

# ÇİMENTO ve BETON DÜNYASI

CEMENT and CONCRETE WORLD

YIL : 2 • SAYI: 10  
ARALIK 1997  
BİLİMSEL • TEKNİK •  
EKONOMİK  
DERGİ

Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği  
Yayın Organı

Sahibi: T.Ç.M.B adına  
Ayduk ÇELENK

Yazı İşleri Müdürü  
Yavuz BAYAR

Editör:  
Mustafa TOKYAY

Editör Yardımcısı:  
Sabit USLU

Yayın Kurulu :  
Mustafa TOKYAY  
Tülin TONAK  
Çağlan BECAN  
Gülderen GÖĞÜŞ  
Z. Zerrin OGUZ  
Sabit USLU  
Korhan ERDOĞDU

Dağıtım:  
Sabahat KURT

Yayın Aralığı :  
2 ayda bir yayınlanır.

Yazışma Adresi :  
PK.2, 06582  
Bakanlıklar - ANKARA  
Tel: 0 (312) 287 32 50  
Fax : 0 (312) 287 92 72

Tasarım - Dizgi - Baskı  
Bizim Büro Basımevi  
Selanik Cad. 18/11, Ankara  
Tel: (0312) 431 88 81 - 433 36 36

ISSN 1301 - 0859

# İÇERİK

## HABER

- 1. Uluslararası Çimentoda Mineral Katkılar Sempozyumu
- Kalite ve Çevre Kontrol Kurulu 97/3 Olağan Toplantısı Yapıldı
- Avrupa Çimento ve Test Standartları Sempozyumu
- Türk Ytong 34. Yılında 6 Milyon m3 Üretime Ulaştı
- YTONG '97 Öğrenci Proje Yarışması Sonuçlandı

## İNTERNETTE ÇİMENTO ve BETON

## ARAŞTIRMA - GELİŞTİRME

- Türkiye'deki Bazı Çimento Fabrikalarının Hava Kirliliğine Katkıları
- Kireçtaşı Karıştırma Tesisi İçin Kubbesel Stok Alanı Tasarımı
- 21 inci Yüzyıla Girerken Enerji

## TOPLANTILAR - DUYURULAR

## YAYIN TARAMA

KAPAK RESMİ : Çimento klinkerinin mikroyapısı

## TÜRKİYE'DEKİ BAZI ÇİMENTO FABRİKALARININ HAVA KİRLİLİĞİNE KATKILARI

Ersan KALAFATOĞLU (\*), Nuran ÖRS (\*), Tülin GÖZMEN (\*), Sibel SAİN (\*), İsmet MUNLAFALIOĞLU (\*\*)

### Özet

Kurulu altı çimento fabrikası ve kurulması planlanan bir çimento öğütme ve paketleme tesisi için hava kalitesine katkı modellemesi çalışmasında EPA (Environment Protection Agency) onaylı BREEZE AIR ISCLT3 yazılımı kullanılmıştır. Altı fabrikanın NO<sub>2</sub> (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. NO<sub>2</sub> (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. Giriş

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 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

(\* ) Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü Kimya Mühendisliği Bölümü, PK 21 Gebze, 41470 Kocaeli, Türkiye

(\*\*) Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Eskişehir Yolu 9. km, 06530 Ankara, Türkiye

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].

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 esnek ve topoğrafik yüksekliklerin baca yüksekliğinden daha fazla olması gibi kompleks durumlarda da uygulanabilir [5].

## 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

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

BİLEŞEN	BİRİM	UZUN VADE SINIR DEĞERİ (UVS)	
		Genel	Endüstri bölgesi
CO	[(g/m <sup>3</sup> ) [μg/cm <sup>3</sup> ]	10000	
NO	[(g/m <sup>3</sup> ) [μg/cm <sup>3</sup> ]	200	
NO <sub>2</sub>	[(g/m <sup>3</sup> ) [μg/cm <sup>3</sup> ]	100	
SO <sub>2</sub>	[(g/m <sup>3</sup> ) [μg/cm <sup>3</sup> ]	150	250
PM10	[(g/m <sup>3</sup> ) [μg/cm <sup>3</sup> ]	150	200
PM	[mg/m <sup>2</sup> gün]	350	450

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

MODEL	KAYNAK SAYISI	METEOROLOJİK ŞARTLAR	YER ŞEKİLLERİ	KIRSAL/KENTSEL
SCREEN	Bir	En kötü durum	Düzlük	-
Endüstriyel	Çok	Fiili	Düzlük	Kırsal / kentsel
Kaynak Kompleksi (ISC)				
Kompleks 1	Çok	Fiili	Kompleks	Kırsal
SHORT Z. LONG Z	Çok	Fiili	Kompleks/düzlük	Kırsal / kentsel
Rough Terrain Dispersion Model (RTDM)	Çok	Fiili	Kompleks	-
Offshore and Coastal Dispersion (OCD)	Çok	Fiili	Kıyı	-

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 yükselteleri 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 yükselteler okunarak topoğrafya dosyaları oluşturulmuştur. Ayrıca, özel alıcıların yükselteleri ve konumları ile emisyon kaynaklarının konumları da girilmiştir.

