

# **İSTANBUL ANADOLU YAKASI HAVA KİRLİLİĞİNİN PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Ufuk MALAK – Prof.Dr. Kadir ALP

# Hava Kirliliği

Hava kirliliğinin , özellikle Partiküler madde PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> in sağlık üzerine olumsuz etkilerini gösteren pek çok çalışma bulunmaktadır.

Partiküler maddeler içeriğinde bulunabilen pek çok farklı organik ve inorganik kirleteciler ile sağlık üzerine ciddi etkiler oluşturmaktadır.

# Hava Kirliliği

Astım, kronik tıkayıcı akciğer hastalığı ve kalp hastalığı gibi kalp veya akciğer hastalığı olan kişiler PM'e maruz kaldığında, erken ölüm riski veya acil servislere başvuruda artış olur.

Yaşlılar PM maruziyetine karşı hassastır. Bu grup, hastanelere veya acil servislere başvuru ve kalp ve akciğer hastalığından erken ölüm gibi risklere açıktır. Aynı zamanda yüksek PM konsantrasyonları premature bebek ölümlerini de arttırmaktadır.

# Hava Kirliliği

Partiküllerin insan sağlığı üzerindeki etkileriyle ilgili istatistikî çalışmalar, partikül seviyesinin **dört katı** artmasıyla normal **ölüm oranının iki katına** çıktığı göstermiştir,

Aynı partikül seviyesi artısının astım ve bronşitten ölenlerin sayısını yaklaşık **üç katına** çıkardığı görölmüştür.

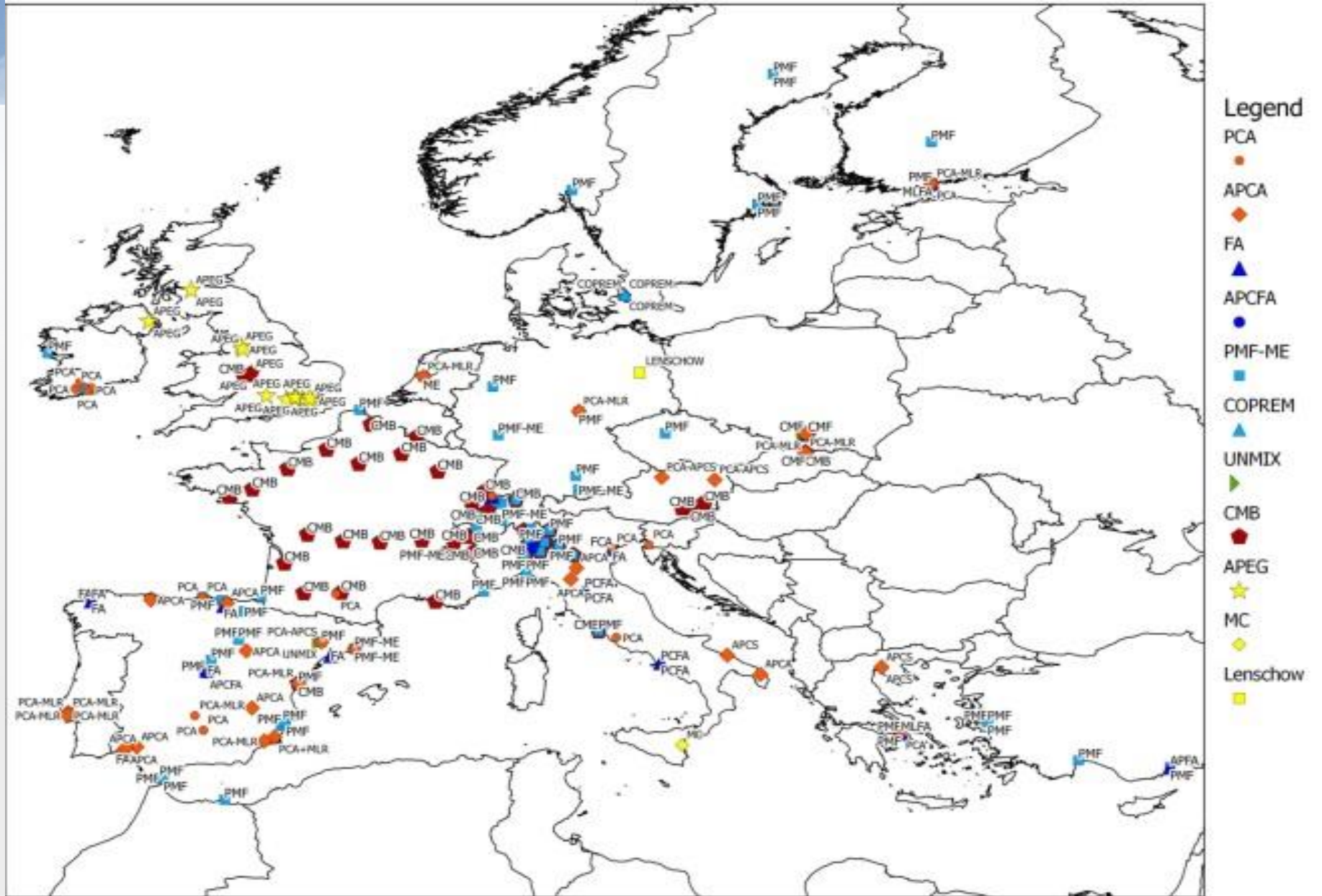
# Çalışmanın Temeli

Türkiye'de sayılı birkaç örnek olmasına karşın, Dünyada büyük şehirlerde Pm<sub>10</sub> ve Pm<sub>2.5</sub> ölçümleri ve buradan elde edilen örneklerde kaynak belirleme çalışmaları oldukça yaygındır.

Uzun dönem örnekleme ve bu örneklerde metal ve diğer kirleticilerin analizleri , ardından modellemeler ile kaynak tespiti çalışmaları yapılmaktadır.

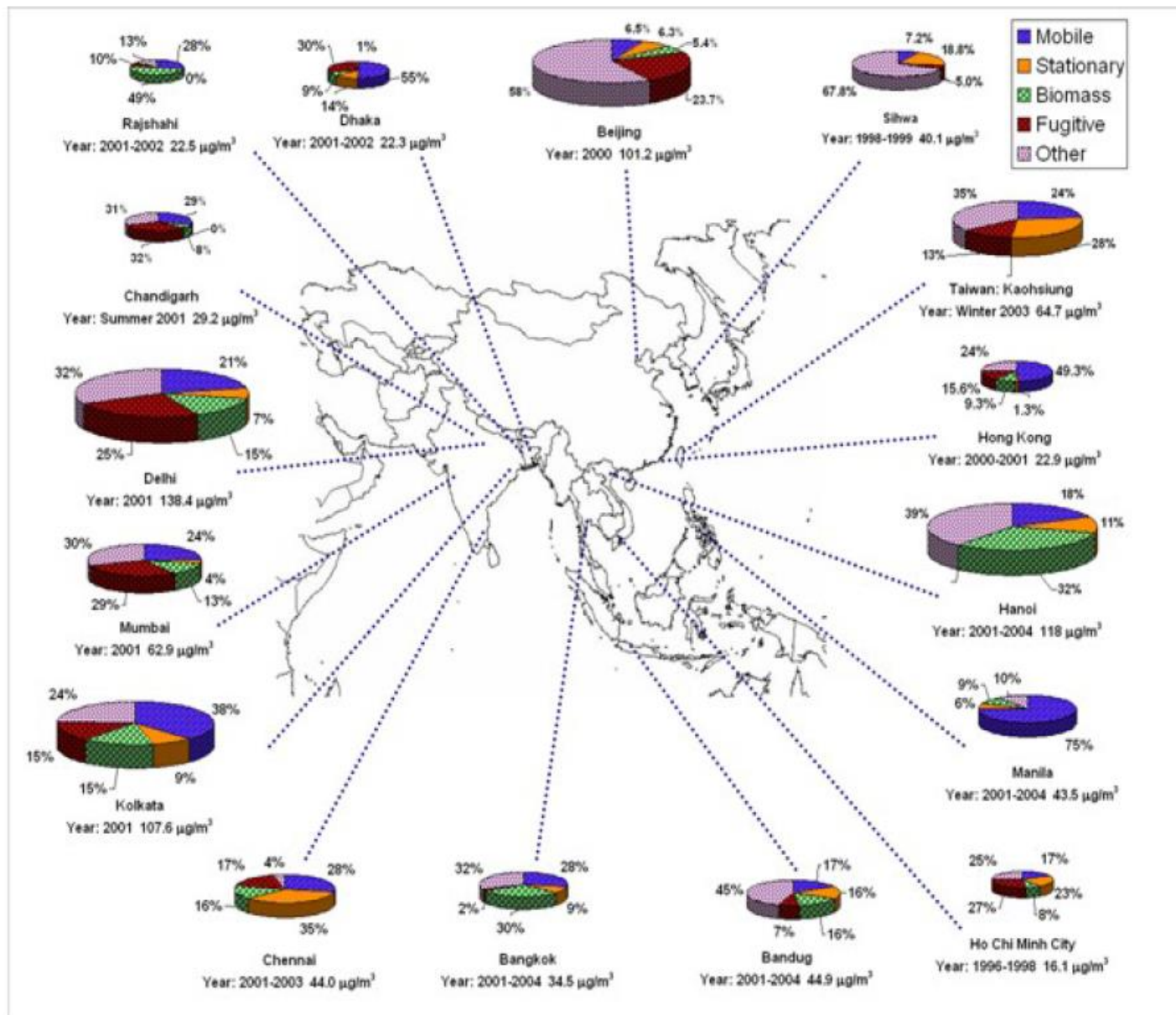
Avrupa ,Asya ve Kuzey ve Güney Amerikada Pm<sub>10</sub> – Pm<sub>2.5</sub> ve içeriklerine yönelik pek çok çalışma bulunmaktadır.

