

## İSTANBUL ANADOLU YAKASI HAVA KİRLİLİĞİNİN PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Ufuk MALAK<sup>(\*)</sup>, Kadir ALP

İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü Maslak –İSTANBUL

### ÖZET

İstanbul 20 milyona yaklaşan nüfusu ile Türkiye'nin en birinci dünyanın ise sayılı kalabalık şehirlerinden bir tanesidir. Şehrin içinde ve çevresinde kalan endüstriyel faaliyetler, kara, hava ve deniz trafik yoğunluğu, taşınım faaliyetleri, ısınma ve inşaat faaliyetleri gibi doğal ve insan etkisi ile olan faaliyetler hava kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Bu çalışmada İstanbul ili Anadolu yakasında seçilmiş olan üç noktada bir yıl süresince eş zamanlı olarak PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2,5</sub> ölçümleri hafta içi ve hafta sonunda olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Ölçüm noktaları sanayi kirliliği, trafik ve ısınmadan kaynaklı kirlilik ve geri plan kirliliğini temsil edecek noktalardan seçilmiştir. Bir yıl süresince yapılan ölçümlerden elde edilen veriler ısınma dönemi, trafik yoğunlukları, taşınım kirlilikleri, mevsimsel değişimler gibi farklı zaman ve kaynaklardan oluşabilecek katkıların hesaplanmasına yardımcı olmuştur.

Elde edilen verilerden arka plan ölçümleri için PM<sub>10</sub> 31,43 µg/m<sup>3</sup> ± 10,38, trafik ve ısınmanın yoğun olduğu bölgelerde 77,84 µg/m<sup>3</sup> ± 33,75 ve şehir içinde kalan endüstri bölgesinde 71,69 µg/m<sup>3</sup> ± 31,32 olarak tespit edilmiştir. Aynı noktalarda yapılan ölçümler PM<sub>2,5</sub> için ise sırasıyla, 16,45 µg/m<sup>3</sup> ± 7,44, 45,26 µg/m<sup>3</sup> ± 24,77 ve 42,30 µg/m<sup>3</sup> ± 24,77 olarak bulunmuştur. Elde edilen veriler hava kalitesi indeksi değerleri ile karşılaştırıldığında hava kalitesinin uygun orta düzeyli kirlilik değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

### ABSTRACT

İstanbul is the biggest city of Turkey and one of the most crowded cities in the World with its about 20 million population. Industrial production facilities in and around Istanbul, as well as all kind of road, marine and air transportation,

In this study, simultaneous PM<sub>10</sub> and PM<sub>2,5</sub> measurements were performed at three different sampling locations for one year sampling time, mainly once at the week time and one at the weekend. Sampling locations were selected to represent, industrial, traffic and combustion pollution effects whereas one sampling point were selected to represent relatively clean background air quality of Istanbul. A year of sampling helped to understand combustion and non-combustion period, heavy traffic, monthly and seasonal effects.

Average of a year-long measurements shows that PM<sub>10</sub> results occurred as PM<sub>10</sub> 31,43 µg/m<sup>3</sup> ± 10,38 for background sampling station, 77,84 µg/m<sup>3</sup> ± 33,75 for traffic and combustion sourced areas and 71,69 µg/m<sup>3</sup> ± 31,32 relatively industrial part of the city. PM<sub>2,5</sub> results for

\* ufuk.malak@artekcevre.com.tr

the same sampling points measured as  $16,45 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 7,44$ ,  $45,26 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 24,77$  and  $42,30 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 24,77$ , respectively. Comparison of average of  $\text{Pm}_{10}$  and  $\text{PM}_{2.5}$  results with air quality indexes it shows air pollution for the selected sampling stations are moderate around the year.

## ANAHTAR SÖZCÜKLER

İstanbul İli Hava Kalitesi,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,

### 1. GİRİŞ

20. Yüzyıldan itibaren görülen yoğun şehirleşme ve endüstrileşme, içinde yaşanılan çevre üzerinde önemli değişimlere neden olmuştur. Gelişen teknolojinin yaşamımıza getirdiği rahatlık yanında, bu gelişmenin tabiata ve çevreye verdiği kirliliğin boyutu her geçen gün hızla artmaktadır. Yaşamı daha mükemmel hale getirmek, daha sağlıklı ve uzun bir ömür sağlayabilmek amacıyla dönük bu gelişmelerin, gerek kırsal, gerek kentsel alanlarda, doğal kaynakları bozduğu su, hava, toprak kirlenmesine yol açtığı, bitki ve hayvan varlığına zarar verdiği son yıllarda inkar edilemez bir gerçek haline dönüşmüştür.

Atmosferde toz, duman, gaz, koku ve saf olmayan su buharı şeklinde bulunabilecek kirleticilerin, insanlar ve diğer canlılar ile eşyaya zarar verebilecek miktarlara yükselmesi şeklinde açıklanan hava kirliliği, su ve toprak kirliliği yanında, insan ve çevre sağlığı üzerine pek çok olumsuz etkilere sahiptir. Büyük şehirlerde önemli bir çevre sorunu olan hava kirliliğine neden olan maddelerin görülen en yaygın olanları kükürtdioksit ( $\text{SO}_2$ ), azot oksitleri ( $\text{NO}$  veya  $\text{NO}_2$ , genellikle  $\text{NO}_x$  olarak adlandırılmakta), karbon monoksit ( $\text{CO}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), askıda katı madde ( $\text{PM}$ ) ve kurşun ( $\text{Pb}$ ) dan oluşmaktadır.