### 3. İncelenen Tesisler

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 NO<sub>2</sub> (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).

### 4. Sonuçlar ve Değerlendirmeler

BREEZE AIR ISCLT3 programı kullanılarak hazırlanan modelleme çalışmalarının sonuçları, her alıcı nokta için CO, NO, NO<sub>2</sub>, PM10 ve PM konsantrasyonlarının yıllık ortalama değerlerinin maksimumları alınarak Çizelge 4'de verilmiştir. Bu sonuçların H.K.K.Y.'de

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

TES. No.	ÜRETİM KAPASİTESİ	KAYNAK SAYISI	KIRSAL/ KENTSEL	YÜZEY ŞEKLİ	RAKIM
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)

Çizelge 4. Hava kalitesine katkı yıllık ortalama değerlerinin maksimumları.

Tesis No.	CO [µg/m <sup>3</sup> ]	NO [µg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	PM10 [µg/m <sup>3</sup> ]	PM [mg/m <sup>2</sup> 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

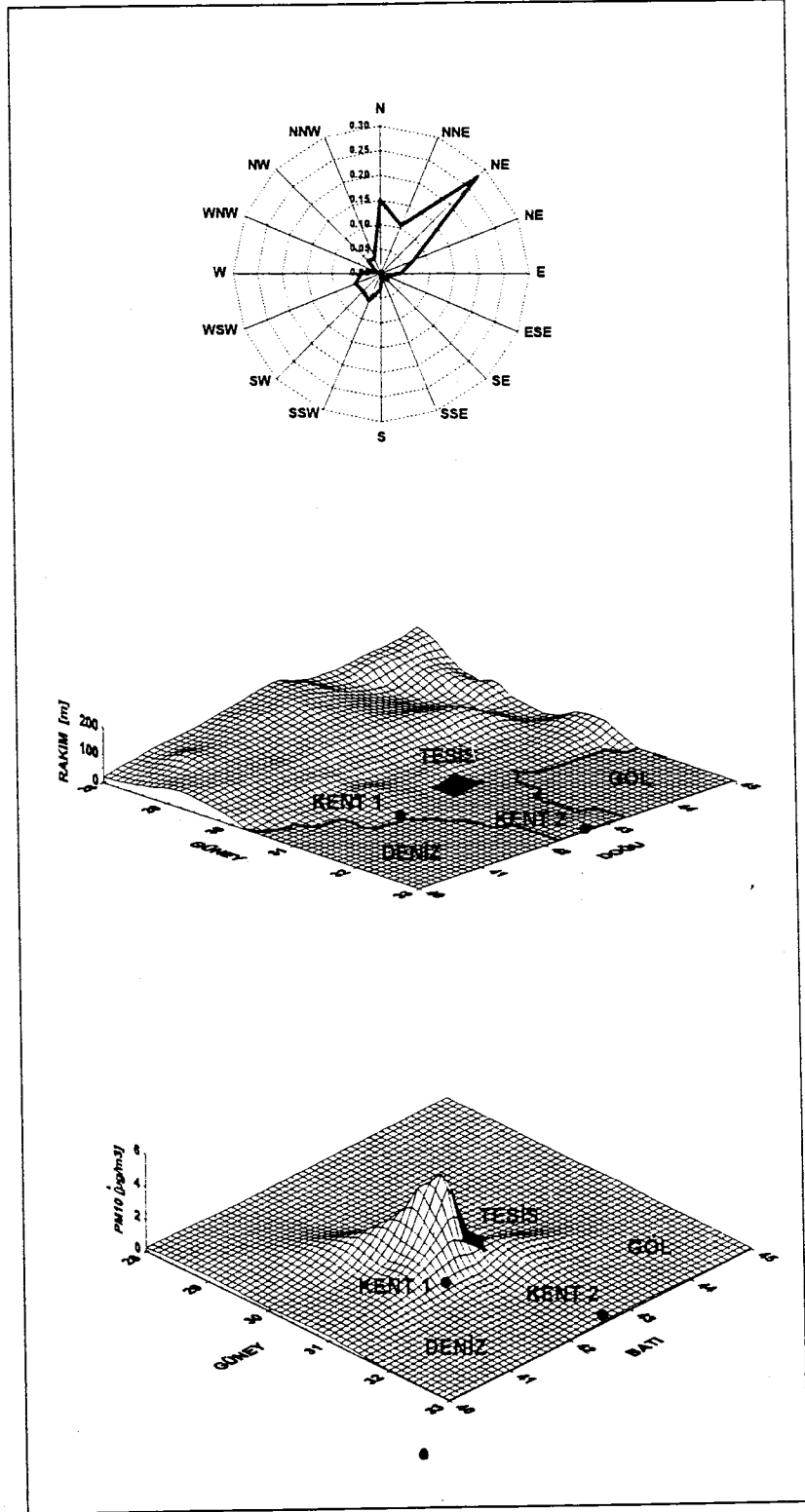
Çizelge 5. H.K.K.Y.'ne göre tesislerin hava kalitesine katkı değerleri [%].