# Avrupa'daki Çalışmalar

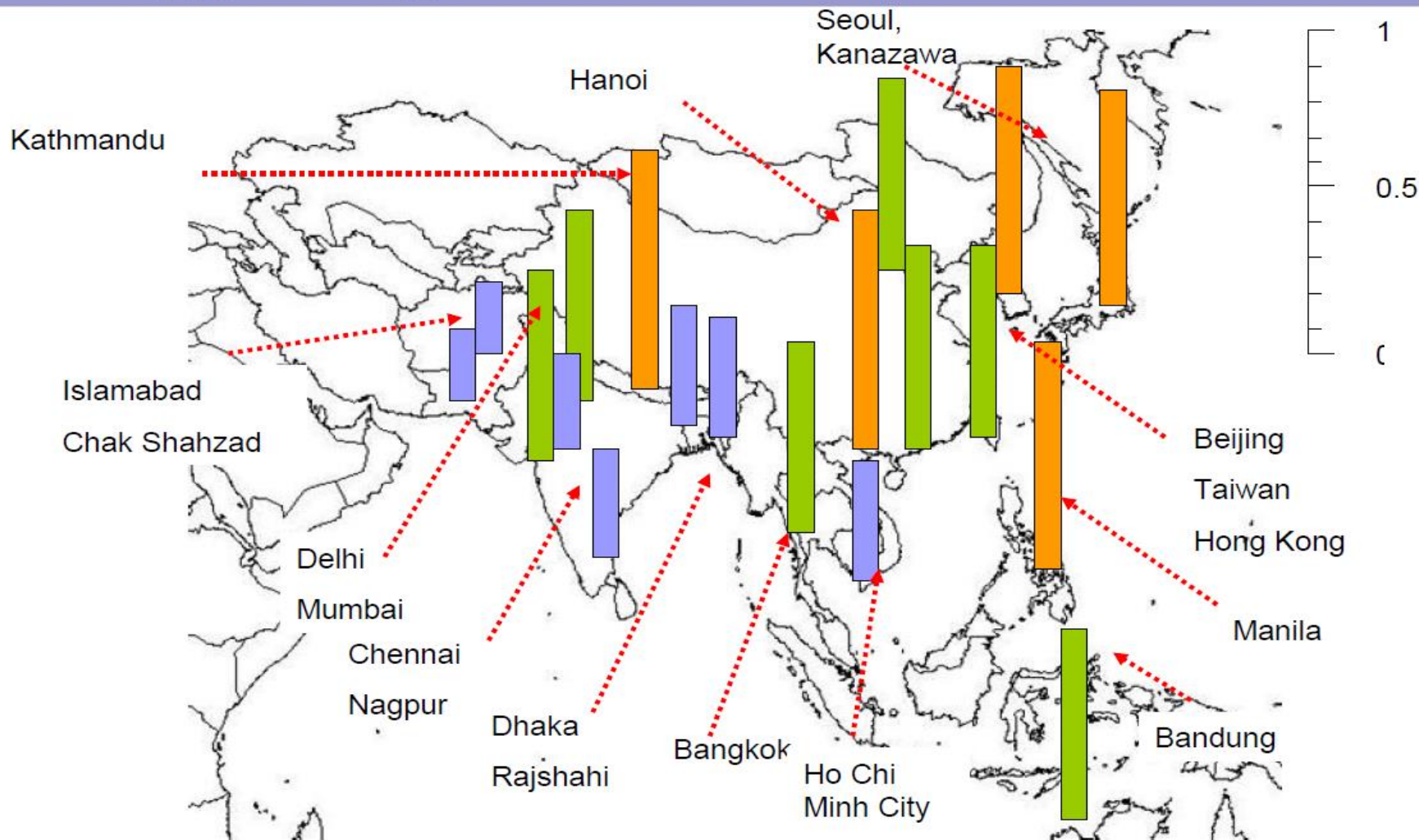




# PM<sub>2.5</sub> Source Apportionment



# PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> Ratios in Asian Cities



**Sources:** Agarwal et al. (2002), Begum et al. (2004, 2007), Carrico et al. (2003), Kumar and Joseph (2006), Hien et al. (2001), Ho et al. (2003), Kim et al. (2006), Oanh et al. (2006, 2007), Park et al. (2001), Shah et al. (2006), Tsai and Chen (2006), Wang et al. (2005)



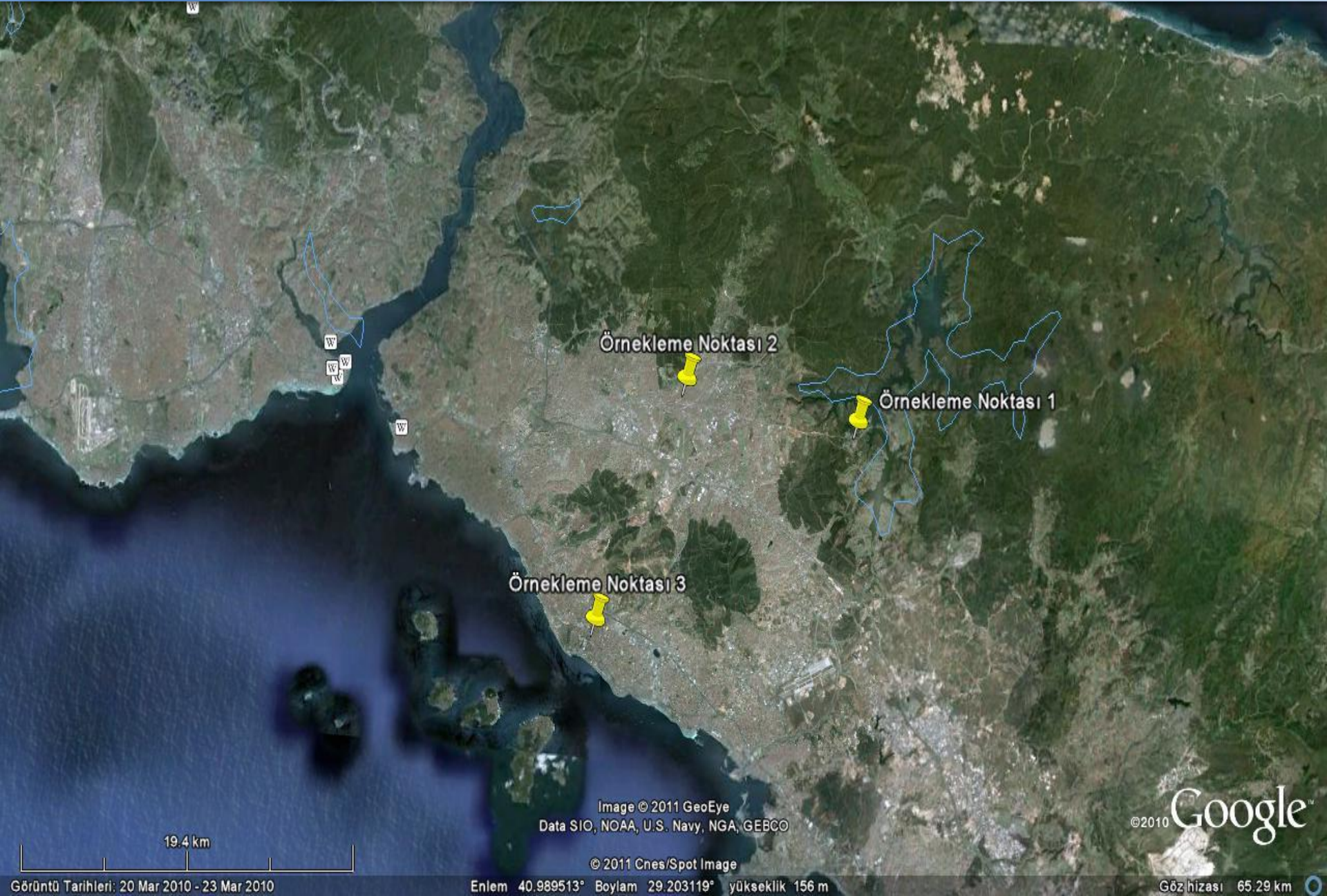
İstanbul Anadolu Yakasında Gerçekleştirilmiştir

İstanbul 20 milyona yakın nüfusu

İstanbul nüfusunun yaklaşık  $1/3$  ü Anadolu yakasında yaşamaktadır.