Hava kirliliğine sebep olan parametrelerin konsantrasyonları ve sağlık üzerine ölüm ve hastalık yaratma etkileri incelenmiştir ve önemli bulgular elde edilmiştir (Örneğin Pope ve diğerleri, 2002; US EPA, 1996). Bu araştırmalarda partikül madde, diğer kirleticilerin yanında kirliliği en fazla öneme sahip belirleyici kirletici olarak ortaya çıkmaktadır. Partikül maddelerin büyük şehirlerde sağlık etkilerinin yanı sıra görüş mesafesine etkisi ve küresel ölçekte ışınımlara etkisi nedeniyle de araştırma konusu olmuştur (Polissar vd., 2001; Watson, 2002).

Partikül madde birçok farklı kaynaktan atmosfere salınan ve kaynağına bağlı olarak farklı morfolojik, kimyasal, fiziksel ve termodinamik özellikler gösteren bir yapıdır (Wilson vd., 2002). Atmosferik partikül maddenin en önemli özelliği, onlarca mikrometreden nanometre boyutuna kadar değişebilen büyüklüğüdür (Covert vd., 1992; Clarke, 1992). Partikül madde ve hava kirliliği araştırmalarının birincil nedeni,  $\text{PM}$ 'nin sağlık ile ilgili sonuçlarını anlamak ve önlemek için kaynağını saptamaktır. Partikül maddelerin sağlık ve çevre üzerine etkisinde; partikül sayısı, boyutu veya yüzeyi gibi fiziksel özellikleri ve partikülün kimyasal kompozisyonu önemli rol oynar. Partikül madde derişimleri, aynı şehrin içinde ve şehirden şehre büyük ölçüde değişim göstermektedir (Finlayson-Pitts, 1986; Baumbach, 1996; Müezzinoğlu, 2000). IPCC'nin 2001 yılındaki verilerine göre, küresel ölçekte yılda 3400 milyon ton partikül madde atmosfere salınmaktadır. Bu miktarın yaklaşık %10'luk kısmı insan kaynaklı etkilerden ve % 90'a yakın kısmı da doğal yollardan oluşmaktadır.

Yapılan çalışmada İstanbul ili Anadolu yakasında üç farklı örnekleme istasyonu seçilmiştir. İstanbul ilinde çeşitli zamanlarda yapılmış bazı çalışmalar bulunmakla birlikte (Alp vd., 2002, Ertürk, 1981), İstanbul ili Anadolu yakası için yapılan en kapsamlı çalışmalardan birisi bu çalışmadır. Bu istasyonların seçiminde sanayi alanlarının etkisi, ısınmanın etkisi ve şehrin daha az kirlenmiş arka plan etkisinin görülebileceği düşünülen 3 farklı örnekleme noktası seçilmiştir. Bu noktalarda bir yıl boyunca hafta içi bir gün ve hafta sonu bir gün olmak üzere eş zamanlı  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örnekleme yapılmıştır. Elde edilen verilerin sayısı ve bir yıl boyunca yapılmış olması, hafta içi hafta sonu kıyaslaması, aylık ve mevsimlik değerlendirmeler ile ısınma dönemi ve ısınma dışı dönemin karşılaştırmasına olanak vermesi beklenmektedir. Ayrıca elde edilen verilerin, İstanbul ili sınırları içerisinde ve yakın çevresinde bulunan hava kalitesi örnekleme istasyonları ile de bir karşılaştırılması yapılabilecektir.

## 2. MATERYAL VE METOD

Numune alma noktalarının seçimi, çalışmanın amaç ve hedefleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Bu hedeflere ulaşabilmek için ısınma kaynaklı kirliliğin, trafik etkilerinin ve sanayi tesislerinin etkisi olabilecek bölgeler ve arka plan ölçümlerini de ortaya çıkarabilmek amacı ile 3 farklı nokta örnekleme amacı ile seçilmiştir.

Yer seçimi işlemleri için US EPA'nın "Guidance for Network Design and Optimum Site Exposure for  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$ " (EPA, 1997a) isimli raporunda belirtilen temel esaslar da dikkate alınmıştır. Buna göre bir PM örnekleme noktası seçimi yerel meteoroloji, jeoloji, arazi kullanımı ve PM kaynaklarının birlikte değerlendirildiği bir süreç sonunda belirlenmelidir. Seçilen bölgenin öncelikle örnekleme programının amaçlarına uygun olarak hem güvenli örnekleme yapabilmesini hem de bölgeyi temsil edebilmesi gerekmektedir.

Yer seçiminde göz önünde bulundurulmuş bazı temel kriterler aşağıda verilmiştir.

