonlu motorlar	0,046kg/GJ do algaz	EEA, 2009
Boyama	Endüstriyel boyama	400 kg/ton kullanılan boya	EEA, 2009

## TANKS Modeli (USEPA)

- Akaryakıt depolama tanklarında dolun ve depolama sırasında kayıp ve kaçaqlardan VOC emisyonu olmaktadır,
- Dolun kayıpları:
  - sıvının boşaltılması sırasında buharlaşma,
  - boşaltma sonrasındaki kalıntıların zamanla buharlaşması
  - yeni bir sıvının boşaltılması sırasında oluşan buharlaşma
- Bu işlemler sırasında oluşabilecek emisyonların emisyon faktörü tabanlı bir yazılım ile hesaplanması mümkün,
- TANKS 4.0
- USEPA Hava Kalitesi Planlama ve Standartlar Ofisi tarafından geliştirilmiştir.

# Alia a'da VOC Emisyon Kaynakları

Endüstriyel Sektörler	Emisyon Kaynakları				
	Proses	Yanma	Depolama Tankları	Dolum Kolları	Ba lantı Ekipmanları
Kimya Prosesleri	X	X			
Kömür Kurutma	X				
Elektrik Üretimi	X				
Demir Çelik Üretimi	X				
Sıvı Yakıt Dolum ve Depolama		X	X	X	X
LPG Dolum ve Depolama	X				X
Petrokimya Endüstrisi		X	X	X	X
Petrol Rafinerisi		X	X	X	X
Di er		X			

# Emisyonların tahmininde kullanılan metotlar

Emisyon Kaynağı	Emisyon Faktörü Metodu	Bilgisayar Yazılımı (TANKS 4.0)	Emisyon Faktörü Tabanlı Dolum Kolları Metodu
Üretim Prosesi	X		
Yanma	X		
Depolama Tankları		X	
Sıvı Yakıt Dolum Kolları			X
Bağlantı Ekipmanları	X		

## Çalı mada kullanılan emisyon faktörü veri tabanları

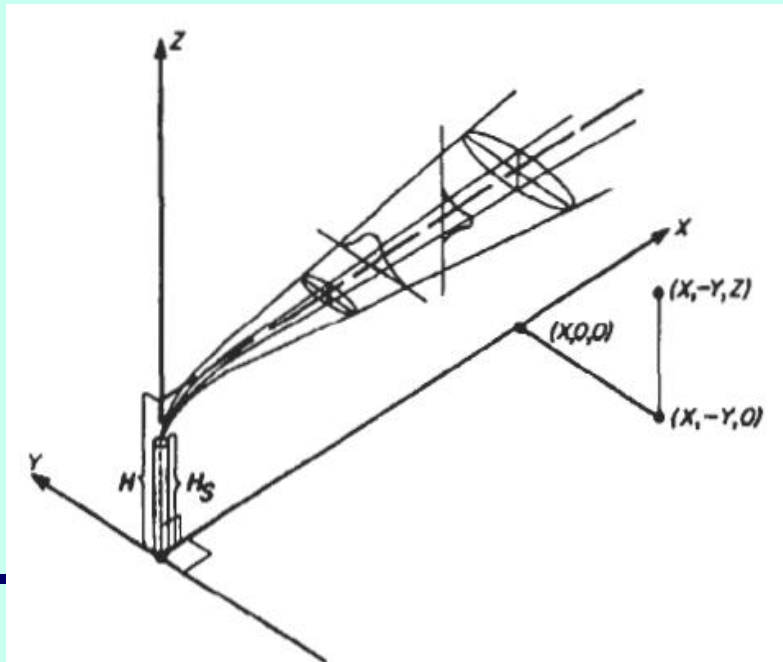
Emisyonun olu tu u kaynak	Emisyon faktörü veri tabanı kayna ı
Üretim prosesleri	EEA EMEP/Corinair (EEA, 2009); USEPA, 2009
Yanma i lemleri	EEA EMEP/Corinair (EEA, 2009)
Ba lantı ekipmanları	USEPA, 1996; SKHKKY, 2009
Sıvı yakıt dolum ve depolama	USEPA, 1996; SKHKKY, 2009
LPG dolum ve depolama	USEPA, 1996; SKHKKY, 2009

Tanks modeli için gerekli meteorolojik veriler Alia a ve Dikili Meteoroloji stasyonundan alınmı tır.

