

TOZ BULUTLARININ İÇ VE DIŞ ORTAM HAVA KALİTESİNE ETKİLERİ: ŞANLIURFA ÖRNEĞİ

Hüsamettin BULUT, M. İrfan YEŞİLNACAR, Tuba RASTGELDİ, Mustafa ASLAN, Deniz UÇAR

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Osmanbey Yerleşkesi, Şanlıurfa

hbulut@harran.edu.tr, mirfan@harran.edu.tr, trastgeldi@harran.edu.tr,

maslan@harran.edu.tr, denizucar@harran.edu.tr

ÖZET - Suriye yönünden esen rüzgârın getirdiği toz bulutları, mevsimsel olarak zaman zaman sınıra yakın Gaziantep, Diyarbakır, Batman, Şanlıurfa, Siirt ve Mardin illerinde etkili olmakta ve hava kalitesi bozulmalarına neden olmaktadır. Bu çalışmada, toz bulutlarının oluşum nedenleri, bölgenin meteorolojik, jeomorfolojik, jeolojik ve pedolojik özellikleri açısından tartışılarak, toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesine olan etkileri Şanlıurfa ili için araştırılmıştır. Toz bulutunun hakim olduğu günler ve normal günler için iç ve dış ortam havasındaki değişik çaplardaki partikül madde miktarları ölçülmüş ve sonuçlar analiz edilmiştir. Toz bulutlarının iç ve dış ortam hava kalitesini önemli oranda düşürdüğü saptanmıştır. Toz bulutlarına karşı alınacak önlemler ve bazı öneriler ayrıca sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: toz bulutu, partikül madde, iç hava kalitesi, dış hava kalitesi, Şanlıurfa.

THE EFFECTS OF DUST CLOUDS ON INDOOR AND OUTDOOR AIR QUALITY: A CASE STUDY IN ŞANLIURFA

ABSTRACT - Dust clouds originating in deserts of Syria and carried by wind affect from time to time seasonally many of southeastern provinces of Turkey such as Gaziantep, Diyarbakır, Batman, Şanlıurfa, Siirt and Mardin located in the vicinity of the border of Syria and lead to the deterioration of air quality. In this study, the formation reasons of dust clouds are discussed in view of the meteorological, geomorphological, geological and pedological features of the region and the effects of dust clouds on indoor and outdoor air quality are investigated in Şanlıurfa. The amount of particulate matters at different diameters is measured in indoor and outdoor environment in the days prevailing dust clouds and the normal days and the obtained results are analysed. It is determined that indoor and outdoor air qualities are substantially decreased by dust clouds. The taking measures against harmful effects of dust clouds and some suggestions are also presented at the end of study.

Key words: dust cloud, particulate matter, indoor air quality, outdoor air quality, Şanlıurfa.

GİRİŞ

Hava kirliliği, teknolojik gelişmeler sonrasında modern hayatımızda yer edinen çevre ve insan sağlığına zararlı yan ürünlerden birisidir. Hava kirliliğinin çeşitli tanımlarından biri ve en popüler, 'atmosferde bulunan kirlleticilerin insan sağlığı, bitki, yapı ve malzemelerde zararlı etkiler meydana getirecek miktar (derişim) ve sürede bulunması'dır (Wark ve Warner, 1981). Atmosferde doğal ve antropojenik kaynaklardan meydana gelen hava kirleticileri; meteorolojik ve topoğrafik şartlar yardımıyla taşınır, yayılır veya bir bölgede toplanır. Kirlletici emisyonlarının özellikleri ve atmosferin durumu, kirleticilerin bir alandaki miktarını belirleyen faktörlerdir (Oke, 1987). Hava kirliliğinin çevre ve insan sağlığına etkileri dikkate alındığında, partikül madde (PM) atmosferik kirleticiler içerisinde önemli bir yere sahiptir. Sıvı veya katı halde bulunabilen atmosferik partikül maddelerin önemli bir özelliği boyutlarıdır (Taşdemir, 1999). Bir kirleticinin frekans dağılımının bilinmesi, hava kirliliği kontrol stratejilerinin geliştirilmesi için kritik ve çok önemlidir (Lu ve Frang, 2002).

