

AIR POLLUTION CONTRIBUTION OF SOME CEMENT PLANTS IN TURKEY

Ersan KALAFATOĐLU, Nuran ÖRS, Tülin GÖZMEN, Sibel SAÝN, Ýsmet MUNLAFALIOĐLU

The atmosphere plays an important role for the transfer of pollutants from sources to receptors. Its complex motions control both the transport and dilution of the pollutants. The mechanisms of these phenomena may change due to the local climate. The topography of the area plays also an important role for the transportation, diffusion, and dilution of the pollutants. Because of this reason the same EPA approved BREEZE model was applied to six existing cement production plants and to a planned cement grinding and mixing plant for two different locations in Turkey.

In the modelling studies the nitrogen dioxide (NO₂) contribution of the six existing plants to the ambient air quality have been evaluated. Additionally nitric oxide (NO) contribution of four plants, carbon monoxide (CO) contribution of one plant and suspended particulate matter (PM₁₀) contribution of four plants along with particulate matter (PM) deposition have been modelled. The PM₁₀ and particulate matter deposition contribution of the planned cement installation for two different locations applying three different meteorologic data have also been evaluated.

For all the cases considered, the surface concentrations of the pollutants and particulate matter deposition per unit area have been calculated and the results are presented in various forms. The estimated ambient air quality contribution in the nearby urban areas are also given.

Four of the plants are located in a similar topography in the sense of surface heights. The others have different geographical characteristics. The results of the modelling applied to the plants emission are compared in terms of topography, climate, and the existing air quality regulations.

TÜRKİYE'DEKİ BAZI ÇİMENTO FABRİKALARININ HAVA KİRLİLİĞİNE KATKILARI

Ersan KALAFATOĞLU, Nuran ÖRS, Tülin GÖZMEN, Sibel SAÝN, Ýsmet MUNLAFALIOĐLU

- * Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü Kimya Mühendisliđi Bölümü, PK 21 Gebze, 41470 Kocaeli, Türkiye
- ** Kalite ve Çevre Kurulu, Eskişehir Yolu 9. km, Ankara, Türkiye

ÖZ

Kurulu altı çimento fabrikası ve kurulması planlanan bir çimento öğütme ve paketleme tesisi için hava kalitesine katkı modellenmesi çalışmasında EPA (Environment Protection Agency) onaylı BREEZE AIR ISCLT3 yazılımı kullanılmıştır. Altı fabrikanın NO₂ (azot dioksit), üç fabrikanın NO (azot monoksit), bir fabrikanın CO (karbon monoksit) ve üç fabrikanın PM₁₀ (havada asılı partikül madde) ve PM (çöken toz) hava kalitesine katkıları modellenmiştir. Ayrıca kurulması planlanan tesisin PM₁₀ ve PM modellemeleri üç farklı meteorolojik veri ve iki farklı topoğrafya verisi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Tesislerin tümünün hava kalitesine etkileri, Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nin (H.K.K.Y.) belirlediği sınır değerlerin altındadır. Genel olarak alıcı ortamlardaki en yüksek konsantrasyon değerleri fabrika sınırında veya yakın çevresinde gerçekleşmektedir.

ABSTRACT

EPA (Environment Protection Agency) approved BREEZE AIR ISCLT3 software was applied to six existing cement production plants and to a planned cement grinding and mixing plant in Turkey for air quality modelling. NO₂ (nitrogen dioxide) contribution of the six existing plants, NO (nitric oxide) contribution of three plants, CO (carbon monoxide) contribution of one plant and PM₁₀ (suspended particulate matter) contribution of three plants along with particulate matter (PM) deposition have been modelled. The PM₁₀ and PM deposition contribution of the planned cement installation in two different locations applying three different meteorology data have also been evaluated.

Air quality contributions of all the plants are below the Turkish Air Quality Protection Regulation (AQPR) limits. It has to be mentioned, however, that all the maximum air quality receptor points lie either within or close to the boundaries of the plant area.