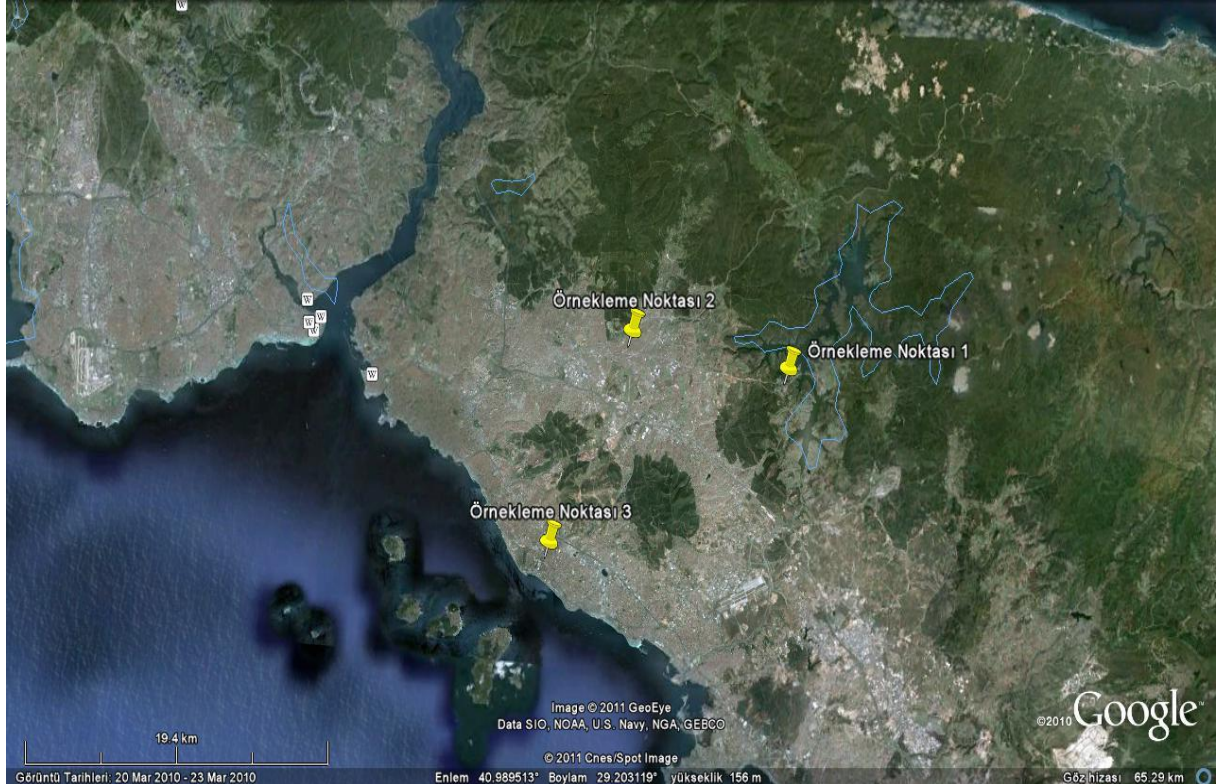
- İstasyon bölgesi ölçeği örnekleme programının amaçlarına ve ilgilenilen kaynağın etki alanına bağlı olarak seçilmelidir.
- Zaman ölçeği; meteorolojik parametreler zaman içinde değişim gösterdiğinden örnekleme zaman aralığı bu değişimleri temsil edebilecek şekilde seçilmelidir.
- Bina, duvar gibi engellerden en az 2 m uzakta bulunmalıdır.
- Örnekleme girişi yer seviyesinden 2-15 m yukarıda olmalıdır.
- İstasyon bölgesi direkt olarak bir kaynaktan etkilenmemelidir.
- Diğer taraftan; örnekleme bölgesine örnekleme gerçekleştirecek personelin güvenli bir şekilde ulaşmasına dikkat edilmelidir. Ölçüm numunelerinin toplanması, taşınması, stabil halde korunması, cihazın bakımı, filtre değişimi, gibi işlemler için kolay ulaşım imkanlarının sağlanması gerekmektedir.
- Cihazın çalışması için elektrik bağlantısının sorunsuz sağlanıyor olması gerekmektedir

Çalışma kapsamında İstanbul'da aşağıdaki özellikleri taşıyan noktalar örnekleme noktaları olarak düşünülecektir. Numune noktalarının seçiminde,

Numune alma noktalarının yerleştirilmesinde ise İstanbul'un meteorolojik veriler göz önünde bulundurulacaktır. İstanbul'da bulunan meteoroloji istasyon ve gözlem merkezlerinden en

yeterli veri elde edilenleri Kartal meteoroloji istasyonu ve Sabiha Gökçen meteoroloji istasyonudur.

Ölçümler  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örneklemesine uygun düşük hacimli örnekleyciler ile gerçekleştirilmiştir. Örnekler her bir örnekleme noktası için hafta içi saatlik ve hafta sonu 24 saatlik olmak üzere planlanmıştır. Toplam örnekleme süresi bir yıl olarak planlanacaktır. Kullanılan olan  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örnekleyci, olarak, düşük hacimli örnekleyci seçilmiştir. Düşük hacimli örnekleycilerle yapılan örnekleme noktaları aşağıda Şekil 1.'de verilmiştir.