# MODELLEME ÇALIŞMALARI

Hesaplardan sonra USEPA tarafından geliştirilen ISCST-3 Modeli kullanılarak sanayi kaynaklı VOC emisyonlarının, Aliağa hava kalitesine katkıları belirlenmiştir.

$$C_{(x,y,z,h)} = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left\{ \exp\left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\}$$





## EM SYON ENVANTER

Tesis No	VOC (ton/yıl)
1	1.40
2	1.63
3	0.09
4	4.26
5	0.02
6	184.27
7	0.12
8	102.59
9	79.01
10	126.29
11	34.61
12	1.27
13	540.44
14	95.37
15	1.75
16	18.56
17	0.59
18	23.07
19	5.61

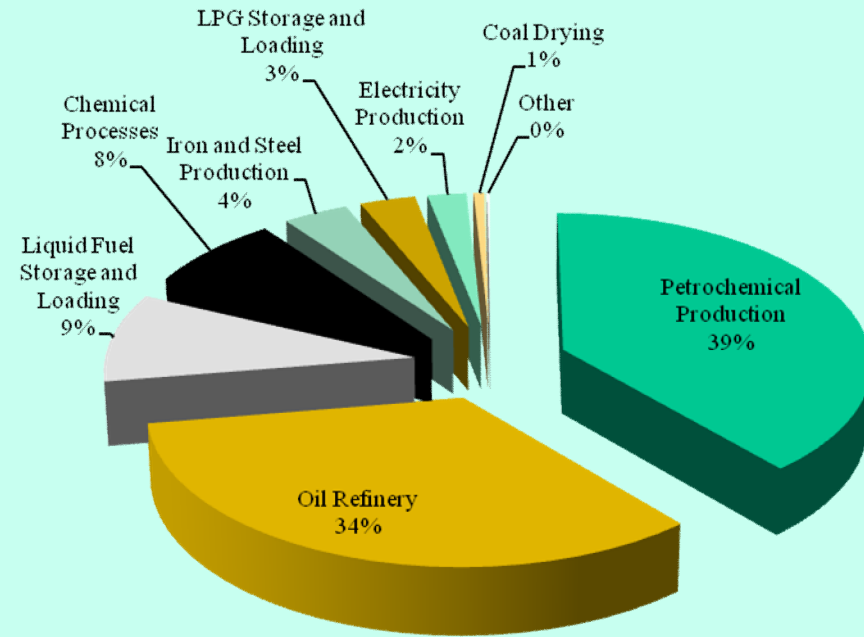
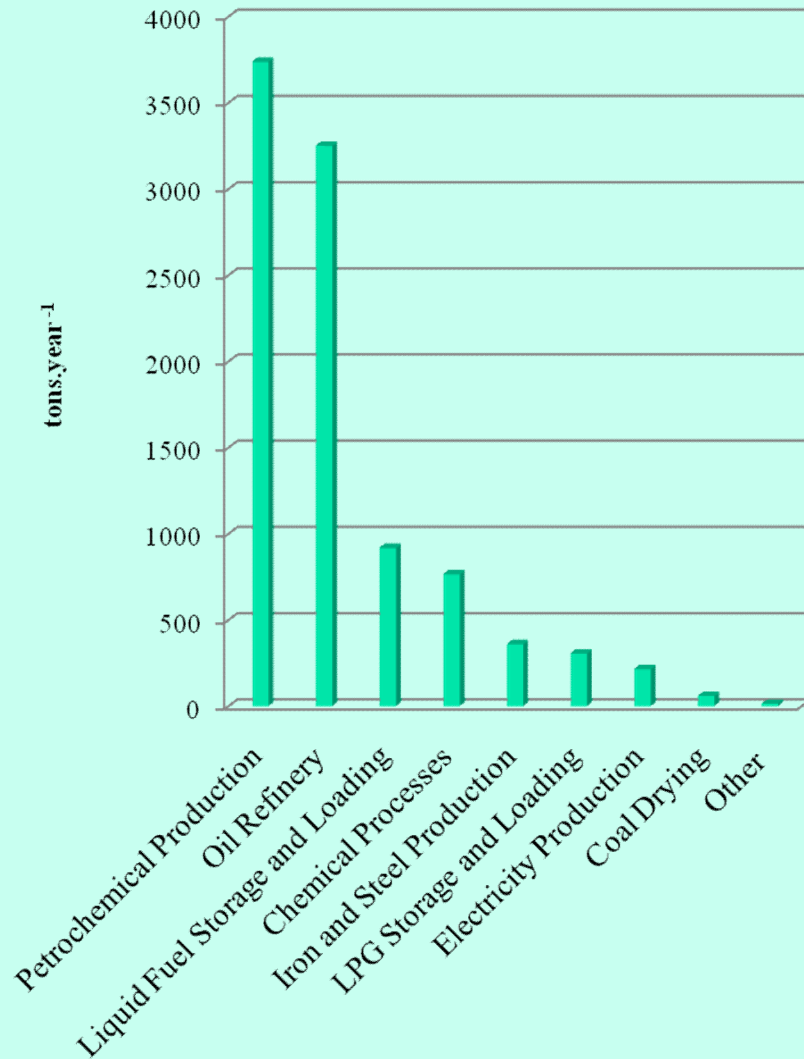
Tesis No	VOC (ton/yıl)
20	3.28
21	0.11
22	117.73
23	1.88
24	79.58
25	84.17
26	86.59
27	1.16
28	0.65
29	2.23
30	0.21
31	14.08
32	4.4E-5
33	33.21
34	85.49
35	1.97

Tesis No	VOC (ton/yıl)
36	49.55
37	3,741.41
38	355.30
39	0.03
40	34.94
41	0.51
42	217.28
43	63.06
44	21.55
45	3,254.34
46	7.84
47	36.29
48	141.40
49	1.14
<b>TOPLAM</b>	<b>9,657.91</b>