1. GİRİŞ

Çimento sanayii, Türkiye'de kurulu en eski endüstri kollarından biridir. Çimento fabrikalarının yakın çevresine yerleşim alanları kurulması, buralarda yaşayanları hava kirliliği problemleriyle yüzyüze getirmiştir. Sektörün son on yıldaki gayretli çabalarına rağmen fabrikaların kötü şöhreti hala silinememiştir. Sektör, hava kirliliğe katkısını minimuma indirebilmek için gönüllü olarak bir takım önlemler almıştır. Çevre Bakanlığı ile yapılan anlaşma sonucu Hava Kalitesi Kontrol Yönetmeliği'nde (H.K.K.Y.) [1] belirtilen sınır değerlerin altında sınırlar tespit edilmiştir (Çizelge 1). Verimli kontrol tekniklerinin uygulanması ile bu sınırların altında toz konsantrasyonları elde edilebildiği görülmüştür.

Çimento tesislerinde çok sayıda kaynak olduğundan emisyon ölçümleri oldukça zahmetli olmakta ve fakat rutin olarak yürütülmektedir. Bir fabrikanın emisyonlarının çevre hava kalitesine olan etkisinin ölçülmesi, pahalı ve zaman alıcı olmasının yanında fabrika civarındaki endüstrilerin emisyon kaynaklarının da hava kalitesine etkileri bulunması yüzünden kolay bir iş değildir. Bu sebeple, hava kalitesinin modellenmesi güvenilir girdilerin sağlanması koşuluyla oldukça işe yaramaktadır. H.K.K.Y., kurulacak olan fabrikanın çevre hava kalitesine etkisini modellemek amacıyla basit Gauss dağılımının kullanılmasını yeterli kabul etmektedir. Diğer yandan gelişmiş modeller, mevcut fabrikalar için de kullanılabilir [2, 3].

Çizelge 1. Türk Çimento Sanayi için belirlenmiş emisyon ve uzun dönem ortalama hava kalitesi sınır değerleri [1].

Bileşen	Birim	Uzun vade sınır değeri (UVS)	
		Genel	Endüstri bölgesi
CO	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	10000	
NO	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	200	
NO ₂	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	100	
SO ₂	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	150	250
PM ₁₀	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	150	200
PM	[$\text{mg}/\text{m}^2\text{gün}$]	350	450

Reaktif olmayan kirletici emisyonlarının çevreye olan etkilerin değerlendirilmesi maksadıyla kullanılan bir çok hava kalitesi modeli mevcuttur (Çizelge 2) [4]. Bunlardan Uzun Dönem Endüstriyel Kaynak Kompleksi (ISCLT), diğer model seçeneklerinden daha esnektir ve topoğrafik yüksekliklerin baca yüksekliğinden daha fazla olması gibi kompleks durumlarda da uygulanabilmektedir [5].

Çizelge 2. Reaktif olmayan kirleticilerin rutin emisyonlarının etkisinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan ve yükselti gözönüne alan bazı modeller [4].

Model	Kaynak sayısı	Meteorolojik şartlar	Yer şekilleri	Kırsal / kentsel
SCREEN Endüstriyel Kaynak	Bir Çok	En kötü durum Fiili	Düzlük Düzlük	- Kırsal / kentsel
Kompleksi (ISC) Kompleks 1	Çok	Fiili	Kompleks	Kırsal
SHORT Z, LONG Z	Çok	Fiili	Kompleks / düzlük	Kırsal / kentsel
Rought Terrain Dispersion	Çok	Fiili	Kompleks	-
Model (RTDM) Offshore and Coastal	Çok	Fiili	Kıyı	-
Dispersion (OCD)				

2. UYGULANAN YÖNTEM

Emisyonlar, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Kalite ve Çevre Kontrol Müdürlüğü (TÇMB KÇKM) tarafından U.S. Environment Protection Agency (EPA) metodları kullanılarak ölçülmüştür. Kurulması planlanan fabrikaların hava kalitesi modellemesinde ise tasarım verileri kullanılmıştır.