Partikül madde boyutlarına bağlı olarak kuru çökme, havadaki partikül kütlelerinin kuru (yağışsız) şartlar altında çökmesi olayıdır (Taşdemir, 2002). Kirleticilerin gaz ve partikül halde olmaları ve meteorolojik koşullar çökmenin mertebelerini etkilemektedir (Holsen ve ark., 1991). Küçük partiküllerin ($d_p < 0,1$ mm) çökmesinde Brownian hareket önemliyken büyük partiküllerin ($d_p > 1$ mm) çökmesinde sedimentasyon etkisi baskın haldedir. Partikül büyüklüğü arttıkça çökme hızı dolayısıyla da akılarda artış olacaktır. Öte yandan aradaki

boyutlarda ($0.1 \text{ mm} < d_p < 1 \text{ mm}$) yüzeye çarparak uzaklaşma daha etkilidir (Lin ve ark.,1994). Tozların boyutlarına ve biyokimyasal kompozisyonlarına ilave olarak kuru ve/veya yağ (yağmurlu havalarda) halde bulut teşkil etmesi ve yer yüzeyine düşmeleri sonucu, farklı maruz şekillerine bağlı olarak çeşitli sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Hava kirliliği sağlık için giderek artan bir tehlike oluşturmakta, sağlık problemlerine yol açmakta ya da artırmaktadır (Müezzinoğlu, 2000). Zehirlilik ve insan sağlığına etkileri açısından bakıldığında, PM için ayrı bir sınıflandırılma yapılması önerilmektedir (Karaca ve ark., 2005). Temel olarak sadece $10 \text{ }\mu\text{m}$ aerodinamik çaptan daha küçük partiküllerin (PM₁₀) solunum yoluyla yutulabilir. Ancak akciğerlerdeki alveolar bölgeye çoğunlukla $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ aerodinamik çaptan daha küçük partiküller (PM_{2.5}) ulaşabilmektedir. Bu partiküller alveolar bölgede tutularak insan sağlığı üzerinde yan etkilere neden olabilirler ve bilimsel açıdan özel bir ilgi ile izlenirler (Nriagu, 1989).

Bu çalışmada, Şanlıurfa şehir merkezi başta olmak üzere çevre illerde de etkisini gösteren yılın belli aylarında rüzgârın etkisiyle komşu ülke Suriye üzerinden geldiği düşünülen toz bulutları şeklindeki partikül maddeler çalışılmıştır. Partikül maddelerin yağışsız olarak gelmesi ve şehirde kuru çökeltme yapması dolayısıyla değişik partikül madde çapları için ölçümler yapılmıştır. Şehrin topografik ve meteorolojik verileri de incelenerek şehirde sağlık açısından ilerde tehlike oluşturacak bu partikül maddeler için alınacak tedbirler de ortaya konmuştur.

PARTİKÜL MADDE

Partikül madde, insanların nefes almakla içine alabileceği kadar küçük olan geniş bir aralıkta havada bulunan maddeciklerin genel adıdır. Hava kaynaklı partikül madde (PM), inorganik ve organik maddelerin kompleks karışımlarını temsil eder. Partikül maddeler gözle görülebilecek kadar büyük tozlardan bir çok filtreden geçebilecek mikroskobik partiküle kadar çok geniş aralıkta partikül boyutlarını kapsar. Partiküller katı veya sıvı olabilirler. Partikül madde PM olarak kısaltılarak ifade edilir. Kütle ve bileşimi yönünden; aerodinamik çapı $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ den büyük kaba partiküller, aerodinamik çapı $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ den küçük ince partiküller olarak iki gruba ayrılır. İnsan sağlığı ile ilgili partiküller çapı $10 \text{ }\mu\text{m}$ (PM₁₀)’den daha küçük, özellikle $2.5 \text{ }\mu\text{m}$ (PM_{2.5})’den küçük olanlar solunabilir partiküller olarak bilinirler (Bulut, 2007a). Partikül madde miktarı genellikle birim hacimdeki kütle veya parçacık adedi olarak verilir. Partikül madde miktarı endüstriyel ortamlarda $\mu\text{g}/\text{m}^3$ veya mg/m^3 olarak, ofis binalarında ve endüstriyel temiz odalarda ise adet/ m^3 olarak ifade edilir (ASHRAE, 2003).