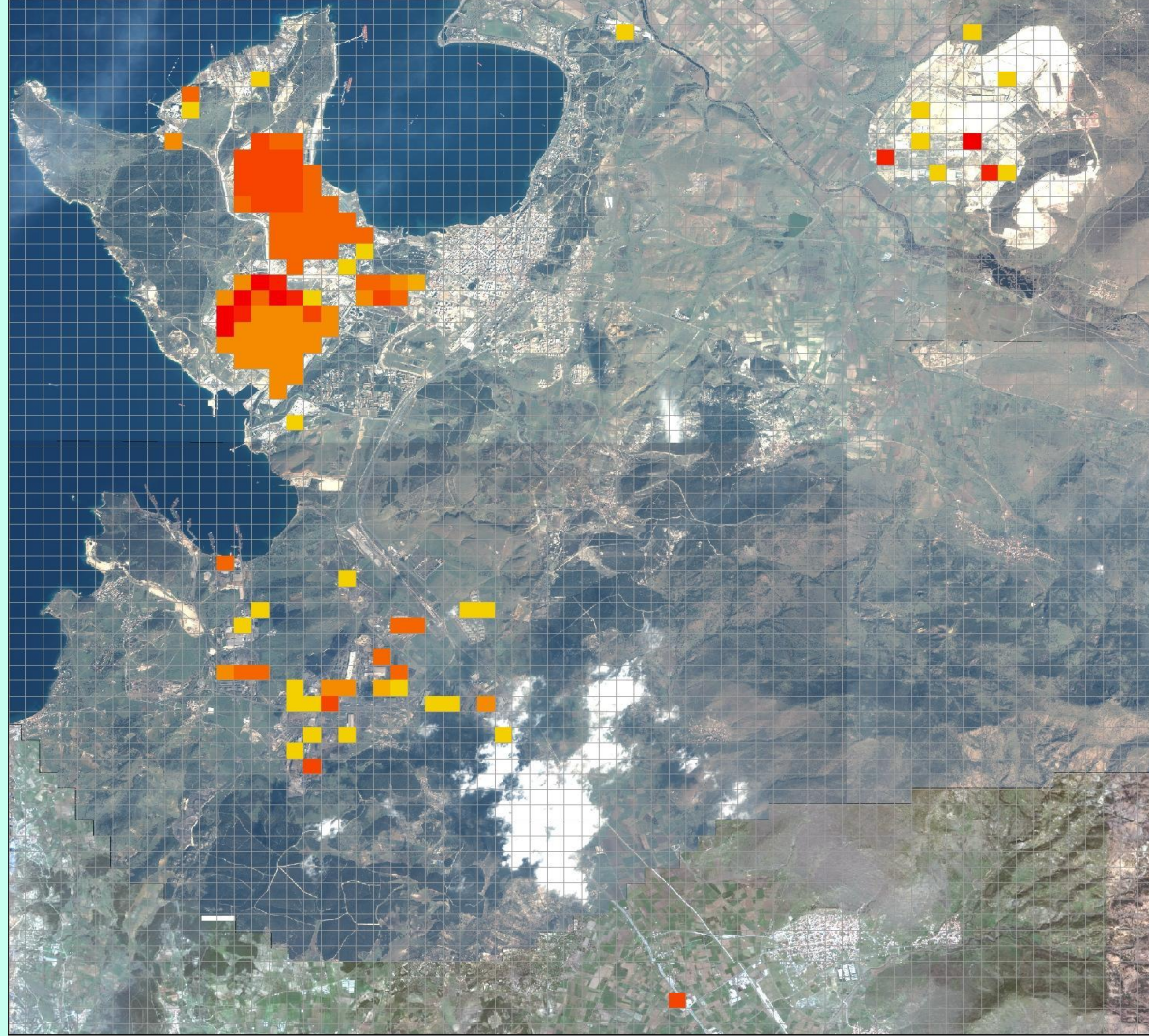
# EMİSYON ENVANTERİ - Sektörel Bazda

Sektör	VOC Emisyonu (ton/yıl)
Kimyasal Prosesler	768.56
Kömür kurutma	62.94
Elektrik üretimi	218.49
Sıvı yakıt depolama- yükleme	921.34
Demir-çelik üretimi	362.57
LPG dolum ve depolama	309.30
Petrokimya	3,741.41
Rafineri	3,254.34
Diğer	18.96
<b>TOPLAM</b>	<b>9,657.91</b>