Trinity Consultant Inc. tarafından geliştirilen BREEZE AIR ISCLT3 programı [5], emisyonların ortam hava kalitesine olan etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. EPA uzun dönem endüstriyel kaynak kompleksi (ISCLT3) modeli Windows tabanlıdır. En fazla 1000 tane nokta, alan, hacim ve açık çukur kaynaklarının ve/veya kaynak gruplarının emisyonlarının analizini yapabilecek kapasitededir. Kentsel bölgelerde mevcut alıcı noktalar dışında özel alıcı noktaların da hava kalitesi değerlendirilebilmektedir. Baca yüksekliğindeki tüm arazi yükseltileri ve yer üstünde mevcut tüm alıcı noktalar için konsantrasyonlar hesaplanabilmektedir. Meteorolojik veriler rüzgar hızı, stabilite sınıfı ve rüzgar yönüne göre rüzgar frekans dağılımlarını içerir (STAR - Stream ARray data).

Model için gerekli meteorolojik veriler, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yayımlanan uzun dönem aylık ortalama iklim verilerinden hazırlanmıştır [6]. Stabilite sınıfları

H.K.K.Y. ve EPA yönetmeliklerindeki ilgili maddeler gözönüne alınarak belirlenmiştir [1-3]. Fabrika çevresindeki topografya incelenerek 1/25000'lik bir haritada 250 m aralıklarla belirlenen 5 km x 5 km'lik bir alandaki yükselti okunarak topoğrafya dosyaları oluşturulmuştur. Ayrıca, özel alıcıların yükselti ve konumları ile emisyon kaynaklarının konumları da girilmiştir.

3. İNCELENEN TESİSLER

Modelleme çalışmalarında 7 ayrı fabrika verisi kullanılmıştır [7, 8]. Bu makalede gizlilik ilkesine bağlı kalınarak fabrika adları numara ile gösterilmekte ve isimler saklı tutulmaktadır. Fabrika kapasiteleri ve nokta emisyon kaynaklarının sayısı ve fabrikanın konum özellikleri Çizelge 3'de verilmiştir. Altı fabrikanın NO₂ (azot dioksit), üç fabrikanın NO (azot monoksit), bir fabrikanın CO (karbon monoksit) ve üç fabrikanın PM₁₀ (havada asılı partikül madde) ve PM (çöken toz) hava kalitesine katkıları modellenmiştir. Kurulması planlanan çimento fabrikası (Tesis 7) PM₁₀ ve PM modellemesi için iki ayrı yer seçimi yapılmış (Tesis 7a ve 7b/c) ve bu yerlerden ikincisi için iki ayrı meteorolojik veri kullanılmıştır (Tesis 7b ve 7c).

Çizelge 3. İncelenen çimento fabrikalarının özellikleri [7,8].

Tesis No.	Üretim kapasitesi [ton/yıl]	Kaynak sayısı	Kırsal/ kentsel	Yüzey şekli	Rakım
1	1.800.000 klinker	69	Kentsel	Düzlük	Alçak, kıyı
2	837.500 klinker	19	Kırsal	Kompleks	Orta (~600 m)
3	385.000 klinker	17	Kentsel	Oldukça Düzlük	Yüksek (~1000 m)
4	1.485.000 klinker	7	Kentsel	Düzlük	Alçak, kıyı
5	460.000 klinker	15	Kentsel	Düzlük	Orta (~850 m)
6	1.460.000 klinker	2	Kentsel	Kompleks	Alçak, kıyı
7a	600.000 çimento	8	Kırsal	Kompleks	Orta (~600 m)
7b	600.000 çimento	8	Kırsal	Kompleks	Orta (~600 m)
7c	600.000 çimento	8	Kırsal	Kompleks	Yüksek (~1000 m)