Küçük partiküller; ikincil olarak oluşan aerosoller (gaz-partikül dönüşümü), yanma sonucunda oluşan partikülleri, yoğunlaşan organik ve metal buharlarını içerir. Büyük partiküller; genelde yer kabuğu materyalleri yol ve endüstrilerden oluşan kaçak tozları içerir. Partiküler maddenin asit komponenti ve onun mutajenik aktivitelerinin çoğu genel olarak ince fraksiyonda bulunur. Asılı partiküler madde çeşitli doğal ve yapay kaynaklardan ortama verilen katı ve sıvılar için kullanılan bir terimdir. Solunabilir partiküler madde değişik kaynaklardan oluşmaktadır. Volkan patlamaları, fırtınalar, orman yangınları gibi doğal kaynaklardan oluşanlara göre, elektrik santralleri, endüstriyel prosesler, yakıtların yanması gibi yapay kaynaklardan oluşan partiküller, solunabilirlik açısından daha fazla önem gösterirler. Yapısının karmaşıklığı ve maruziyet tayinindeki partikül boyutunun önemi gibi bazı nedenlere bağlı olarak, partiküler maddenin tanımlanması bir kaç şekilde yapılmaktadır. Bu tanımlamalar; örnekleme yöntemine göre (asılı partiküler madde, toplam asılı partiküler madde, siyah duman), solunum sistemindeki birikime göre (larenks altında biriken partiküller, thoracic partiküller), gerek fizyolojik gerekse örnekleme yöntemine göre ($10 \text{ }\mu\text{m}$ aerodinamik çaplı komponentler için PM₁₀) şeklinde yapılmaktadır. Solunan partiküller madde, solunum yolları yüzeyleri ile temasa geçerek burada birikir. Partiküllerin vücuda girişi ve vücuttaki birikimleri aerodinamik çaplarına ve vücuda giriş özelliğine göre değişim gösterir. $10 \text{ }\mu\text{m}$ ’den büyük partiküller extrathoracic bölümde, $5\text{-}10 \text{ }\mu\text{m}$ ’dan küçük partiküller ise burun solunumu ile vücuda girmişlerse bronşlarda, ağız solunumu ile vücuda girmişlerse akciğerlerde birikim gösterirler. Üst solunum sisteminde biriken partiküller, solunum sisteminin kendi temizleme mekanizması aracılığı ile vücuttan atılır (Yeşilyurt ve Akcan, 2008)

Çapı $10 \text{ }\mu\text{m}$ ’den küçük partiküller bazı sağlık problemlerine sebep olabilir veya mevcut sağlık problemlerini şiddetlendirebilir (astım gibi) ve bu partiküller kalp ve solunum hastalıklarından kaynaklı ölümler ile bağdaştırılmıştır. Partikül kirliliği, solunum yolu enfeksiyonlarına hassasiyeti arttırabilir, astım, kronik bronşit gibi mevcut solunum hastalıklarını kötüleştirir, ilaç kullanımını ve doktor ziyaretlerini arttırabilir (www.havaizleme.gov.tr).

MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada Kasım 2007 ve Nisan 2008 tarihleri arası partikül madde ölçümleri Harran Üniversitesi Osmanbey Yerleşkesinde yapılmıştır. İç ve dış havadaki partikül madde olarak çapları; 1 μ m (PM1), 2.5 μ m (PM2.5), 7 μ m (PM7), 10 μ m (PM10)'den küçük olanlar ve toplam asılı partikül miktarı (TSP), el tipi lazer partikül madde ölçer ile ölçülmüştür. Ölçümlerde kullanılan cihaz Şekil 1'de verilmiştir. Ayrıca ele alınan günler için sıcaklık, bağıl nem ve rüzgar hızı gibi meteorolojik parametreler yerleşkede bulunan otomatik meteoroloji istasyonundan alınmıştır (Şekil 2).



Şekil 1. Partikül madde ölçer



Şekil 2. Osmanbey yerleşkesi otomatik meteoroloji istasyonu

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toz Bulutlarının Dış Ortam Partikül Madde Miktarı Üzerindeki Etkisi

Güneydoğu Anadolu Bölgesini yılın bazı günlerinde Suriye üzerinden gelen toz bulutları kaplamaktadır. Bu toz bulutları genellikle güneyden gelen rüzgârlarla bölge illerini bir veya iki gün etkisi altında bırakmaktadır. Bu toz bulutlarının oluşumu ve etkisi, rüzgar hızı ve yönü, yağış gibi meteorolojik faktörlerin yanı sıra bölgenin jeomorfolojik, jeolojik ve pedolojik yapısıyla da yakından ilgilidir. Şekil 3'te Güneydoğu Anadolu Bölgesi için özelleştirilen jeomorfoloji haritasında görüldüğü gibi bölgenin güney kesiminde yer alan Suriye'nin jeolojik yapısının gevşek, erozyona ve ayrışmaya elverişli olması, pedolojik olarak da çok ince kum, silt, kil gibi tane boyutunun 74 μ m'den küçük olması, ayrıca jeomorfolojik açıdan Gaziantep, Diyarbakır, Batman, Şanlıurfa, Siirt ve Mardin illerinin bölgenin kuzeyine nispeten daha düşük eğimli ve yumuşak rölöyflü olması toz bulutlarının etkili olmasının başlıca nedenlerindendir.