Avrupa yakasına göre daha yeşil bir alandır.

# Örnekleme Noktaları



Örnekleme Noktası 2

Örnekleme Noktası 1

Örnekleme Noktası 3

Image © 2011 GeoEye  
Data SIO, NOAA, U.S. Navy, NGA, GEBCO

© 2011 Cnes/Spot Image

©2010 Google™

19.4 km

Görüntü Tarihleri: 20 Mar 2010 - 23 Mar 2010

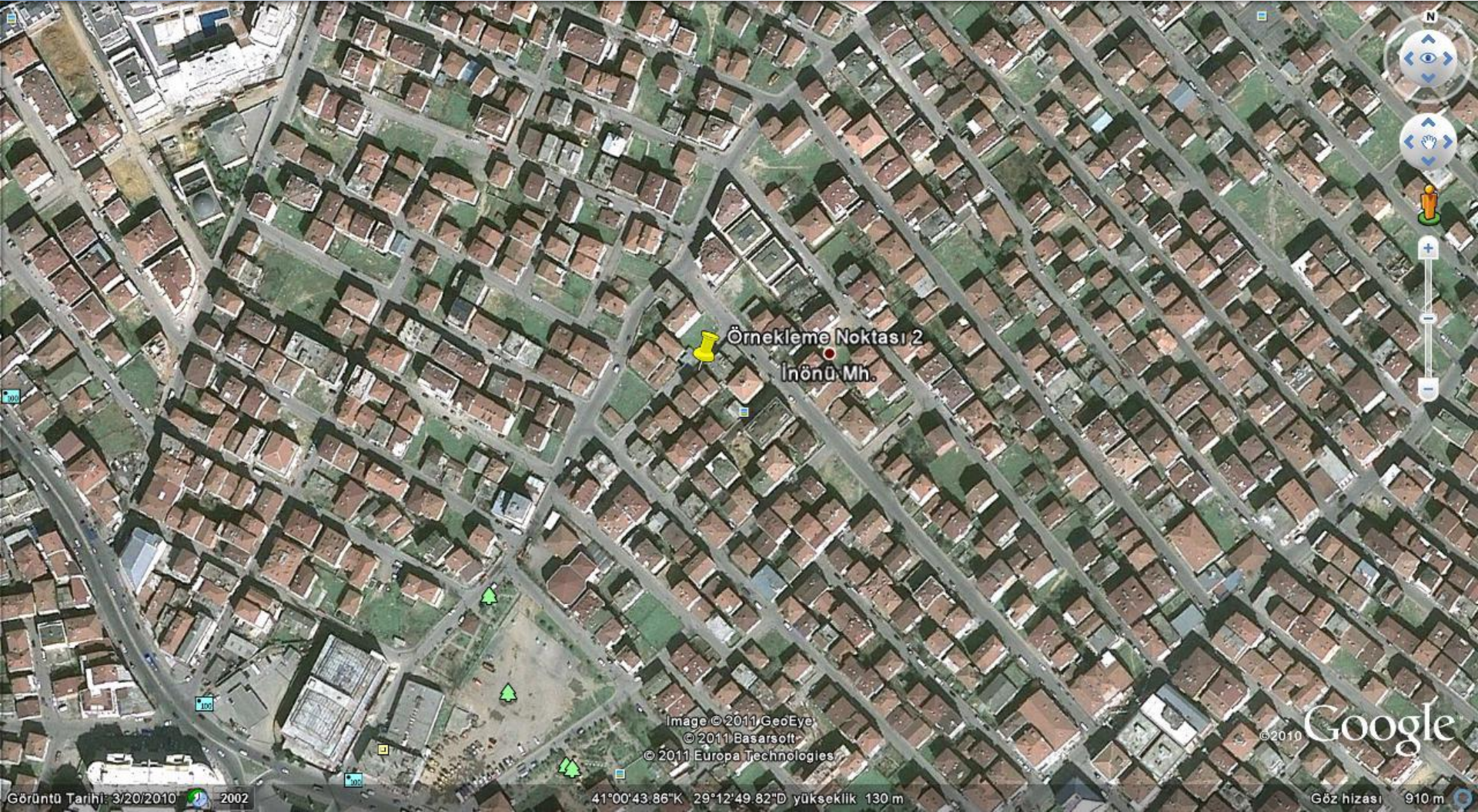
Enlem 40.989513° Boylam 29.203119° yükseklik 156 m

Göz hizası 65.29 km









Örnekleme Noktası 2  
İnönü Mh.

Image © 2011 GeoEye  
© 2011 Basarsoft  
© 2011 Europa Technologies

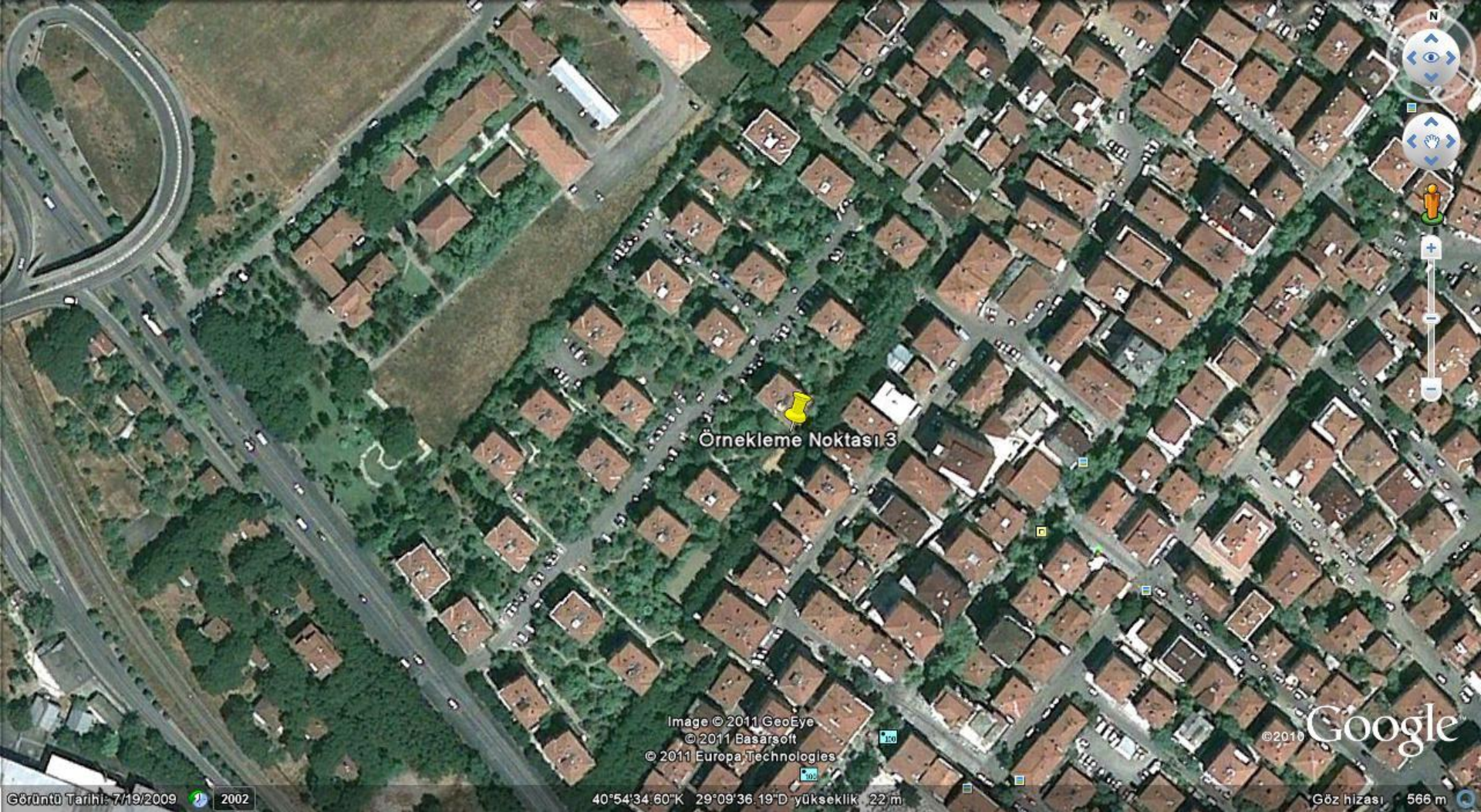
Google

Görüntü Tarihi: 3/20/2010 2002

41°00'43.86"K 29°12'49.82"D yükseklik 130 m

Göz hizası 910 m





Örnekleme Noktası 3

Image © 2011 GeoEye  
© 2011 Basarsoft  
© 2011 Europa Technologies

Google

Görüntü Tarihi: 7/19/2009 2002

40°54'34.60"K 29°09'36.19"D yükseklik: 22 m

Göz hizası 566 m



# İstasyon Seçimi

Yerleşim yerinde yapılan bir örnekleme çalışmasında lokasyon en az 200 m<sup>2</sup>'lik alanı temsil etmelidir.