Şekil 1. Anadolu Yakası Örnekleme Noktaları

Örnekleyciler 24 saat sürekli örnekleme prensibine göre çalıştırılmıştır. Örnekleme için hafta içi bir gün ve hafta sonu da bir gün olma üzere, haftalık 2 gün seçilmiştir. Bu şekilde her bir noktadan  $PM_{10}$  için 104 ve  $PM_{2.5}$  için 104 olma üzere 208 numune alınması planlanmıştır. Örnekleme işlemi 3 farklı istasyonda gerçekleştirileceğinden toplamda en fazla 624 adet örnek alınabilmesi mümkün olmaktadır. Cihaz arızlarına karşı yedek bir cihaz bulundurulmuş ve bu cihaz kullanılmıştır. Elektrik kesintilerinin hafta içi olduğu durumlarda örnekleme hafta içinde başka bir gün gerçekleştirilmiştir. Hafta sonu elektrik kesintisinden toplamda iki kere etkilenilmiştir. Tatil günlerinde ise cihazların konulduğu yer itibari ile hafta içinde bir sorun yaşanmamış olup hafta sonunda bir kere üç örnekleme noktasından da numune alımı yapılamamıştır.

$PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  içerisinde bakılacak olan ağır metaller için en uygun toplama yöntemi filtre üzerinde toplama işlemidir. Örnekleyci cihazlar için pek çok filtre tipi bulunsa bile, pek çok elementin iz seviyedeki analizler için PFTE (yüksek saflıkta politetetra floroetilen) en uygun örnekleme filtresi olarak değerlendirilmektedir (Chin vd., 1999; Wang vd., 1995). Düşük

hacimli örnekleme cihazı ile filtreler üzerine  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örnekleme yapılmıştır. Toplanan numuneler gravimetrik olarak tartılmış ve havadaki toz konsantrasyonu tespit edilmiştir. Kullanılan filtrelerin ölçüm öncesinde ilk tartımları ve şartlandırmaları ve ölçüm sonrası ise şartlandırmaları yapılmıştır. Ölçümler sırasında, laboratuvar, saha ve taşıyım şahit filtreleri kullanılmış, bu şekilde belirsizlik hesapları gerçekleştirilmiştir. Her bir örnekleme düzeneği haftalık olarak sahada ve aylık olarak laboratuvarında doğrulamadan geçirilmiş böylece düşük hacimli pompaların örnekleme debisinde bir sapma olmadığı güvene altına alınmıştır.

### 3. SONUÇLAR

Örnekleme her üç nokta için de 1 sene boyunca yapılmıştır. Örnekleme Ekim 2010-Kasım 2011 arasında 52 hafta boyunca gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek alınımında 24 saatlik numuneler alınmıştır. Hafta içinde 1 kez ve hafta sonu bir kez olmak üzere haftada iki örnek alınmıştır.

$PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  örnekleme her üç nokta için yapılan örneklemede elde edilen sonuçların ortalamaları, sonuçlara ait standart sapmalar,  $PM_{2.5}$  ile  $PM_{10}$  oranları ve korelasyonları ile örnekleme süresi boyunca elde edilen en büyük ve en küçük değerler Tablo 1'de özetlenmiştir. Yıllık ortalama değerler hafta içi verilerine göre  $PM_{10}$  için  $65,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olurken hafta sonu verilerine göre  $56,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler  $PM_{2.5}$  için ise sırasıyla  $37,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ile  $31,37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak gerçekleşmiştir.

**Tablo 1.** Tüm istasyonlar için elde edilen veriler

	Hafta İçi Sonuçları		Hafta Sonu Sonuçlar	
	$PM_{10}$	$PM_{2,5}$	$PM_{10}$	$PM_{2,5}$
<b>Ortalama (<math>\mu\text{g m}^{-3}</math>)</b>	63,36	38,14	57,28	31,20
<b>Standart sapma</b>	25,53	18,01	24,77	17,74
<b><math>PM_{2,5}/PM_{10}</math></b>	0,60		0,54	
<b>En büyük (<math>\mu\text{g m}^{-3}</math>)</b>	222	143	216	169
<b>En küçük (<math>\mu\text{g m}^{-3}</math>)</b>	19	8	14	8
<b>Korelasyon</b>	0,98		0,96	

Yıl için elde edilen sonuçlardan en büyük günlük  $PM_{10}$  değeri  $222 \mu\text{g}/\text{m}^3$  olarak gerçekleşmiştir. Bu değer Türkiye'de uygulanmakta olan sınır değer olan  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  daha fazladır. Arka plan ölçümlerinin olduğu Ömerli bölgesinde beklenildiği gibi en düşük sonuçlara ulaşılmıştır.