Şekil 4'te toz bulutlarının bölgeyi etkilediği durumları gösteren bazı fotoğraflar verilmiştir. Şekil 5'te partikül madde ölçümlerin yapıldığı Osmanbey yerleşkesinde toz bulutlarının etkili olduğu durumu gösteren bir fotoğraf verilmiştir. Şekil 6'da ise toz bulutunun yağmurla birlikte yere indiğinde oluşan çamur kirliliği görülmektedir. Tablo 1'de toz bulutlarının etkili olduğu günlerde Şanlıurfa'da yapılan iç ve dış ortam partikül madde ölçüm sonuçları verilmiştir. Tablodan gerek iç ortam ve gerekse dış ortamdaki partikül madde miktarlarının standartlardaki sınırların çok çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 2'de ise ölçümün alındığı bölgedeki meteorolojik parametrelerin değerleri verilmiştir. Hava sıcaklığının uzun dönem değerlerine göre yüksek olduğu ve rüzgar hızının da normal günlere göre yüksek olduğu tablodan görülebilir. Rüzgar yönünün genelde Şanlıurfa için hakim rüzgar yönü olan kuzey-batı dışında, güney yönü ağırlıklı olması toz bulutlarının güney sınırımızda bulunan Suriye üzerinde geldiğini göstermektedir.



Şekil 3. Çalışma alanı ve çevresinin jeomorfoloji haritası (MTA, 1991)



Şekil 4. Toz bulutlarının etkili olduğu durumda şehir merkezinden bazı görüntüler [www.internethaber.net, www.nethaber.com, www.gapgundemi.com, www.platformhaber.com]



Şekil 5. Ölçümlerin yapıldığı Osmanbey yerleşkesinde toz bulutunun etkisi



Şekil 6. Toz Bulutunun yağmurla yere inmesi ile oluşan çamur

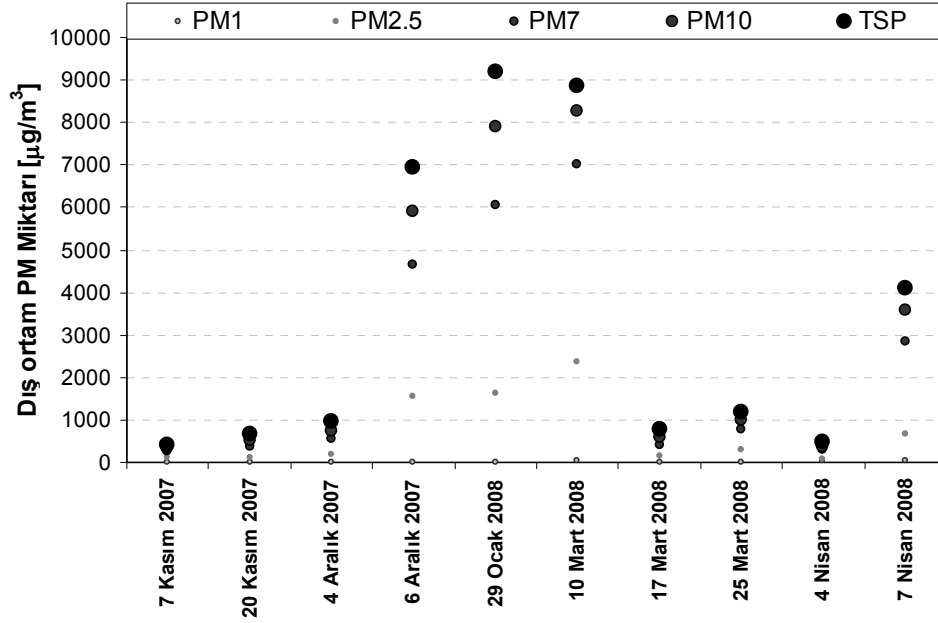
Tablo 1. Şanlıurfa’da toz bulutunun etkili olduğu günler için iç ve dış ortam partikül madde miktarları