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

BREEZE AIR ISCLT3 programı kullanılarak hazırlanan modelleme çalışmalarının sonuçları, her alıcı nokta için CO, NO, NO₂, PM10 ve PM konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerlerinin maksimumları alınarak Çizelge 4'de verilmiştir. Bu sonuçların H.K.K.Y.'de belirlenen sınır değerlerle karşılaştırmaları ise Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5'den görülebileceği gibi fabrikaların hava kalitesine katkıları sınır değerlerin altında gözükmemektedir. Ancak bu yorum göreceli olup aynı bölgede başka büyük kirlenici tesislerin ve/veya kaynakların bulunup bulunmamasına bağlıdır. Genel olarak havada asılı partikül madde, çöken toz ve NO₂ konsantrasyonları H.K.K.Y.'nin belirlediği sınır değerlerin % 30-50'si kadardır. Tesisten kaynaklanan emisyonların kirliliğe katkılarının az ya da çok olması, çevre hava kalitesinin ölçülmesiyle veya diğer önemli emisyon kaynaklarının da modellenmesiyle belirlenebilir. Bunun yanında genel olarak alıcı ortamlardaki en yüksek konsantrasyon değerleri fabrika sınırında veya yakın çevresinde gerçekleşmekte, uzak noktalara pek ulaşmamaktadır.

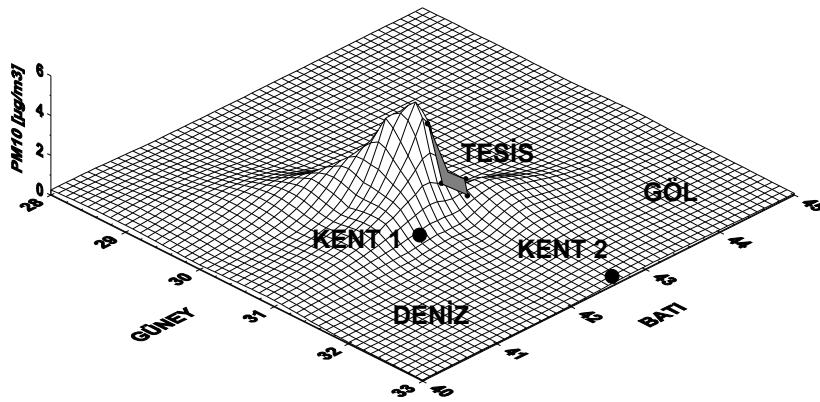
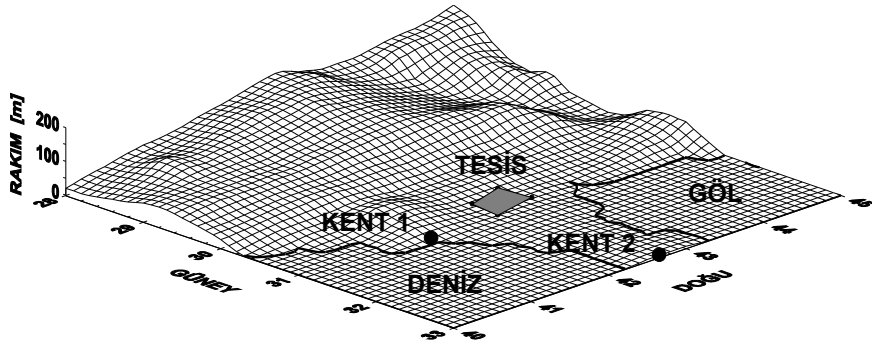
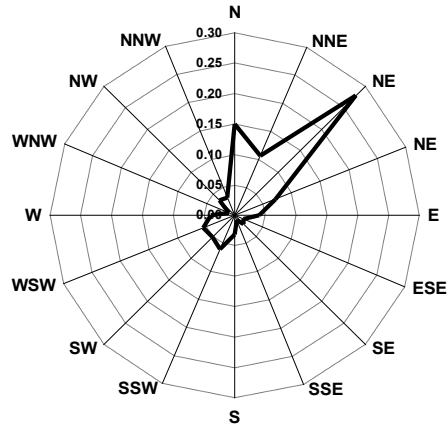
Çizelge 4. Hava kalitesine katkı yıllık ortalama değerlerinin maksimumları.