Örnekleme yapılan tüm istasyonlarda elde edilen sonuçlar, standart sapmaları ve korelasyonları,  $PM_{2.5}$  ile  $PM_{10}$  in oranları ile tüm istasyonlarda elde edilen en küçük ve en büyük değerler, Tablo 2.'de hafta içi ve hafta sonu tüm değerler bir arada, Tablo 3.'de hafta içi değerler Tablo 4.'de ise hafta sonu değerler olmak üzere verilmiştir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015  
7-9 Ekim 2015, İZMİR

**Tablo 2.** Örnekleme istasyonu bazında ortalama sonuçlar

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Ortalama ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	31,43	16,45	77,84	45,26	71,69	42,30
Standart Sapma	10,38	7,44	33,75	24,77	31,32	21,42
PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>	0,52		0,58		0,59	
En büyük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	83	53	222	158	222	169
En küçük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	14	8	22	10	22	8
Korelasyon	0,95		0,97		0,94	

**Tablo 3.** Örnekleme istasyonu bazında (hafta içi) sonuçlar

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Ortalama ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	35,21	19,00	80,79	50,48	74,07	44,93
Standart Sapma	12,36	9,12	34,46	24,80	29,77	20,10
PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>	0,54		0,62		0,61	
En büyük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	83	53	222	143	170,2	99,6
En küçük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	21	8	42	23	32,2	13,2
Korelasyon	0,97		0,98		0,94	

**Tablo 4.** Örnekleme İstasyonu Bazında (Hafta sonu) Sonuçlar

	Ömerli		Kartal		Ümraniye	
	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Ortalama ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	27,65	13,90	74,89	40,04	69,31	39,67
Standart Sapma	8,40	5,76	33,04	24,73	32,87	22,73
PM <sub>2.5</sub> /PM <sub>10</sub>	0,50		0,53		0,57	
En büyük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	52	32	216	158	172	111
En küçük ( $\mu\text{g m}^{-3}$ )	17	9	24	10	22	8
Korelasyon	0,93		0,96		0,95	

#### 4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan çalışmada elde edilen veriler yıllık olarak her üç istasyondaki  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  konsantrasyonları ve bunların birbirleri ile karşılaştırmalarına imkan vermiştir. Yıl boyunca yapılan çalışmalar mevsimlik değerlendirmeler, hafta içi - hafta sonu karşılaştırmaları ve ısınma dönemi ve ısınma dışı dönemler arasındaki farkların ortaya konulmasını sağlamıştır.

Elde edilen değerleri İstanbul ili sınırların içerisinde ve yakın çevresinde

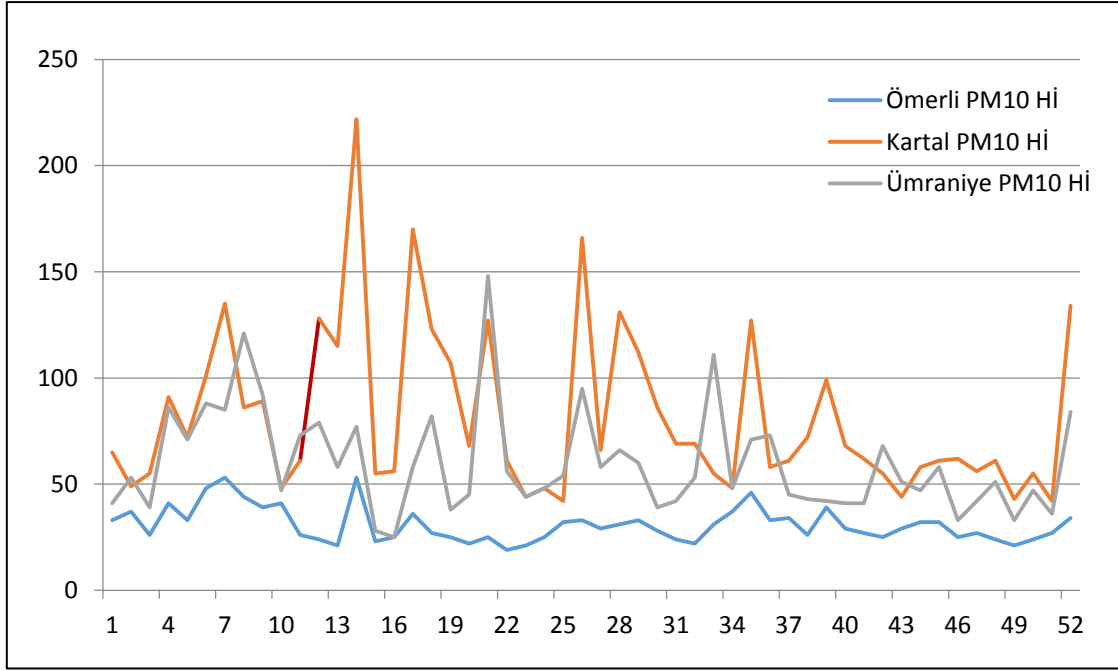
Her üç istasyondan elde edilen verilere göre,  $PM_{10}/PM_{2.5}$  oranları pek çok uluslararası çalışmada elde edilen veri ile uyumda olup,  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  verileri arasındaki çoğunlukla elde edilmiş olan güçlü ilişki kaynakların ortak olabileceği sonucunu doğurmaktadır. Kaynak tespiti çalışmalarında taşınım faktörü önemli bir faktördür. İnce partiküller uzun mesafeler taşınabilirken kaba partiküller daha kısa mesafelere taşınabilmektedirler. Bunun tek istisnası kaba partiküllerin toz fırtınaları şeklinde atmosferde yüksek oranda karışım oluşturmalarında gerçekleşmektedir. Ülkemizde zaman görülen toz fırtınaları ile ilgili ölçüm periyodunda görülmemiştir.  $PM_{10}$  ve  $PM_{2.5}$  arasındaki ilişkinin daha çok yerel kaynaklardan olduğu söylenebilir.