Tarih	Saat	Ortam	Partikül Madde [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
			PM1	PM2.5	PM7	PM10	TSP
07 Kasım 2007	09:51	İç	2	48	85	95	100
		Dış	1	93	251	333	401
20 Kasım 2007	13:05	İç	6	108	234	276	308
		Dış	3	122	386	518	647
04 Aralık 2007	09:07	İç	1	79	162	182	106
		Dış	3	167	546	745	943
06 Aralık 2007	16:44	İç	12	615	1185	1218	1285
		Dış	13	1562	4644	5886	6923
29 Ocak 2008	12:03	İç	11	814	2042	2307	2392
		Dış	10	1638	6066	7913	9188
	15:14	İç	18	1252	2458	2616	2684
		Dış	20	2373	7006	8276	8839
10 Mart 2008	14:12	İç	3	95	183	208	231
		Dış	3	146	423	581	757
17 Mart 2008	16:20	İç	5	111	205	230	264
		Dış	6	308	787	995	1171
25 Mart 2008	10:10	İç	6	145	333	446	588
		Dış	4	146	630	895	1338
	15:50	İç	9	146	294	358	417
		Dış	5	149	329	412	513
4 Nisan 2008	13:35	İç	13	77	156	193	239
		Dış	32	88	288	356	476
7 Nisan 2008	08:12	İç	10	350	635	674	708
		Dış	24	656	2853	3596	4099

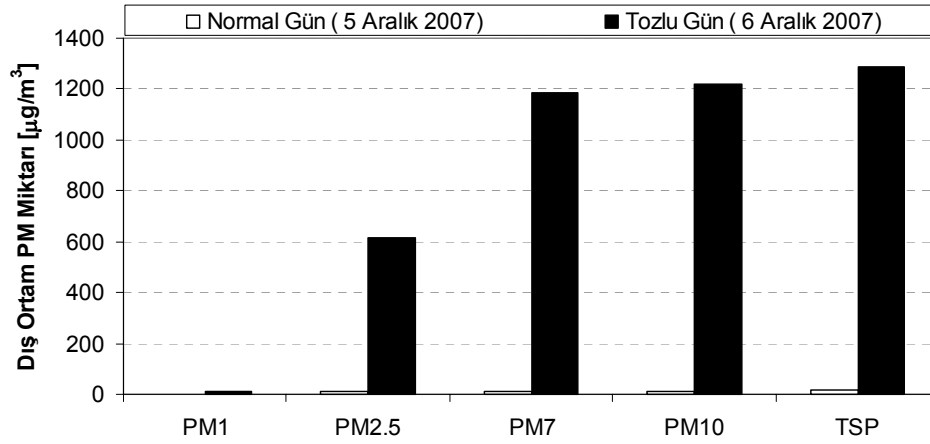
Tablo 2. Ölçümün yapıldığı zamanlardaki meteorolojik parametrelerin değerleri

Tarih	Saat	Sıcaklık [°C]	Bağıl Nem [%]	Güneş Işınımı [W/m ²]	Rüzgar Hızı [m/s]	Rüzgar Yönü [°- yön]
7 Kasım 2007	09:51	19	35	374	2.9	194-GGB
20 Kasım 2007	13:05	16	36	185	3.8	116- DGD
4 Aralık 2007	09:07	8		65		
6 Aralık 2007	16:44	11		0		
29 Ocak 2008	12:03	7	90	39	4.2	155- GGB
10 Mart 2008	14:12	21	28	76	2.3	15-K
17 Mart 2008	16:20	17	30	200	3	120-GD
25 Mart 2008	15:50	25	20	310	6.9	223- GB
4 Nisan 2008	13:35	20	36	600	2	180- G
7 Nisan 2008	08:12	15	67	162	3.5	115- DGD

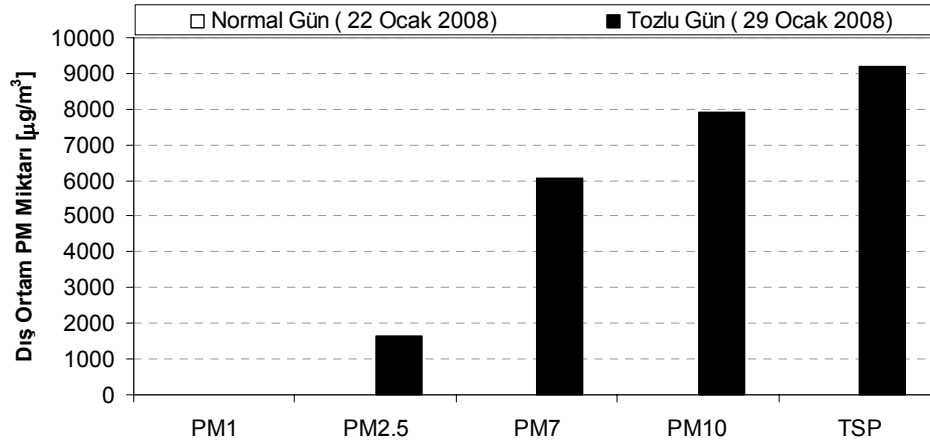
Toz bulutlarının hüküm sürdüğü günlerde değişik çaplardaki partikül maddelerin değişimi Şekil 7’de gösterilmiştir. Şekilden büyük çaplı toz miktarının daha belirgin olduğu görülmektedir. Toz bulutunun dış ortam havası üzerindeki etkisi, normal hava şartlarının hüküm sürdüğü bazı günlerdeki değerlerle karşılaştırılması Şekil 8 (a,b)’de gösterilmiştir. Şekilden tozlu günlerde PM miktarının normal günlere göre çok yüksek olduğu görülmektedir. Normal günde PM miktarı çok düşük kaldığından şekilde ölçek üzerinde bile görülememektedir.