Tesis No.	CO [µg/m ³]	NO [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]	PM [mg/m ² gün]
1	209	18.0	45.0	6.0	116
2	-	12.0	27.6	7.6	4.8
3	-	6.82	15.7	-	-
4	-	-	43.0	-	-
5	-	-	10.8	21.0	74.7
6	-	-	27.9	-	-
7a	-	-	-	46.7	-
7b	-	-	-	64.6	38.2
7c	-	-	-	18.0	23.9

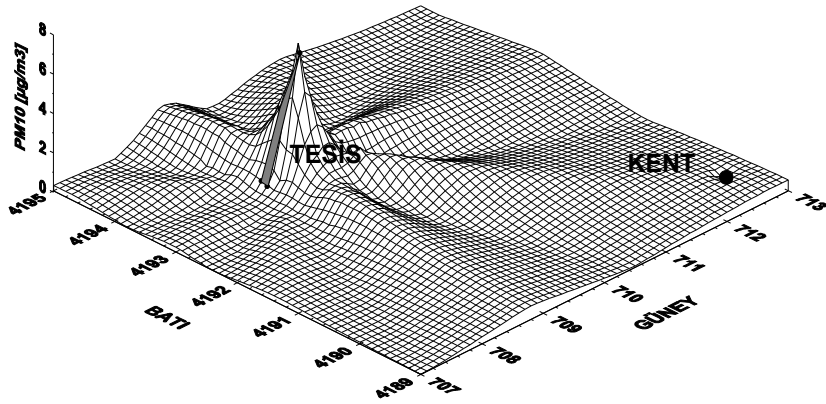
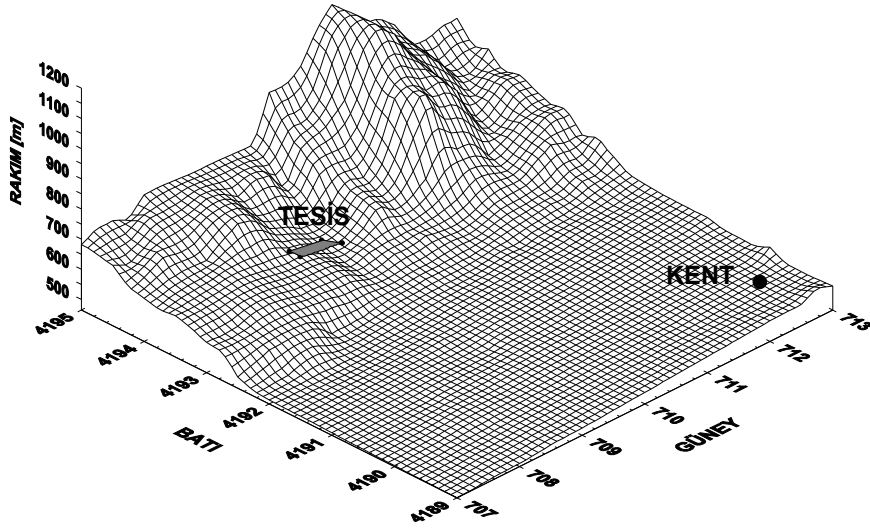
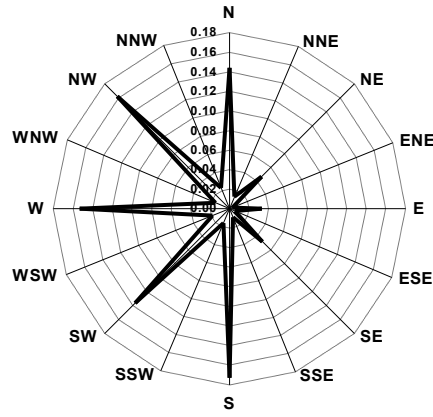
Çizelge 5. H.K.K.Y.'ne göre tesislerin hava kalitesine katkı değerleri [%].