Ayrıca elde edilen sonuçlar İstanbul ve çevresinde bulunan diğer ölçüm istasyonlarında ölçüm periyodunda elde edilen veriler ile de karşılaştırılmıştır. İstanbul içinde Avrupa yakasında Aksaray, Alibeyköy, Beşiktaş, Esenler, Sarıyer ve Yenibosna'da; Anadolu yakasında ise, Kadıköy, Kartal, Ümraniye ve Üsküdar'da olma üzere toplan 9 adet ölçüm istasyonu bulunmaktadır. Bu istasyonlarda  $PM_{10}$  ölçümü yapılmakta olup,  $PM_{2.5}$  ölçümleri yapılmamaktadır. Ayrıca İstanbul çevresindeki illerden, Bursa, Edirne, Kocaeli, Kocaeli(Gebze), Sakarya, Tekirdağ ve Yalova'da hava kalitesi ölçüm istasyonları olup bu bölgelerde de  $PM_{10}$  ölçümleri yapılmaktadır. Bu çalışmada sadece İstanbul sınırları içerisinde olan ölçüm istasyonlarının verileri kullanılmıştır. Özellikle yüksek değerlerin bulunduğu dönemler bu ölçüm istasyonları ile de karşılaştırılmıştır.

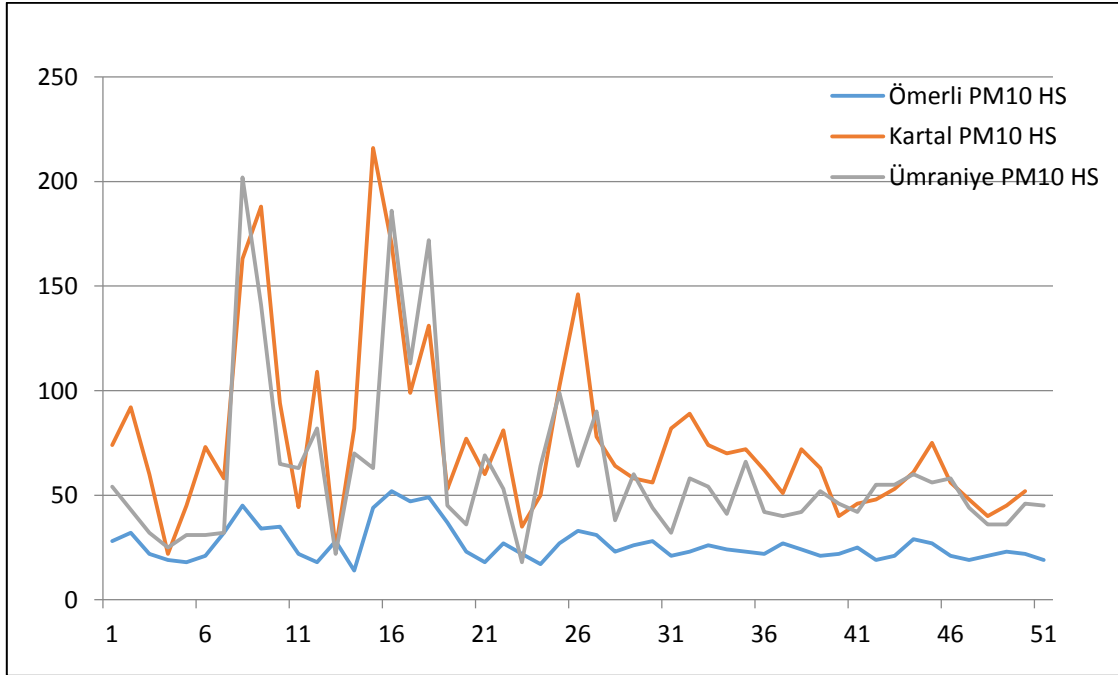
Ölçüm sonuçlarının meteorolojik ve yerel etkiler ile ölçüm istasyonunun bulunduğu yerler de düşünüldüğünde zaman zaman paralel, zaman zaman da oldukça farklı değerleri gözlemlenmiştir.

Ölçüm yapılan her üç istasyona ait yıl boyunca elde edilen hafta içi ve hafta sonuna ait verilerin grafiksel olarak karşılaştırması  $PM_{10}$ 'ler için Şekil 2 ve Şekil 3'te,  $PM_{2.5}$  için ise Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.