Tesis No.	CO	NO	NO <sub>2</sub>	PM10 Genel	Endüstriyel	Genel	PM 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

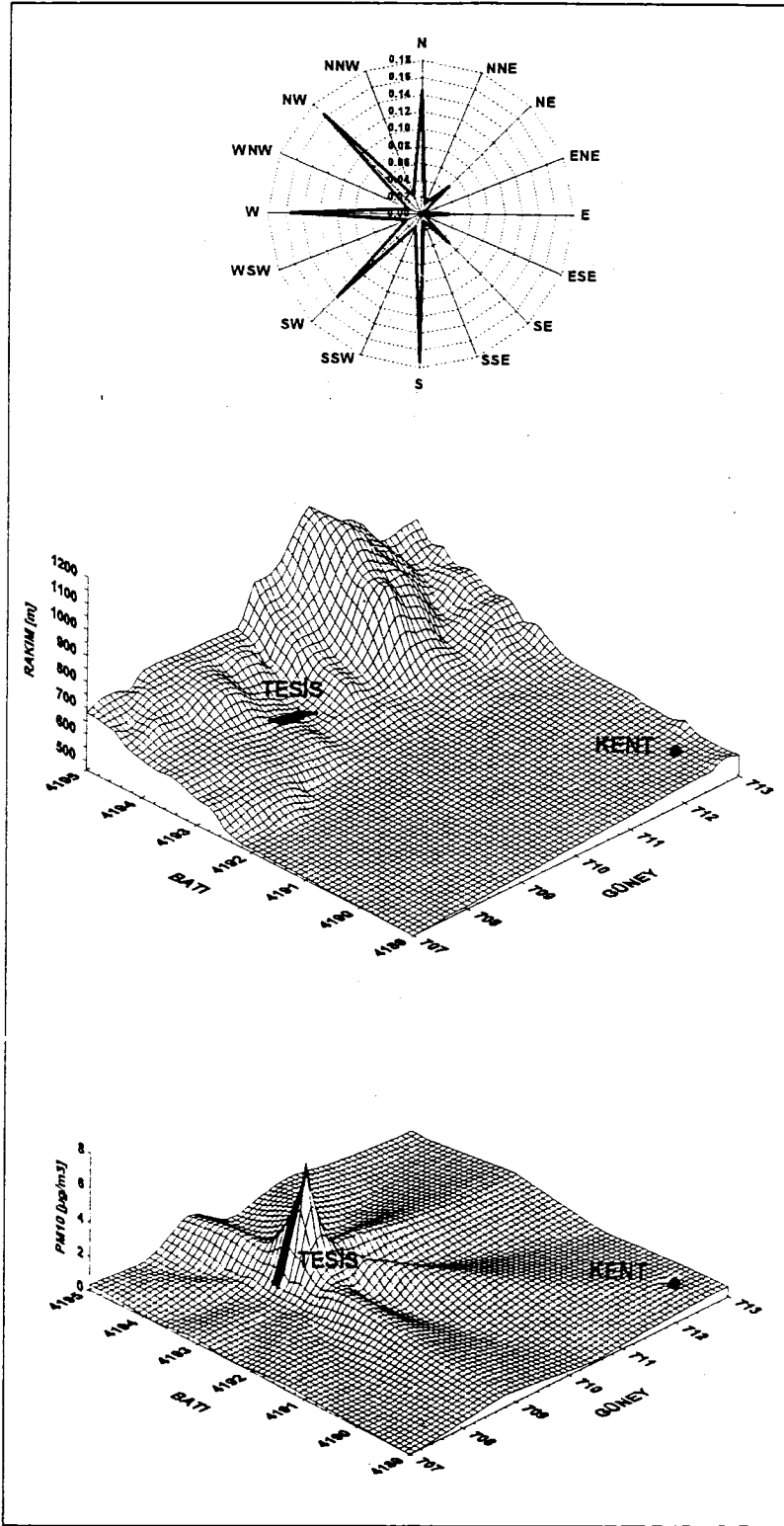
belirlenen sınır değerlerle karşılaştırmaları ise Çizelge 5'de sunulmuştur.