Şekil 7. Tozlu günlerde partikül madde miktarının değişimi



(a)



(b)

Şekil 8. Tozlu günlerdeki ve normal günlerdeki partikül madde miktarlarının karşılaştırılması

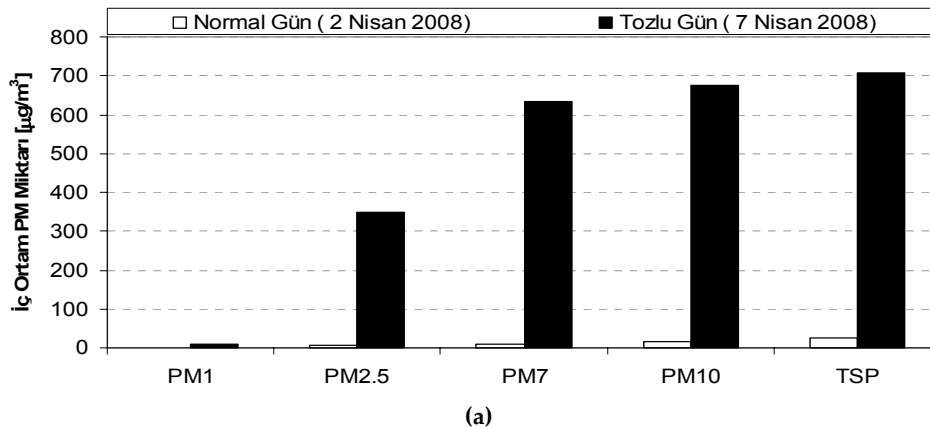
Toz Bulutunun İç Ortama Olan Etkisi

İç ortamlarda bulunan partikül madde miktarı iç hava kalitesi açısından ana parametrelerden biridir (Bulut, 2007a; Bulut, 2007b). Dış ortamdaki toz bulutunun etkisi doğal olarak iç ortama olacaktır. Dolayısıyla partikül maddeler kirletici olarak iç ortamdaki hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Doğal havalandırılmalı ortamlarda dışarıdaki partikül maddeler, pencere ve kapı gibi aralıklarından iç ortama girerler. Genellikle dışa bakan pencere çerçevelerinden içeri sızan hava ile partikül maddeler iç ortama geçerler. İç ortam partikül madde konsantrasyonları, iç ortam kirletici kaynakları, bina malzemeleri, insan davranışları ve aktiviteleri, havalandırma ve partikül boyut dağılımı gibi bir çok faktörden meydana gelen kompleks bir kombinasyondur (Li ve Chen, 2003). İç hava kalitesini bozan kirleticiler iç ortam ve dış ortam kaynaklıdır. İç ortam kirlilik kaynaklarının başında insan gelmektedir. Bunun yanında iç ortamda bulunan halılar, mobilyalar, temizlik için kullanılan maddeler, sigara dumanı, soba dumanı ve çeşitli amaçlar için kullanılan alet ve cihazlar diğer iç kirleticilerdir. Dış ortam kirleticileri ise atmosfer havasındaki tozlar, polenler, egzoz emisyonları ve endüstriyel kaynaklı havaya atılan kirleticiler olabilir. Dış ortam havasında bulunan kirleticiler, içeri verilen dış hava veya içeri sızan dış hava ile iç hava kalitesini olumsuz etkilerler (Bulut, 2007a).