6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015  
7-9 Ekim 2015, İZMİR



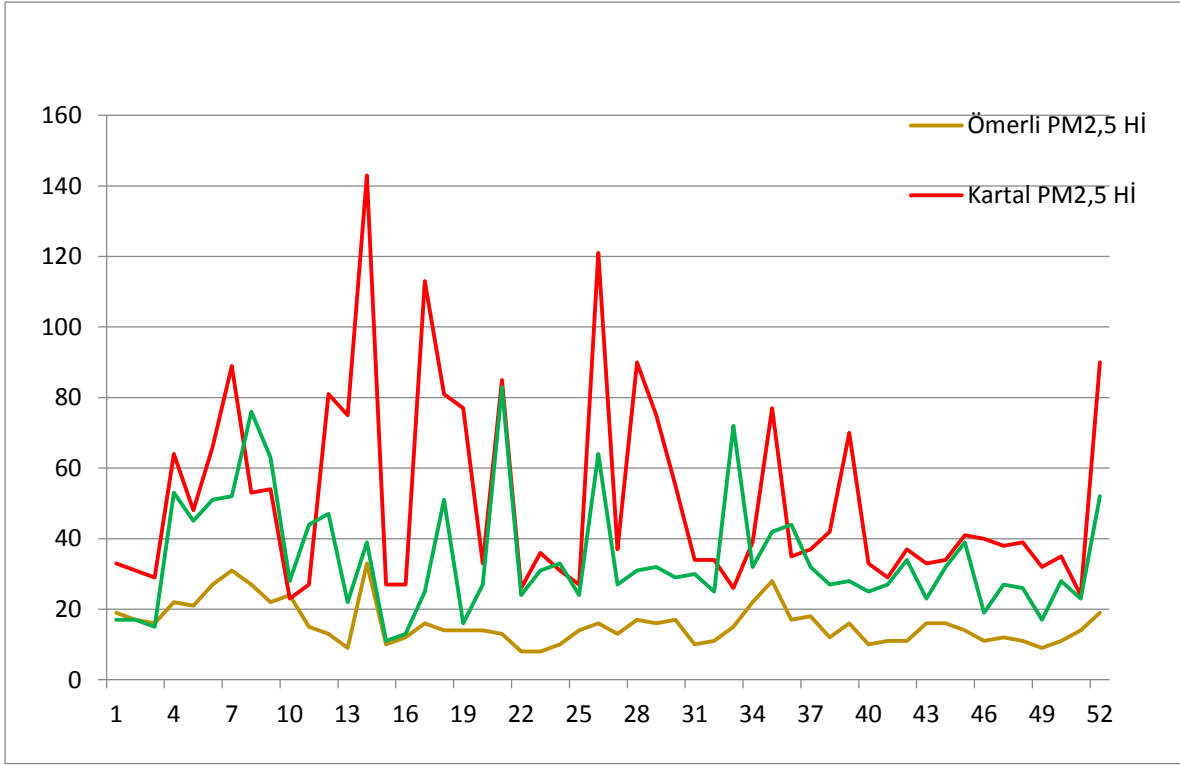
Şekil 2. Ömerli, Kartal, Ümraniye PM<sub>10</sub> hafta içi karşılaştırılması



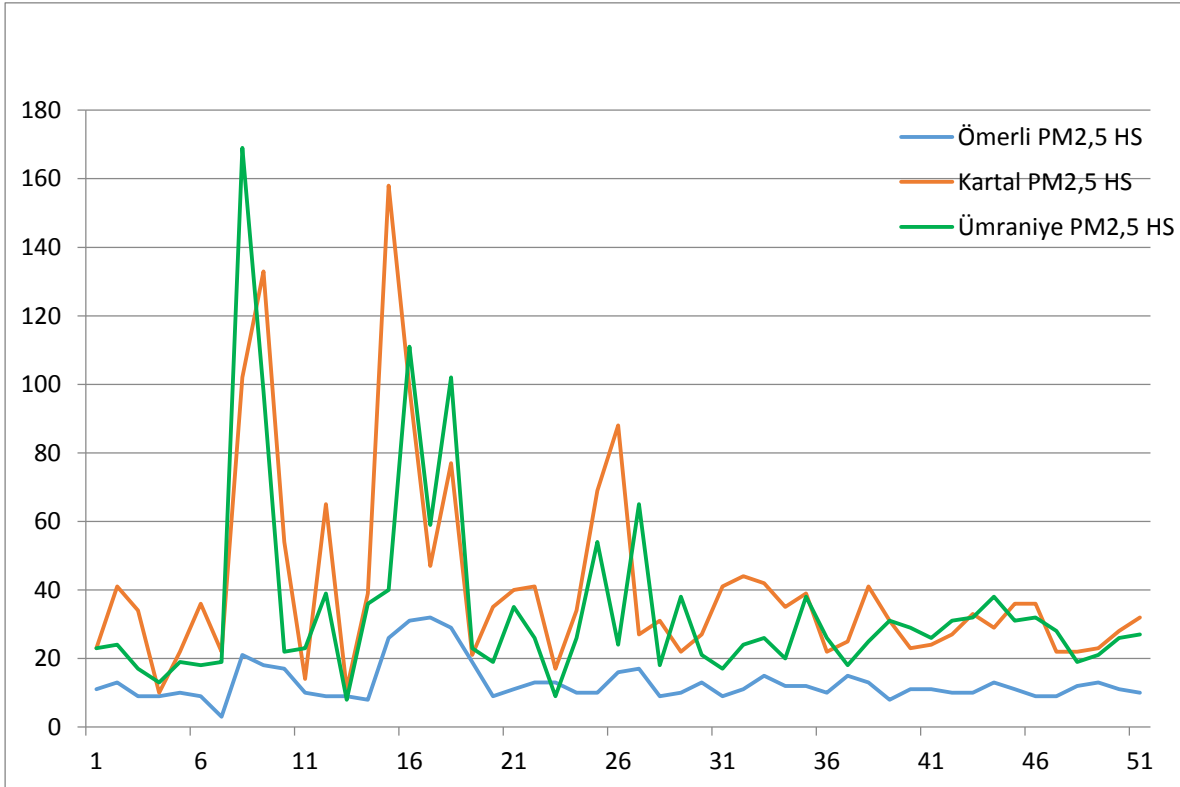
Şekil 3. Ömerli, Kartal, Ümraniye PM<sub>10</sub> hafta sonu karşılaştırılması