- Veriler belirlenen alanda en yüksek konsantrasyonun görüldüğü, popülasyona direk ya da indirek olarak etkilediği alanda
- Genel popülasyonu temsilen bölge içinde diğer alanlardaki seviyeleri de belirleyebilen
- En yüksek konsantrasyonlu alanlar ve bu noktalardaki emisyon kaynaklarının çevresinde olan bölgeler.

# İstasyon Seçimi

Avrupa Birliği Direktif 1999/30/EC ve 2000/69/EC'ye göre ölçüm alınacak noktalara dikkat edilmiştir:

Binalar ya da hava akımını engelleyecek herhangi bir engelden en az 2 m uzaklıkta;

Örnekleme giriş yüksekliği 1,5-4 m olmalıdır. (1,5 m potansiyel insan maruziyeti için tercih edilir.

Örnekleme noktası girişı araçların motorları çalışırken durup beklediği alandan uzakta olmalı (trafik ışıkları ya da park). Minimum kabul edilebilir uzaklık 10 m'dir.

# Örnekleme Ekipmanı Seçimi

*Bu çalışma için Thermo dikothomuos Cihazı tercih edilmiştir.*

PM-10 başlığından geçen parçacıklar boyutlarına göre ikiye ayrılarak teflon partikül filtresinde toplanır.

Kaba partiküller 1,67 LPM debiyle kaba filtrede, ince partiküller ise 15 LPM debiyle ince filtrede toplanır. Sabit debiyle çalışan cihaz 24 saat kayıt yapma özelliğine sahiptir.



# Numune Alma İşlemi

Örnekleme işlemleri;

Düşük hacimli örnekleme ekipmanları ile yapılmıştır.

Örnekleme 24 saat sürmüştür.

Hafta içi ve hafta sonu birer adet olmak üzere her noktadan haftada 2 kez alınmış, bir yıl boyunca devam etmiştir.

# Kalite Güvence İşlemleri

Filtrelerin şartlanması, tartımı, kalite kontrol işlemleri akredite laboratuvarda yapılmıştır.

Cihazların kalibrasyonu yaptırılmış, doğrulama işlemleri haftalık olarak gerçekleştirilmiştir.

lm sonuçlarında, saha şahidi, taşıma şahidi ve laboratuvar şahidi kullanılmıştır.



# Hesaplamalar

Hesaplamalarda, laboratuvar prosedürlerinde var olan ve ortamda  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örneklemesine uygun yöntemler takip edilmiştir.

Deneylere yardımcı personelin validasyon raporları, belirsizlik hesapları, ölçüm tekrarı gibi hususlar ölçüm sonuçlarının oluşturulmasında dikkate alınmıştır.

# Ölçüm Sonuçları

**Tablo 1. Tüm İstasyonlar İçin Elde Edilen Veriler**

	Hafta İçi Sonuçları		Hafta Sonu Sonuçlar	
	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
<b>Ortalama (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>63,36</b>	<b>38,14</b>	<b>57,28</b>	<b>31,20</b>
<b>Standart sapma</b>	25,53	18,01	24,77	17,74
<b>PM2.5/PM10</b>	0,60		0,54	
<b>En büyük (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>222</b>	<b>143</b>	<b>216</b>	<b>169</b>
<b>En küçük (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>8</b>
<b>Korelasyon</b>	0,98		0,96	

# Ölçüm Sonuçları

Tablo 2. Her bir İstasyon İçin Elde Edilen Veriler

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
<b>Ortalama</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>31,43</b>	<b>16,45</b>	<b>77,84</b>	<b>45,26</b>	<b>71,69</b>	<b>42,30</b>
<b>Standart Sapma</b>	10,38	7,44	33,75	24,77	31,32	21,42
<b>PM2.5/PM10</b>	0,52		0,58		0,59	
<b>En büyük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	83	53	222	158	222	169
<b>En küçük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	14	8	22	10	22	8
<b>Korelasyon</b>	0,95		0,97		0,94	

# Ölçüm Sonuçları

Tablo 3. Örnekleme İstasyonu Bazında (Hafta içi) Sonuçlar

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
<b>Ortalama</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>35,21</b>	<b>19,00</b>	<b>80,79</b>	<b>50,48</b>	<b>74,07</b>	<b>44,93</b>
<b>Standart Sapma</b>	12,36	9,12	34,46	24,80	29,77	20,10
<b>PM2.5/PM10</b>	0,54		0,62		0,61	
<b>En büyük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	83	53	222	143	170,2	99,6
<b>En küçük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21	8	42	23	32,2	13,2
<b>Korelasyon</b>	0,97		0,98		0,94	

# Ölçüm Sonuçları

Tablo 3. Örnekleme İstasyonu Bazında (Hafta içi) Sonuçlar

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
<b>Ortalama</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>35,21</b>	<b>19,00</b>	<b>80,79</b>	<b>50,48</b>	<b>74,07</b>	<b>44,93</b>
<b>Standart Sapma</b>	12,36	9,12	34,46	24,80	29,77	20,10
<b>PM2.5/PM10</b>	0,54		0,62		0,61	
<b>En büyük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	83	53	<b>222</b>	143	<b>170,2</b>	99,6
<b>En küçük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	21	8	42	23	32,2	13,2
<b>Korelasyon</b>	0,97		0,98		0,94	