# EM SYON ENVANTER - Sektörel Bazda



## Emisyonların alansal dağılımı (her kare: 250mx250m)



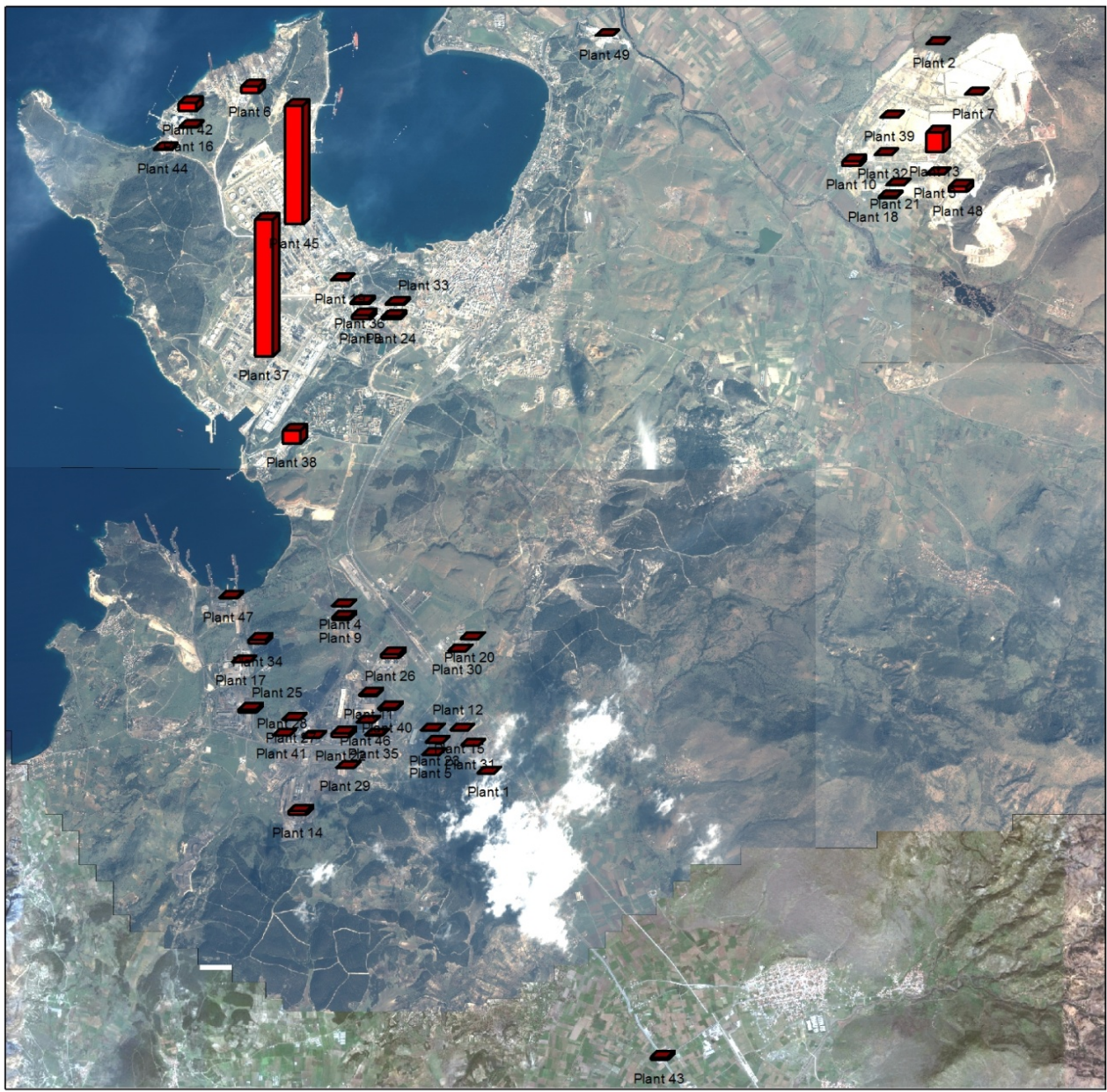
NMVOC Emisyonları (ton/yıl)



0 1.000 2.000 4.000  
Metre

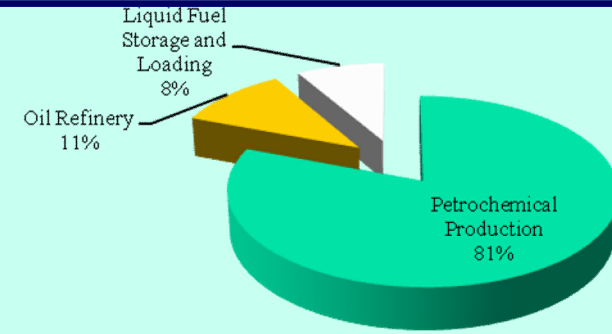
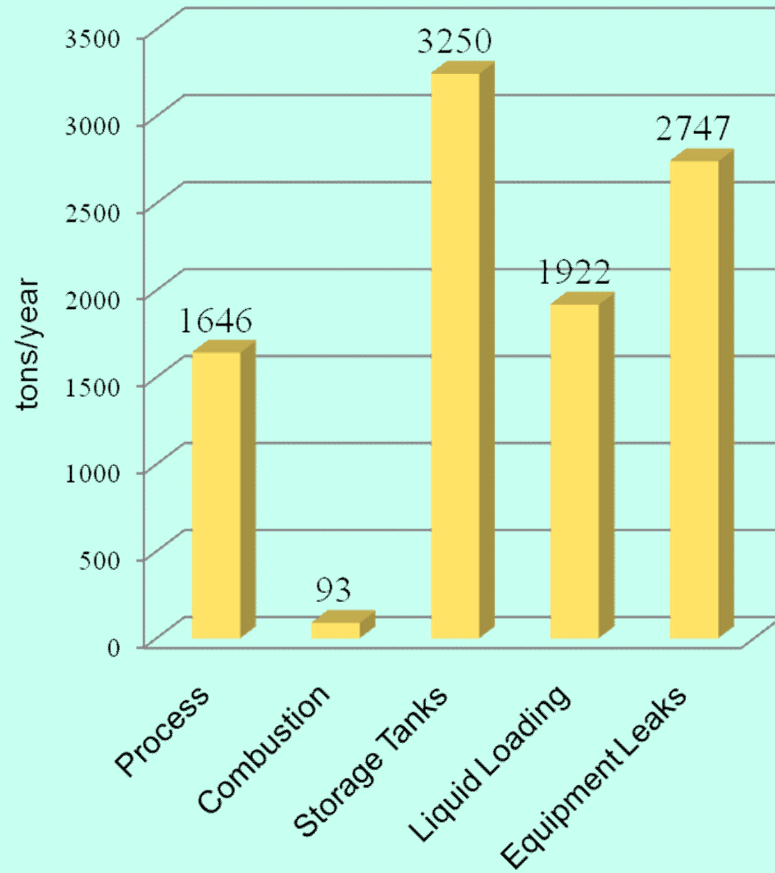