Çizelge 5'den görülebileceği gibi fabrikaların hava kalitesine katkıları sınır değerlerin altında gözükmektedir. 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  $NO_2$  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.

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  $PM_{10}$  konsantrasyonları verilmektedir. Fabrikaların 1 km çapı içerisinde kalan alanların en fazla etkilendikleri, diğer alanların ise kirlilikten etkilenedikleri söylenebilir.



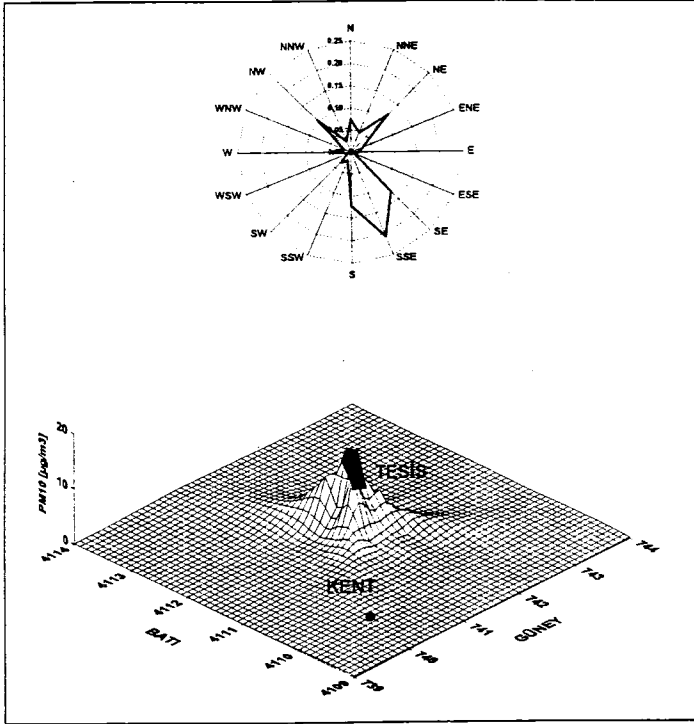
Şekil 1. Tesis no 1 için rüzgar güllü, rakım ve  $PM_{10}$  katkı değerleri.



Şekil 2. Tesis no 2 için rüzgar gücü, rakım ve PM10 katkı değerleri.

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.

*Fabrikaların hava kalitesine katkıları sınır değerlerin altında gözükmemektedir. Ancak bu yorum göreceli olup aynı bölgede başka büyük kirletici tesislerin veyhaya kaynakların bulunup bulunmamasına bağlıdır*

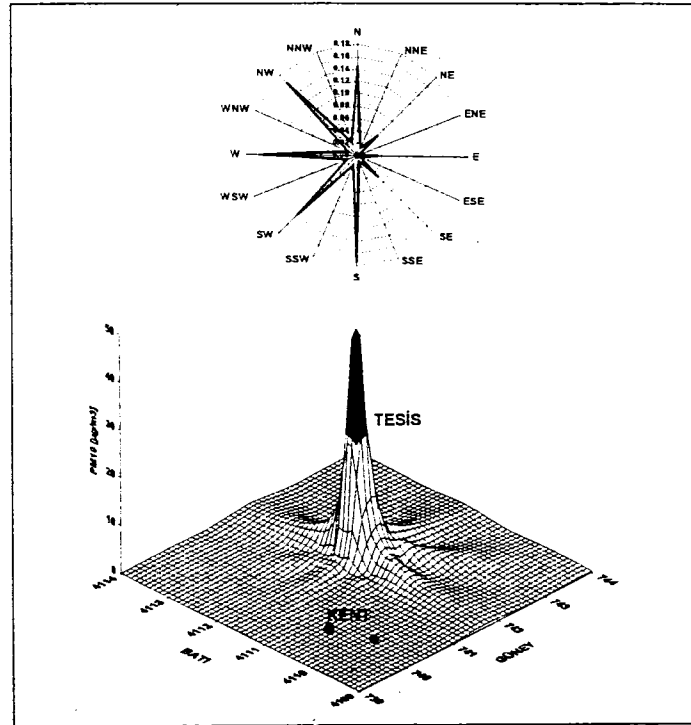


Şekil 3. Tesis 7 için birinci meteorolojik veri ile rüzgar gücü ve PM10 katkı değerleri.

### 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., Munlaloğlu 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., Munlaloğlu İ., Çimento Fabrikası Hava Kalitesi Modellemesi, Teknik Raporlar, TÜBİTAK, Marmara Araştırma Merkezi, Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, 1996 ve 1997.



Şekil 4. Tesis 7 için ikinci meteorolojik veri ile rüzgar gücü ve PM10 katkı değerleri.