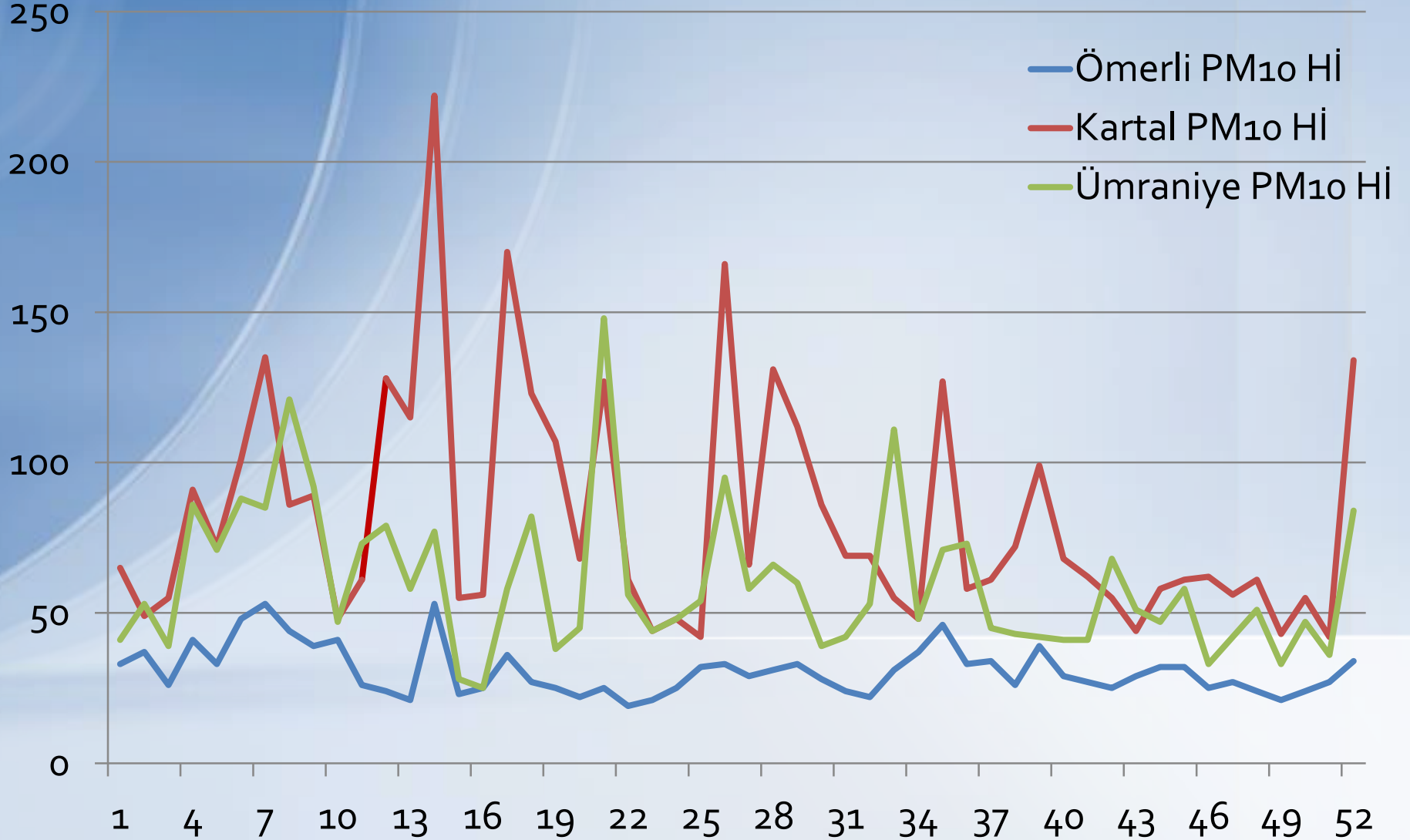


# Ölçüm Sonuçları

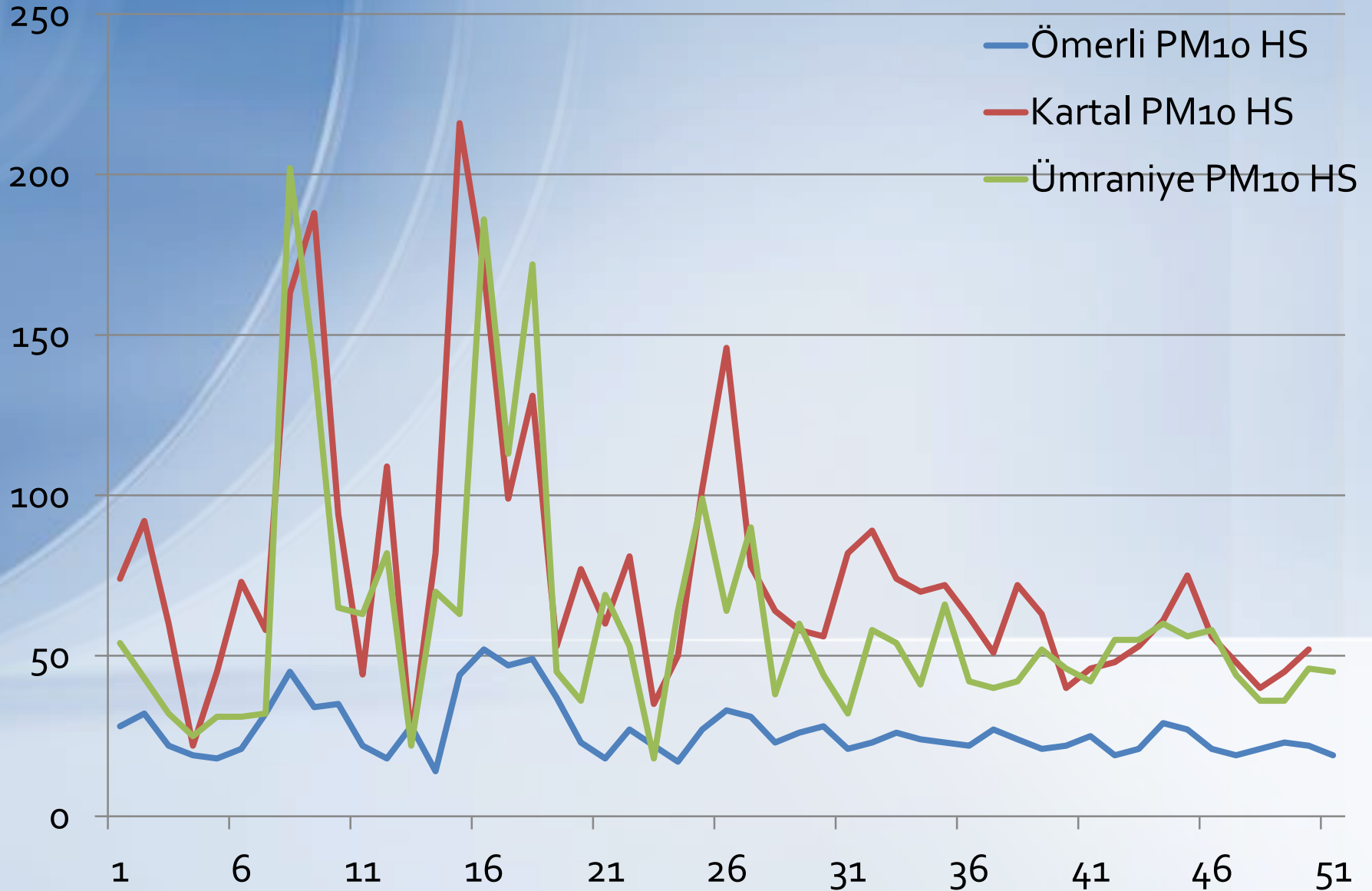
Tablo 4. Örnekleme İstasyonu Bazında (Hafta sonu)

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5	PM10	PM2.5
<b>Ortalama</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	<b>27,65</b>	<b>13,90</b>	<b>74,89</b>	<b>40,04</b>	<b>69,31</b>	<b>39,67</b>
<b>Standart Sapma</b>	8,40	5,76	33,04	24,73	32,87	22,73
<b>PM2.5/PM10</b>	0,50		0,53		0,57	
<b>En büyük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	52	32	<b>216</b>	<b>158</b>	<b>172</b>	<b>111</b>
<b>En küçük</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	17	9	24	10	22	8
<b>Korelasyon</b>	0,93		0,96		0,95	

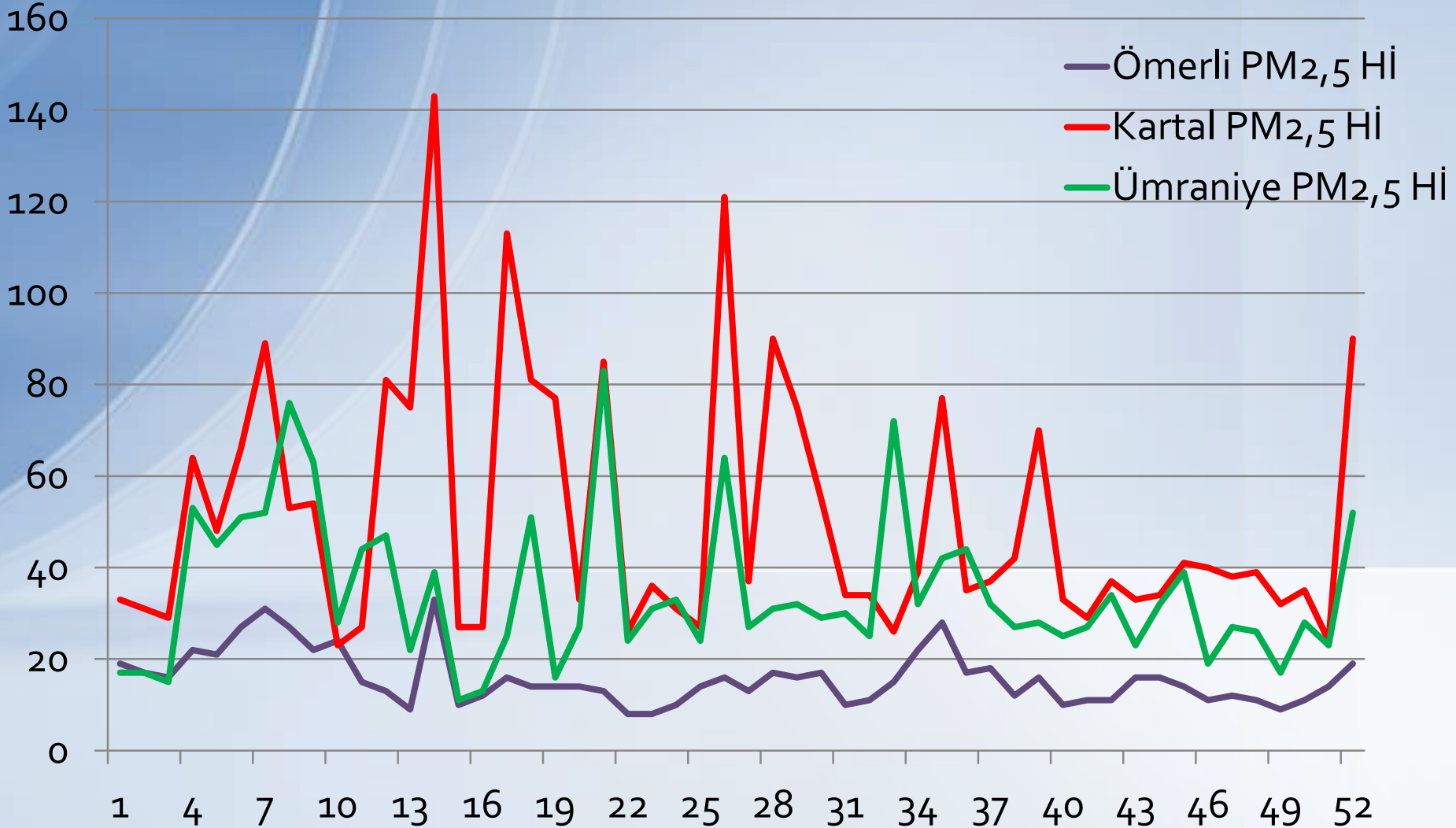
**Grafik 1. Ömerli Kartal Ümraniye PM<sub>10</sub> Hafta içi Karşılaştırılması**