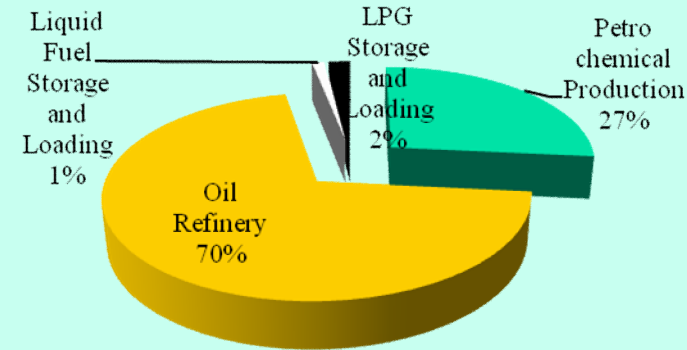


# VOC Kaynaklarının dağılımı

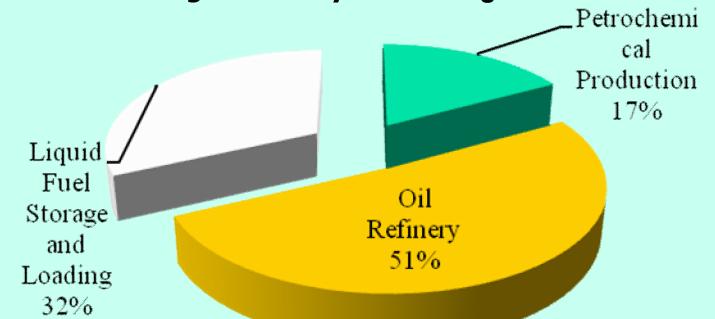
## EMİSYON ENVANTERİ – Oluşum türlerine göre