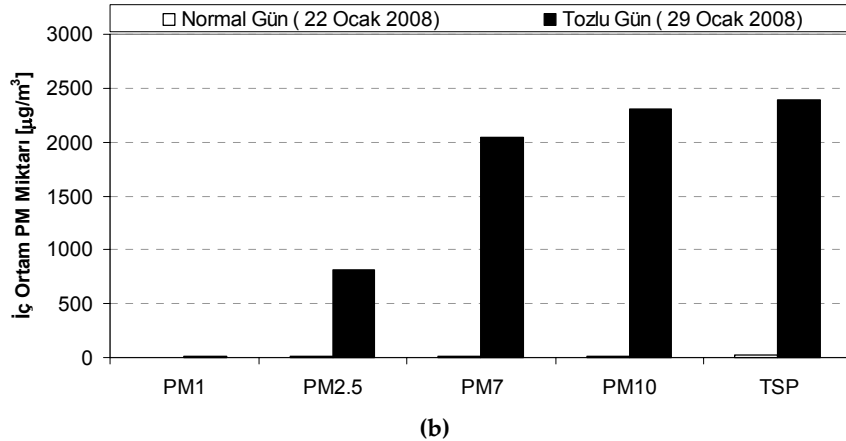
Tablo 3'te dış ortam PM miktarının iç ortam PM miktarına olan oranı verilmektedir. İç ortam ölçümleri tek pencere ve kapısı olan ve doğal havalandırılmalı bir ofiste alınmıştır. Ölçümler odanın birkaç noktasından soluma yüksekliğinde alınmıştır. Tablodan Dış/İç PM oranının birkaç küçük çaplı partikül madde için olan değerlerinin dışında birden büyük olduğu görülmektedir. Bu durum iç ortamdaki iç kirletici olarak partikül maddelerin dış kaynaklı olduğunu göstermektedir. Tablo 1'de iç ortamda tozlu günler için yapılan ölçümlerin sonuçları görülmektedir. Tablodan iç ortamdaki PM miktarının iç hava kalitesi için belirlenen sınırların çok çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Tablo 3. Tozlu günler için Dış/ İç PM oranları

Tarih	Saat	Dış/İç				
		PM1	PM2.5	PM7	PM10	TSP
7 Kasım 2007	09:51	0.5	1.9	3.0	3.5	4.0
20 Kasım 2007	13:05	0.5	1.1	1.6	1.9	2.1
4 Aralık 2007	09:07	3.0	2.1	3.4	4.1	8.9
6 Aralık 2007	16:44	1.1	2.5	3.9	4.8	5.4
29 Ocak 2008	12:03	0.9	2.0	3.0	3.4	3.8
10 Mart 2008	14:12	1.0	1.5	2.3	2.8	3.3
17 Mart 2008	16:20	1.2	2.8	3.8	4.3	4.4
25 Mart 2008	15:50	0.6	1.0	1.1	1.2	1.2
4 Nisan 2008	13:35	2.5	1.1	1.8	1.8	2.0
7 Nisan 2008	08:12	2.4	1.9	4.5	5.3	5.8



Şekil 9 (a). İç ortam PM miktarının tozlu ve normal günler için karşılaştırılması



Şekil 9 (b). İç ortam PM miktarının tozlu ve normal günler için karşılaştırılması

Tozlu günlerdeki iç ortam PM miktarının normal günlere göre karşılaştırılması Şekil 9 (a, b)'da farklı iki gün için verilmiştir. Şekillerden tozlu bulutlarının hüküm sürdüğü günde iç ortamdaki PM miktarının tüm çaplar için normal günlere göre çok büyük miktarlarda olduğu görülmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada toz bulutlarının iç ortam ve dış ortam hava kalitesi üzerine olan etkileri Şanlıurfa ili için araştırılmıştır. Bu toz bulutlarının oluşumu ve etkisi, rüzgar hızı ve yönü, yağış gibi meteorolojik faktörlerin yanı sıra bölgenin jeomorfolojik, jeolojik ve pedolojik yapısıyla da yakından ilgili olduğu ortaya konmuştur. Toz bulutlarının hüküm sürdüğü zamanlarda iç ve dış ortamdaki hava kalitesinin önemli ve ciddi oranda düştüğü belirlenmiştir.

Toz bulutları çeşitli ekonomik zararlara ve sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Konut ve ofis gibi yaşam yerlerinde ve araçlarda kirliliğe sebep olmaktadır. Binaların dış cephelerinin kirlenmesine ve renginin değişimine neden olmaktadır. Aynı zamanda, dışarı kurutmak için asılan çamaşırlardan, hassas cihazların filtrelerinin toz ile dolmasına kadar zarar vermektedir. Araba ve klima filtrelerinin çabuk bir şekilde dolmasına neden olmaktadır. Havadaki tozlar yağışla birlikte yüzeye inmekte ve oluşan çamur özellikle yerleşim yerlerinde ciddi çevre kirliliği oluşturmaktadır. Toz bulutu ulaşımı da etkilemektedir. Karayollarında ve hava yollarında görüş mesafesini düşürmektedir. Görüş mesafesinin yer yer 250 metrenin altına düşürmektedir. Ayrıca toz bulutu insan sağlığını psikolojik yönden de etkilemekte ve iş gücünü düşürmektedir.