6. Ulusal Hava Kirliliği ve Kontrolü Sempozyumu-2015  
7-9 Ekim 2015, İZMİR



Şekil 4. Ömerli, Kartal, Ümraniye PM<sub>2.5</sub> hafta içi karşılaştırılması



Şekil 5. Ömerli, Kartal, Ümraniye PM<sub>2.5</sub> hafta sonu karşılaştırılması

Elde edilen sonuçların ulusal hava kalitesi endeksi (Tablo 5) ile kıyaslaması yapıldığında, ortalama değerler orta düzey bir kirliliği göstermektedir. İstasyon bazında incelendiğinde ise, arka plan kirliliği amacı ile seçilen noktanın endekse göre iyi, şehir içinde endüstriyel ve trafik ve ısınma ağırlıklı noktalardakilerin ise endekste orta çıktığı görülmektedir. Bu noktalarda zaman zaman iyi ve hassas hava kalitesi endeksi değerlerine de rastlanılmıştır.

**Tablo 5:** Ulusal hava kalitesi endeksi kesme noktaları

İndeks	HKİ	PM <sub>10</sub> [ $\mu\text{g m}^{-3}$ ]
		24 Sa. Ort.
İyi	0 – 50	0-50
Orta	51 – 100	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

## 5. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada bir yıl boyunca İstanbul Anadolu yakasındaki 3 farklı istasyonda izlenen PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> miktarları verilmiştir. Yapılan çalışma bütün bir yılı kapsaması ve aynı anda 3 farklı istasyonda yapılan eş zamanlı ölçümleri kapsaması bakımından, İstanbul İli Anadolu yakasında yapılan kapsamlı çalışmalardan bir tanesidir. Doktora tezi kapsamında yapılan bu çalışmada elde edilen PM<sub>10</sub> ve PM<sub>2.5</sub> filtrelerinde ağır metal analizleri ve bunlardan elde edilen değerlerin modellenmesi ile de kaynak tespiti çalışmaları yapılmıştır.

Yapılacak çalışmalarda rüzgar hızı, yönü ve esme sayıları dikkate alınarak atmosferik taşınım yolu ile gelen PM'leri tespit etmek faydalı olacaktır.

Çalışmanın yapılacağı yer İstanbul olarak seçildiğinde tüm örnekleme ekipmanlarına aynı günde ulaşmak, elektrik kesintileri, pompa arızası gibi durumlarda örneklemeye engel olmayacak çalışma ortamı sağlamak için yer seçimi dikkatli yapılmalıdır.

## KAYNAKLAR

Alp, K., Toröz, İ., Uyak, V., Çitil, E., (2002), “İstanbul’da taş ocakları ve hava kirlenmesi”, 8. Endüstriyel kirlenme kontrolü sempozyumu, 18-20 Eylül 2002.

Baumbach, G., , 1996. Air Quality Control, Springer, Berlin.

Clarke AD. Atmospheric nuclei in the remote free-troposphere, J Atmospheric Chem. 1992, 14, 479-488

Covert DS, Kapustin VN, Quinn PK, Bates TS. New particle formation in the marine boundary layer, *J Geophys Res*, 1992,97, 20581-20587.

Ertürk F., (1981), "İstanbul'un Haliç Bölgesinde Hava Kirlenmesinin Matematik Modelle İncelenmesi", Doçentlik Tezi, İTÜ.

Finlayson-Pitts BJ, Pitts JN. *Atmospheric chemistry: fundamentals and experimental techniques*, Wiley, 1986.

Müezzinoğlu, A., 2000. *Hava Kirliliği ve Kontrolünün Esasları*”, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir.

Polissar, A.V., Hopke, P.K., Poirot, R.L., 2001. Atmospheric aerosol over Vermont: chemical composition and sources. *Environmental Science and Technology* 35, 4604–4621.

Pope, C.A., Burnett, R.T., Thun, M.J., Calle, E.E., Krewski, D., Ito, K., Thurston, G.D., 2002. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. *Journal American Medical Association* 287 (9), 1132–1141.

US EPA.1996. Air quality criteria for particulate matter. EPA/600/P-95/001.

US EPA. Guidance for Network Design and Optimum Site Exposure for PM2.5 and PM10” (EPA, 1997a)

Watson, J.G., Chow, J.C., “PM2.5 chemical source profiles for vehicular exhaust, vegetation burning, geological materials and coal burning Northwestern Colorado during 1995”, *Chemosphere*, 43, (2001a) 1141.

Wilson, W.E., Suh, H.H., ”Fine particles and coarsa particles, concentration relationships relevant to epidemilologic studies”, *Journal of the Air and Waste Management assodiation*, 47, (2002) 1238.