Depolama tanklarından gelen emisyonların dağılımı



Bağlantı ekipmanlarından gelen emisyonların dağılımı



Sıvı yakıt dolulmasından gelen emisyonların dağılımı



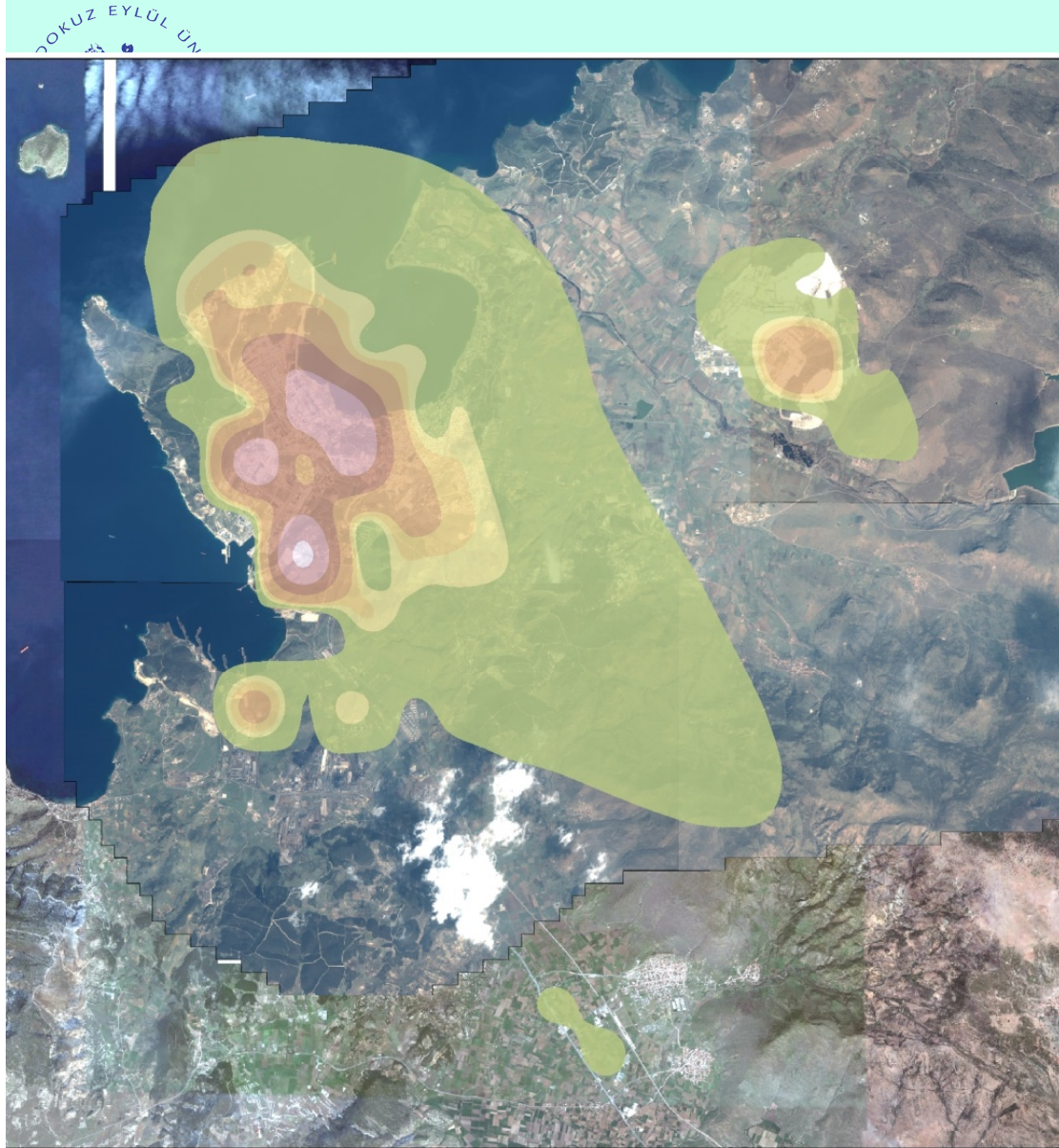
# DA ILIM 25

## MODELLEMES

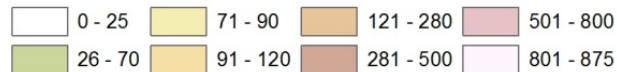
Maksimum konsantrasyonlar, petrol rafinerisi, petrokimya endüstrisi ve sıvı yakıt dolum tesislerinin kesiştiği bölgede görülmektedir.

Yarımadadaki maksimum konsantrasyon  $850 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mertebesindedir.

ALOSBI'de görülen konsantrasyonlar da önemli boyuttadır (yaklaşık  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



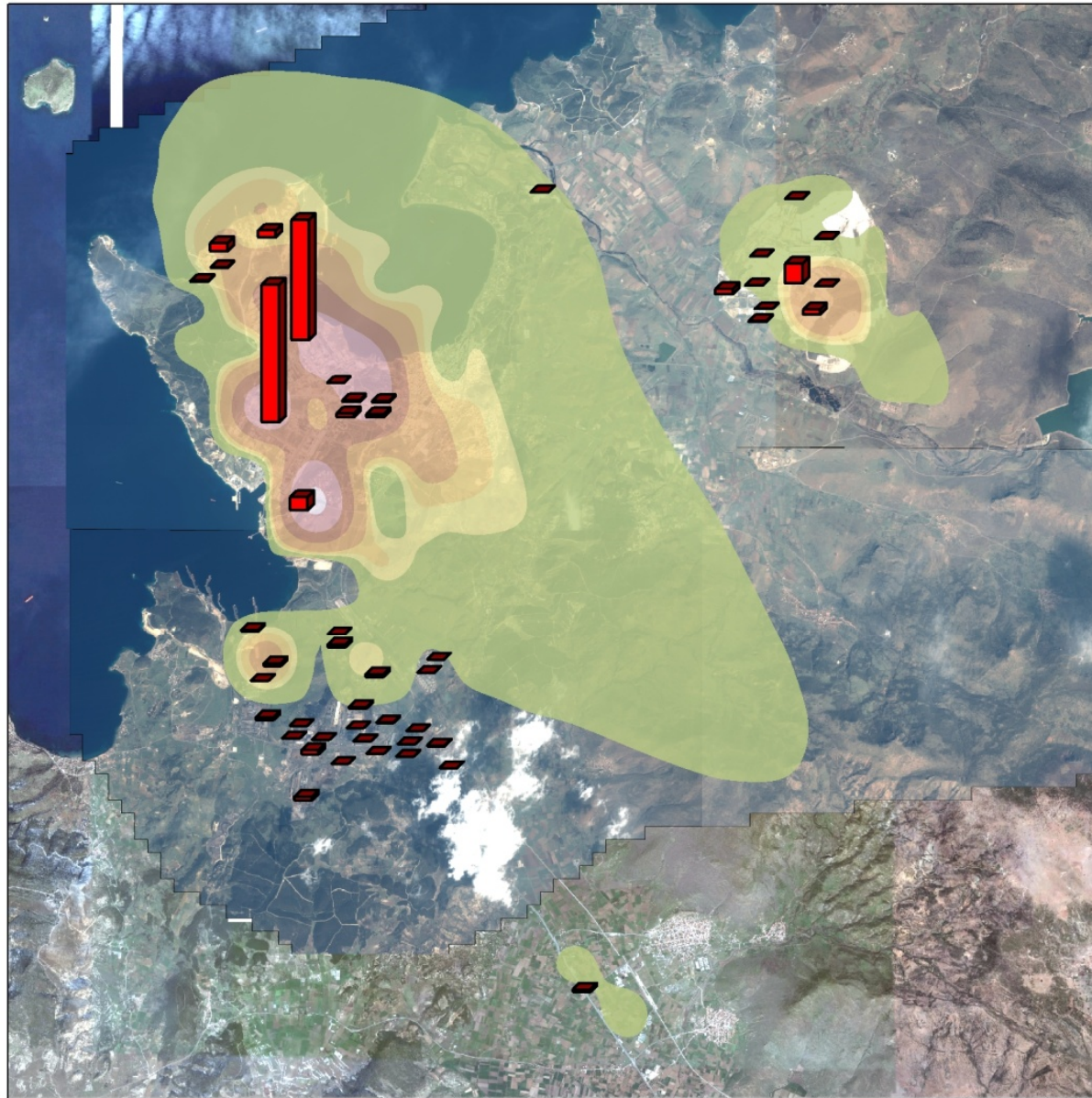
VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