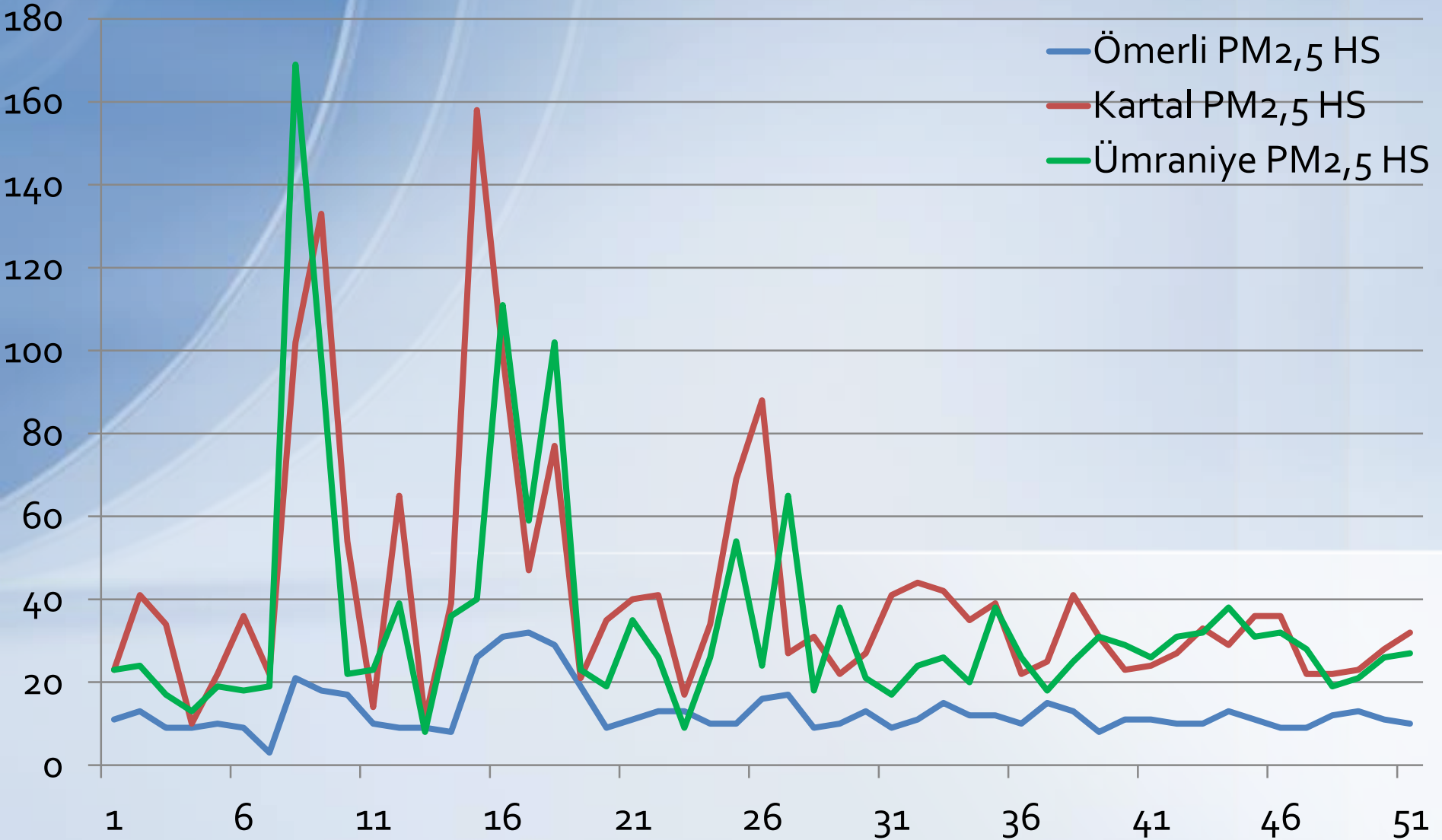
**Grafik 2. Ömerli Kartal Ümraniye PM<sub>10</sub> Hafta Sonu Karşılaştırılması**



**Grafik 3. Ömerli Kartal Ümraniye PM2.5 Hafta içi Karşılaştırılması**



# Grafik 4. Ömerli Kartal Ümraniye PM2.5 Hafta Sonu Karşılaştırılması





# Ulusal Hava kalitesi İndeksi

İndeks	HKİ	PM10 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
		24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-50
Orta	<b>51 – 100</b>	51-100 <sup>L</sup>
Hassas	101 – 150	101-260 <sup>U</sup>
Sağlıksız	151 – 200	261-400 <sup>U</sup>
Kötü	201 – 300	401-520 <sup>U</sup>
Tehlikeli	301 – 500	>521

# Ulusal Hava kalitesi İndeksi

Sonuçların yıllık ortalaması İstanbul da orta düzey bir kirlilik olduğunu göstermektedir.

Hava kalitesi uygun fakat alışılmadık şekilde hava kirliliğine hassas olan çok az sayıdaki insanlar için bazı kirleticiler açısından orta düzeyde sağlık endişesi oluşabilir.

En yüksek değerler değerlerin (%5 inden az bir kısmı için) kötü indeksine, değerlerin ısınma döneminde %20 sağlıklı indeksine karşılık gelmektedir.

Sadece, arka plan kabul edilen istasyonda elde edilen ortalamalar iyi indeksine karşılık gelmektedir.

# Pm<sub>10</sub> ve Pm<sub>5</sub> kaynakları

Mevsimsel, meteorolojik veriler, örnekleme zamanları, daha sonra yapılan modellerle de desteklendiği üzere, kaynaklar;