Tesis No.	CO	NO	NO ₂	PM10		PM	
				Genel	Endüstriyel	Genel	Endüstriyel
1	2	9	45	4	3	33	26
2	-	6	28	5	4	2	1
3	-	3	16	-	-	-	-
4	-	-	43	-	-	-	-
5	-	-	11	14	11	21	17
6	-	-	28	31	-	-	-
7a	-	-	-	-	23	-	-
7b	-	-	-	43	32	11	9
7c	-	-	-	12	9	4	3

Topoğrafya ve meteorolojik şartların kirlilik dağılımına etkilerini göstermek amacıyla Şekil 1 ve 2'de sırasıyla, 1 no'lu (kentsel, düz, düşük rakım) ve 2 no'lu (kırsal, kompleks, orta rakım) fabrikaların rüzgar gülleri, topoğrafya ve çevrelerinde yer yüzeyinde PM10 konsantrasyonları



Pekil 1. Tesis no 1 için rüzgar gülü, rakım ve PM10 katkı değerleri.

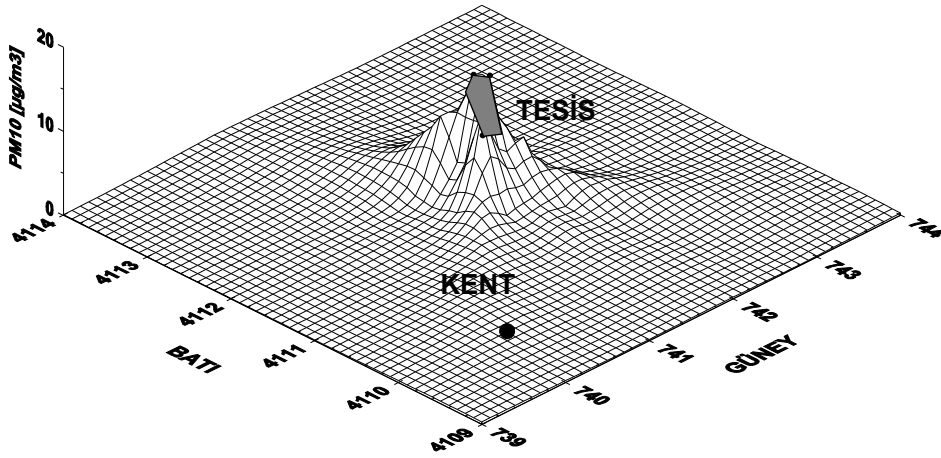
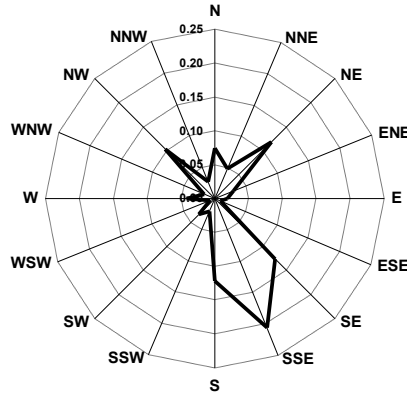


Pekil 2. Tesis no 2 için rüzgar gülü, rakım ve PM10 katkı değerleri.

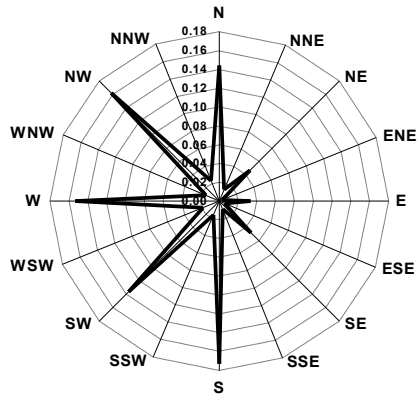
verilmektedir. Fabrikaların 1 km çapı içerisinde kalan alanların en fazla etkilendikleri, diğer alanların