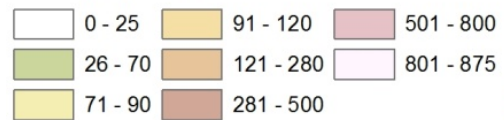
0 1.250 2.500 5.000 Meters







VOC ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



1.900

Emissions (Tons/Year)

0 1.000 2.000 4.000 Meters



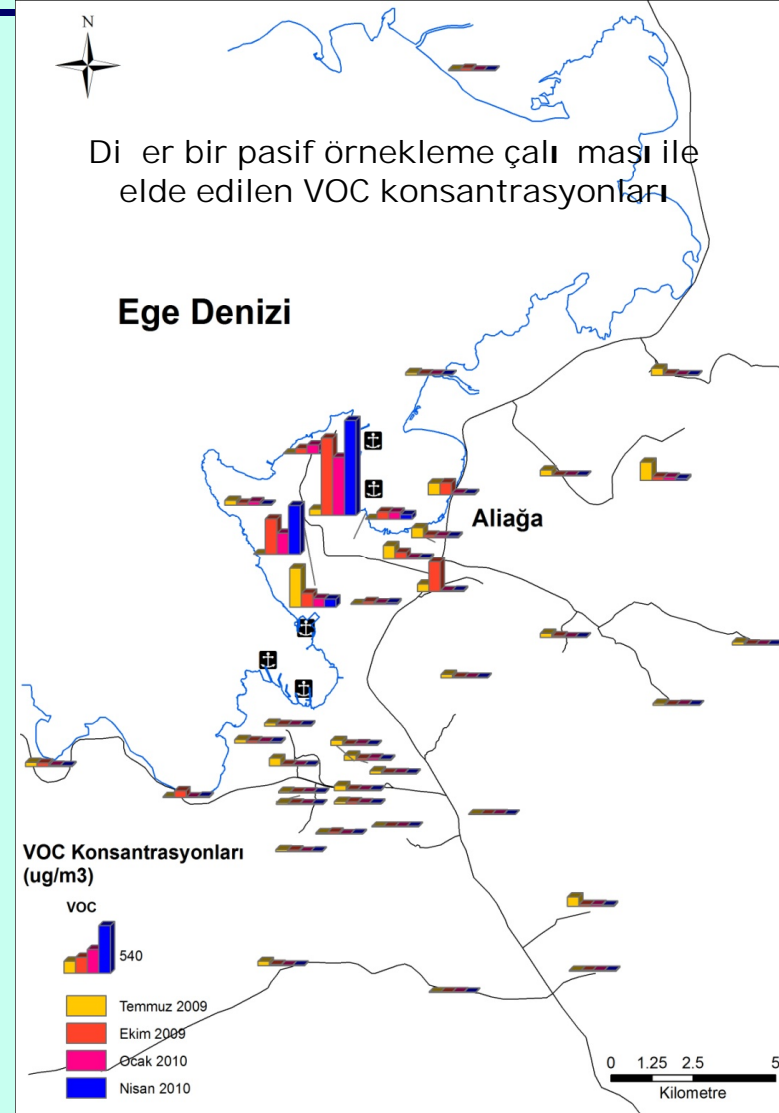
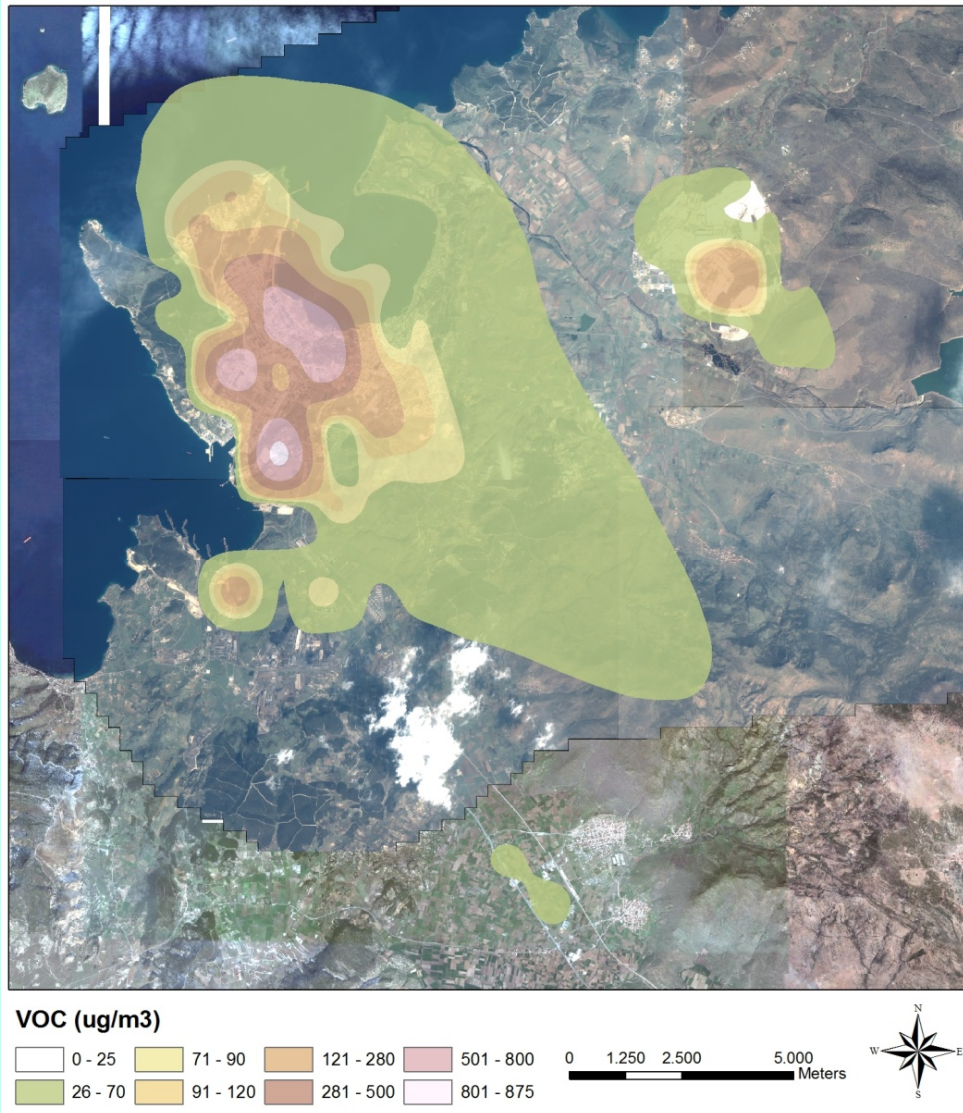
## VOC Kaynakları ve Emisyonlarının da ılımı