- Yer kabuğu tozu
- Yol tozu
- Trafik
- Isınma
- Endüstri
- Taşınım



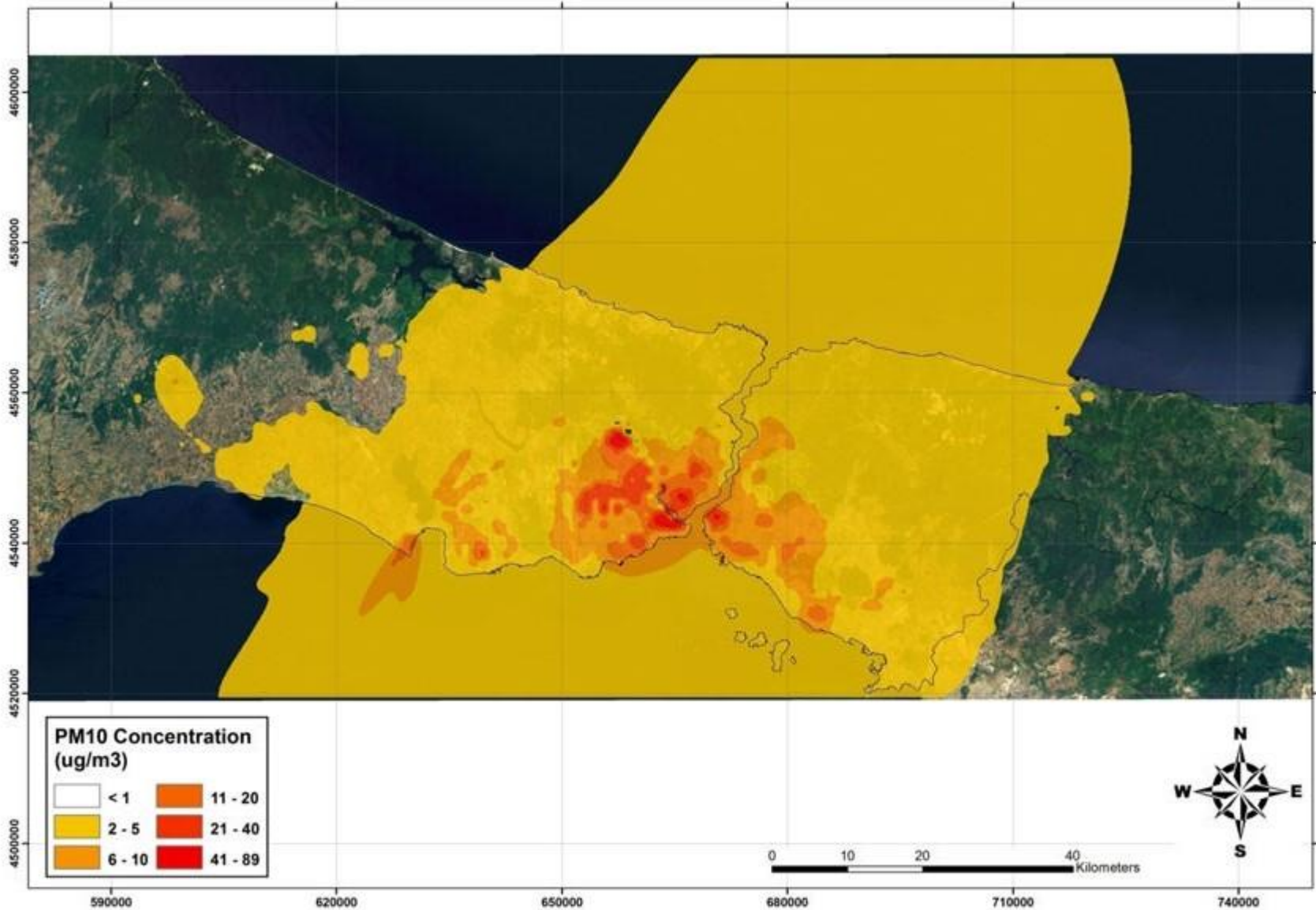
**Tablo 2.1.** Hava Kalitesi Limit Değerlerimiz ile AB Limit Değerleri

Bileşen	AB-Limit Değerler			Türkiye-Limit Değerler	
	Sınır Değer *	Süre	Aşma Sayısı	Sınır Değer*	Süre
SO2	350	1 saat	24	900	1 saat
	-	-	-	150	yıl
	125	24 saat	3	400	24 saat
	20 (ekosistem)	yıl/kış	-	60	yıl
NO2	200	1 saat	18	-	-
	-	-	-	300	24 saat
	40	yıl	-	100	yıl
NOx	30 (ekosistem)	yıl	-		
PM10	50	24 saat	35	300	24 saat
	40	yıl	-	150	yıl
Kurşun	0.5	yıl	-	2	yıl
Benzen	5	yıl	-		
CO	10	8 saat	-	-	-
	-	-		30	24 saat
	-	-		10	yıl
O3	120 (limit değer)	8 saat	25 gün	240	1 saat
	180 (maksimum)	1 saat	-		

# PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub> (0.5-0.6)

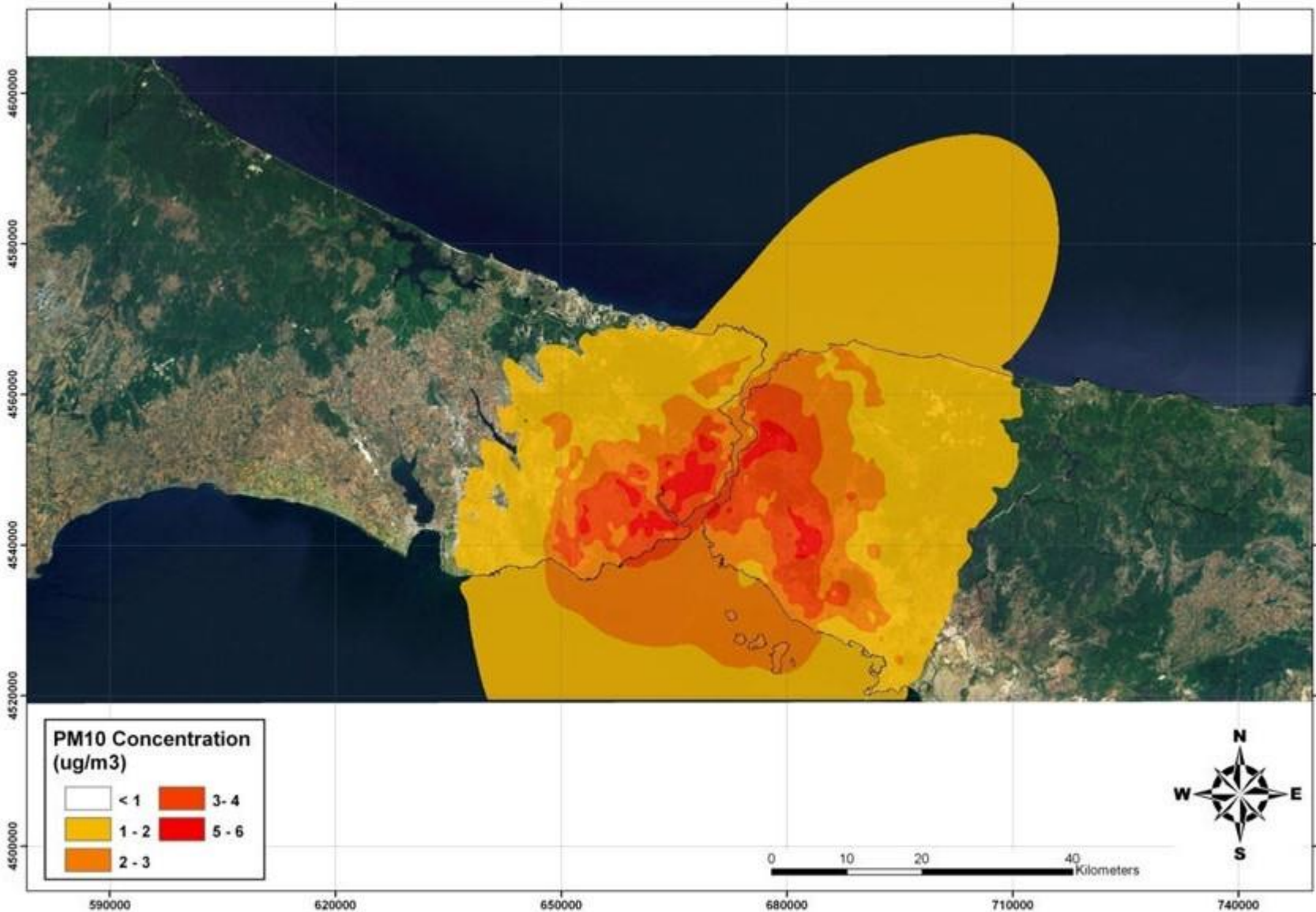
Country	City	Average	Min	Max	References
Bangladesh	Dhaka	0.34	0.34	0.34	Begum et al. (2007)
	Rajshahi	0.35	0.35	0.35	Begum et al. (2004)
China	Beijing	0.63	0.58	0.73	Oanh et al. (2006 & 2007)
	Taiwan	0.62	0.61	0.63	Tsai and Chen (2006)
	Honkong	0.66	0.53	0.78	Ho et al. (2003)
India	Chennai	0.31	0.26	0.35	Oanh et al. (2006 & 2007)
	Mumbai	0.64	0.68	0.7	Kumar and Joseph (2006)
	Punjab	0.42			Nautiyal J. (2000)
	Delhi	0.61	0.56	0.66	Agarwal et al. (2002)
	Nagpur	0.49	0.3	0.68	Agarwal et al. (2002)
Indonesia	Bandung	0.63	0.52	0.73	Oanh et al. (2006 & 2007)
Japan	Kanazawa	0.71	0.71	0.71	Wang et al. (2005)
Pakistan	Islamabad	0.23	0.23	0.23	Shah et al. [2006]
	Chak Shahzad	0.22	0.22	0.22	Shah et al. [2006]
Philippines	Manila	0.73	0.61	0.81	Oanh et al. (2006 & 2007)
South Korea	Seoul	0.77	0.77	0.77	Kim et al. (2006)
	Busan	0.56	0.56	0.56	Kim et al. (2006)
	Sihwa	0.75	0.75	0.75	Park et al. (2001)
Thailand	Bangkok	0.59	0.47	0.68	Oanh et al. (2006 & 2007)
Vietnam	Hanoi	0.78	0.62	0.95	Oanh et al. (2006 & 2007)
	Ho Chi Minh City	0.34	0.34	0.34	Hien et al. (2001)
Nepal	Katmandu	0.76	0.7	0.81	Carrico et al. (2003)