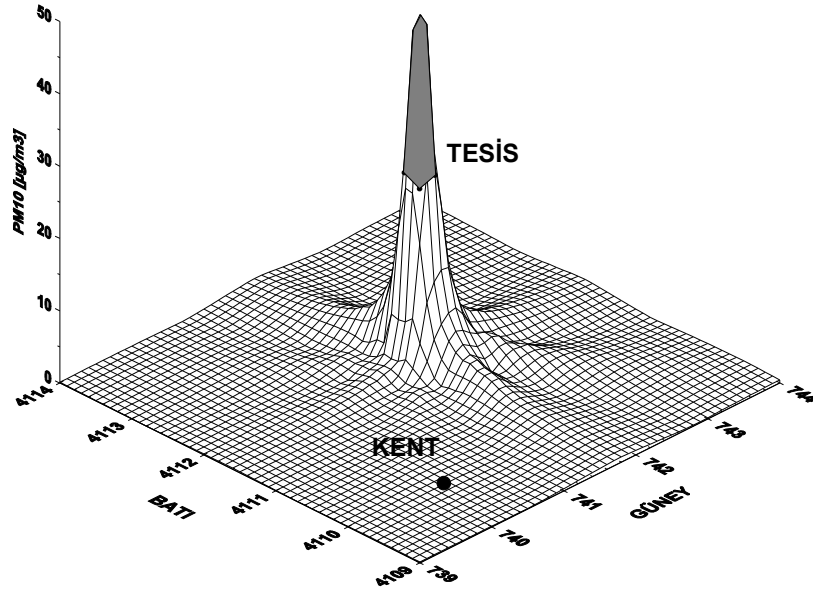
ise kirlilikten etkilenmedikleri söylenebilir.

Kurulması planlanan tesis için meteorolojik verilerin eksikliği, yapılan modelleme çalışmalarında tesise 100 km uzaklıkta bulunan en yakın iki istasyonun verilerinin kullanılmasını zorunlu kılmıştır. Şekil 3 ve 4'de kırsal, kompleks arazi ve yüksek rakımda kurulu fabrika için bu iki farklı meteorolojik veri kullanılarak elde edilen, yer yüzeyinde PM10 konsantrasyonları rüzgar gülleri ile birlikte verilmiştir. Çizelge 4, 5 ve Şekil 3, 4'den görüleceği gibi sonuçlar 4 katlık bir farklılık göstermektedirler. Modelleme çalışması, hava kalitesine katkının az olduğu konumun saptanması için yapılmıştır. Her durumda da katkıların düşük olması ve sözkonusu bölgede başka endüstri kaynaklarının bulunmaması bu farklılığı önemsiz kılmaktadır.



Bekil 3. Tesis 7 için birinci meteorolojik veri ile rüzgar güllü ve PM10 katkı değerleri.





Resim 4. Tesis 7 için ikinci meteorolojik veri ile rüzgar gülü ve PM10 katkı değerleri.

KAYNAKLAR

1. Hava Kalitesi Korunması Yönetmeliği, Resmi Gazete, No. 19269, 2 Kasım 1986.
2. Beychok, Milton R. , Fundamentals of stack gas dispersion, Irvine CA., 1994.
3. Doty, Stephen R. , *Climatological Aids in Determining Air Pollution Potential*, National Climatic Center, Federal Building, Asheville, NC 28801, 1983.
4. Seigneur, C., *Understand the basics of air-quality modelling*, Chemical Engng Progress, March, 68-74, 1992.
5. EPA User's Guide for the Industrial Source Complex (ISC3) Dispersion Models, EPA-454/B-95-003a, 1995.
6. Meteoroloji Bülteni, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara, 1974.
7. Kalafatoğlu E., Örs N. , Sain S., Gözmen T., İşbilir F., Koral M., Munlafaloğlu İ., Çimento Fabrikası Hava Kalitesi Modellemesi ve Toz Emisyonunda Özel Maddelerin Belirlenmesi, Teknik Raporlar, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, 1996 ve 1997.
8. Kalafatoğlu E., Örs N. , Sain S., Gözmen T., İşbilir F., Munlafaloğlu İ., Çimento Fabrikası Hava Kalitesi Modellemesi, Teknik Raporlar, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve

Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, 1996 ve 1997.