Toz bulutlarından en az etkilenmek için: Pencere ve hava sızıntılarının olduğu aralıklar kapalı tutulmalı, toz bulutundan sonra klima filtreleri temizlenmeli ve toz alan iç ortamlar silinmelidir. Toz bulutlarının astım hastaları, yaşlılar ve çocuklara zararları olduğundan astım ve bronşit hastalarının, küçük çocukların ve yaşlıların tozlu havalarda mecbur kalmadıkça dışarı çıkmamaları gerekir.

Gelişmiş ülkelerde, en ufak olumsuz bir meteorolojik olayda erken uyarı ve önlem ile yerel halk uyarılmasına rağmen, ülkemizde bu gibi vakalarda halk sadece medyadan bilgilendirilerek geçirilmektedir. Bu olumsuz durumların gelecekte yaşanmaması/en az etkilenme için hava kalitesi izleme ağlarının etkin/yaygın şekilde kurulması, yanısıra erken/etkin uyarı yapılarak yerel halk bilgilendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- ASHRAE, (2003) "ASHRAE HandbookCD, Fundamentals-2001, Chapter 9: Indoor Environmental Health", Atlanta, USA.
- Bulut, H. (2007a) "Konutlarda İç Hava Kalitesi İle İlgili Ölçüm Sonuçlarının Analizi", Teskon 2007 VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı, İzmir, 415-427.
- Bulut, H. (2007b) "Isıtma Sezonunda Ofislerde İç Hava Kalitesinin Araştırılması", İklim 2007- II. Ulusal İklimlendirme Kongresi Bildiriler Kitabı, Antalya, 285-295.

- Holsen, T.M., Noll, K.E., Liu, S., Lee, W. (1991) "Dry Deposition of Polychlorinated Biphenyls in Urban Areas", Environmental Science and Technology, 25, 1075-1081.
- Karaca, F., Alagha, O., Ertürk, F. (2005) " Statistical characterization of atmospheric PM 10 and PM 2.5 concentrations at a non-impacted suburban site of İstanbul, Turkey", Chemosphere 59, 8, 1183-1190.
- Li, Y., Chen, Z. (2003) "A balance-point method for assessing the effect of natural ventilation on indoor particle concentrations", Atmospheric Environment, 37, 4277-4285.
- Lin, J.M., Noll, K.E., Holsen, T.M. (1994) "Dry Deposition Velocities as a Function of Particle Size in Urban Areas", Environmental Science and Technology, 20, 239-252.
- Lu, H.C., Frag, G.C. (2002) "Estimating the frequency distributions of PM and PM by the statistics of wind speed at Sha-Lu, Taiwan", The Science of the Total Environment 298, 119-130.
- MTA, (1991) "1/1.000.000 Ölçekli Türkiye Jeomorfoloji Haritası", (Hazırlayan: Oğuz Erol), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Müezzinoğlu, A. (2000) "Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları", 9 Eylül Üniv. Yay., İzmir.
- Nriagu, J.O. (1989) "A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals", Nature 338, 47-49.
- Oke, T.R. (1987) "Boundary Layer Climates, 2 nd Edition, Routledge Co.", London.
- Taşdemir, Y. (1999) "Havadaki Partikül Maddelerin Su Kütleleri Üzerine Çökmesinin Miktar ve Etkileri", 3. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye.
- Taşdemir, Y., Çağlar, Ö. (2002) "Uludağ Üniversitesi Kampüsü'nde Ölçülen Partikül Madde Kuru Çökme Akıları" Ekoloji Dergisi, 11,42, 8-11.
- Wark, K., Warner, C.F. (1981) "Air Pollution, Its Origin And Control", Harper and Row Publishers, New York.
- Yeşilyurt, C., Akcan, N. (2008) "Hava Kalitesi İzleme Metodolojileri ve Örneklem Kriterleri", T.C. Sağlık Bakanlığı, Refik Saydam Hıfzısıhha Merkezi Başkanlığı Çevre Sağlığı Araştırma Müdürlüğü, www.rshm.saglik.gov.tr/hki/pdf/hava_metod.pdf.