# İstanbul'da PM<sub>10</sub> dağılımı

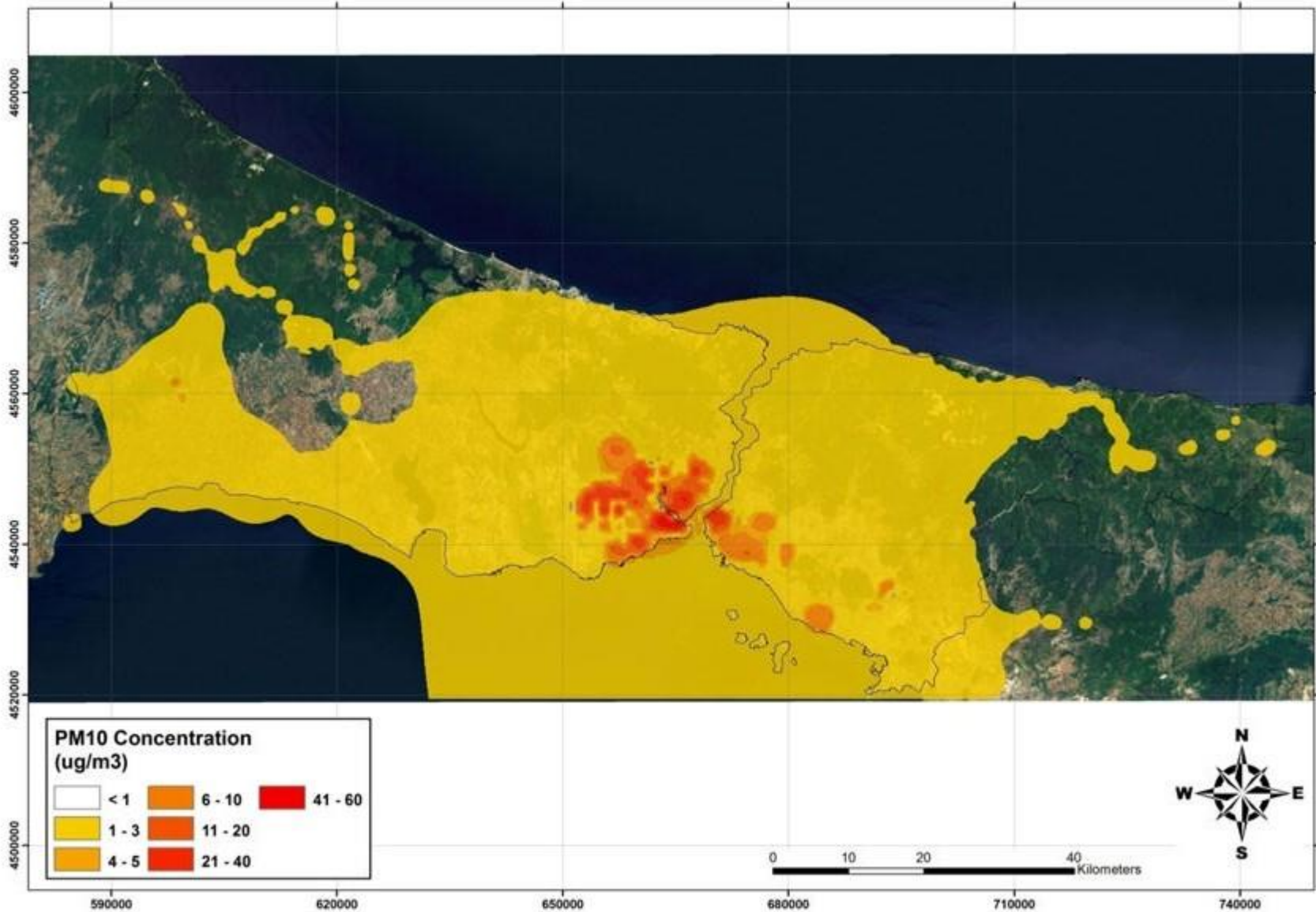




# İstanbul'da PM<sub>10</sub> dağılımı (ısınmadan)

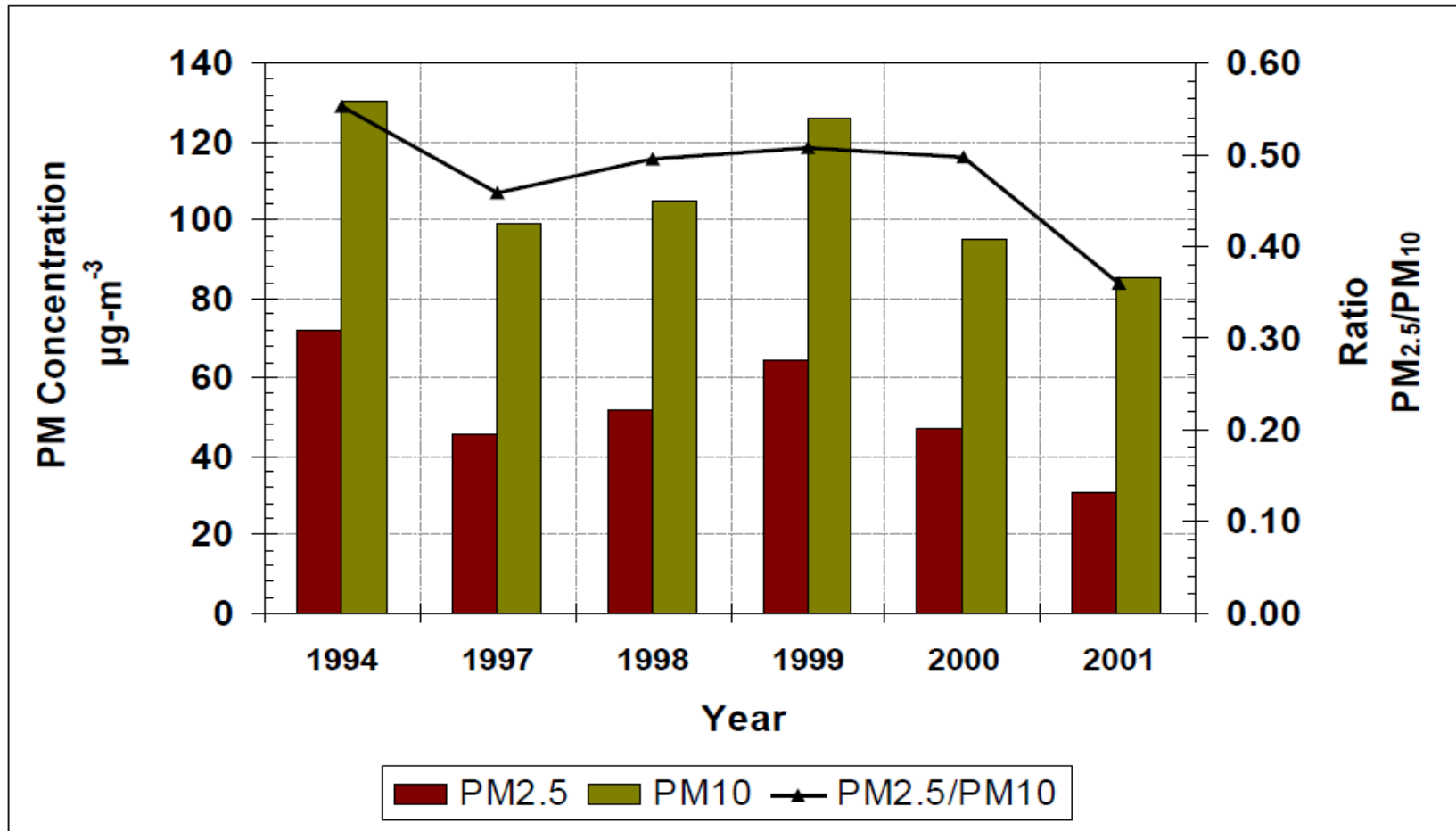


# İstanbul'da PM<sub>10</sub> dağılımı (trafik)



# Öneriler

## Trends in $PM_{2.5}/PM_{10}$ Ratios in Bangladesh



**Source:** Biswas et al. (2003), Begum et al. (2004, 2007)