20 Kasım 2011 Tekirda



# DA İLİM MODELLEMES VE ÖLÇÜM KAR İLA TIRMASI

Modelleme sonucu elde edilen VOC konsantrasyonları



## SONUÇLAR

- 50 tesisten gelen toplam VOC emisyonu 9.700 ton/yıl olarak hesaplanmıştır.
- En yüksek emisyon değerleri petrokimya endüstrisi, petrol rafinerisi ve sıvı yakıt dolum tesislerinden gelmektedir.
- Petrokimya endüstrisi ve petrol rafinerisi birlikte bölgedeki toplam VOC emisyonlarınınin %73'ünü oluşturmaktadır.
- En yüksek VOC emisyonları 3.000 ton/yıl'ın üzerinde bir değerle Depolama Tankları'ndan gelmektedir (bu değere en büyük katkı petrokimya endüstrisi ve petrol rafinerisinden gelmektedir).
- Söz konusu emisyonlar hesaplanırken sanayi tesislerinde herhangi bir emisyon kontrol sistemi olmadığı kabulü yapılmıştır. Buna göre gerçek emisyon değerlerinin, hesaplanan değerlerden daha düşük olma ihtimali vardır.

# SONUÇLAR

- **Ek emisyon azaltıcı tedbirler gerekmektedir.**
- **Emisyon envanteri periyodik olarak güncellenmelidir.**
- **Hava kalitesi seviyelerinin ölçümlerle izlenmesi sürdürülmelidir.**
- **Sürekli ölçüm istasyonu kurulabilir.**
- **Bölgede meteoroloji ölçüm istasyonları kurulmalı.**

# SONUÇLAR

- **Yeni kurulacak tesisler için sektörel ve teknolojik sınırlama getirilebilir.**
- **Bölge için planlanan yeni yatırımlar dikkate alındı ında çok ciddi bir çevre yönetim planına ihtiyaç var.**
  - **Rafineri**
  - **Termik santrallar**
  - **Liman**
  - **Kara ve deniz trafiğinin artması**







Emek verenlere te ekkür ederiz.



**İginiz için te ekkür ederim.**