



Türkiye Ulusal Meteoroloji ve Atmosfer Fiziği Komisyonu (TUMAK)



TUMAK Çevre Etki Değerlendirme Grubu Raporu

Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED)

Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğünden, Çevresel Etki Değerlendirmesi Raporları için kurulan komisyon çalışmalarına katılım sağlanmıştır

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)

Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Planlama Genel Müdürlüğünden, Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) yer seçimi için kurulan komisyon çalışmalarına katılım sağlanmıştır

ASİT YAĞMURLARI VE HAVA KİRLİLİĞİ ÇALIŞMALARI

ASİT YAĞMURLARI

Endüstriyel faaliyetler, enerji üretimi, evsel ısınma ve motorlu taşıtlarda kullanılan fosil yakıtlar havayı kirletmekte ve kükürtdioksit, azotoksit, partikül madde ve hidrokarbon yaymaktadır. 2 ile 7 gün arasında havada asılı kalabilen bu kirleticiler, atmosferde çeşitli kimyasal reaksiyonlara uğrayarak, çok uzaklara taşınabilmekte, atmosferdeki su

partikülleri ve diğer bileşenlerle tepkimeye girerek asitli bileşiklerin oluşumuna neden olmaktadır.

Atmosferde kimyasal olarak dönüşen nitrat ve sülfat gibi kirleticiler kuru çökeltme veya yağışla birlikte yeryüzüne dönerler. Yağışların pH değerinin düşmesine neden olan bu olaya Asit Yağmurları adı verilmektedir.

Asit yağmurlarının izlenmesi, insan sağlığı ile canlı ve cansız varlıklar üzerinde yaptığı tahribat nedeniyle önemlidir. Bu nedenle, Hava Kirliliği Grubu tarafından asit yağmurları ve sınır ötesi kirlilik taşınımının belirlenmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğünde Yürütülen Çalışmalar

Araştırma Şube Müdürlüğü bünyesindeki Hava Kirliliği Araştırma Grubunca asit yağmurları ve sınır ötesi kirlilik taşınımının belirlenmesine yönelik olarak çalışmalar yapılmaktadır. Bu amaçla 13 Nisan 1999 Çamkoru'da yağmur suyu toplamak üzere toplama kap sistemi kurulmuştur. Özellikle sınır ötesi kirliliğin iyi tespit edilmesi amacıyla çevresel ve kentsel kirlilikten arındırılmak için kentten uzak bir bölge olan Çamkoru bölgesi seçilmiştir.

Ayrıca asit yağmurlarının öncelikle ülke ormanlarına verdiği zarar düşünülürse istasyon seçiminde bu kriter de göz önünde tutulmuştur. Daha sonra genel atmosferik sirkülasyonun yanında kirliliğe kentsel etkilerin katkısını da belirleme fikri doğmuş, buna paralel olarak benzer bir yağmur toplama düzeneği de Ankara merkezinde Ankara Bölge Meteoroloji Müdürlüğü'ndeki istasyona kurulması düşünülmüş ve paralel bir yağmur toplama sistemi 19 Nisan 1999 da Ankara Bölge rasat parki içine kurulmuştur.

Yağmur suyu analizlerine ODTÜ ile yapılan protokol çerçevesinde, ODTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında başlanmış, 2003 yılından itibaren Genel Müdürlüğümüz bünyesindeki laboratuvarında yapılmaktadır.

Örnek toplama çalışmaları sonucu elde edilen veriler kullanılarak kirlilik belirleme çalışmaları devam etmektedir. Çamkoru ve Ankara Bölgedeki yağmur toplama sistemlerinden yağ ve kuru çökeltme birlikte olmak üzere, 15 gün aralıklarla toplam çökeltme örnekleri alınmaktadır. Her iki istasyonda kurulu olan yağmur toplama sistemi toplam kirlilik birikimini ölçmeye yönelik olarak hazırlanmış sistemlerdir.

Atmosferde uzun menzilli sınır ötesi kirlilik taşınımını belirlemek amacıyla, Çamkoru ve Ankara Bölgede kurulu basit yağış toplama sistemlerinin yanı sıra, beş noktaya otomatik yağış toplama cihazı kurulmuştur. Bu alanlar; İstanbul Çatalca ve Balıkesir meteoroloji radarları, Amasra Meteoroloji istasyonu, Orman Araştırma Müdürlükleri sorumluluk alanında bulunan Antalya Bük ve Bolu Şerif Yüksel araştırma ormanlarıdır. Bu sistemler ile atmosferden yeryüzüne ulaşan yağ ve kuru çökelmeler ayrı olarak toplanmaktadır.

Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı bünyesindeki Hava Kirliliği ve Asit Yağmurları laboratuvarında, basit ve otomatik yağış toplama sistemlerinden alınan yağış numuneleri analiz edilmektedir. Tüm numunelerde iyon ve iz element analizleri yapılmaktadır.

Yağmur suyundaki anyon analizleri İyon Kromatografi cihazı ile, iz elementler ise Atomik Absorbsiyon Spektrometre Cihazı (AAS) ile yapılmaktadır.

Laboratuvarımızda bulunan Atomik Absorbsiyon Spektrometre (AAS) ve İyon Kromatografi (IC) cihazlarıyla yapılan analizler şunlardır:

Atomik Absorbsiyon Spektrometre Cihazı (AAS): Yağmur suyundaki iz elementlerin (çinko, demir, kadmiyum, kalsiyum, krom, kurşun, magnezyum, mangan, nikel, potasyum, sodyum, vanadyum, titanyum, alüminyum, kobalt, molibden, bakır) konsantrasyonlarının analiz edilmesi, değerlendirilmesi, kayıt edilmesi, görüntülenmesi, bu bilgilerin güvenli bir şekilde depolanması ve operatör tarafından alınabilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

İyon Kromatografi Cihazı: Yağmur suyundaki anyonların (sülfat, nitrat, klor, flor, nitrit, brom, fosfat) analiz edilmesi, değerlendirilmesi, kayıt edilmesi, görüntülenmesi, bu bilgilerin güvenli bir şekilde depolanması ve operatör tarafından alınabilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

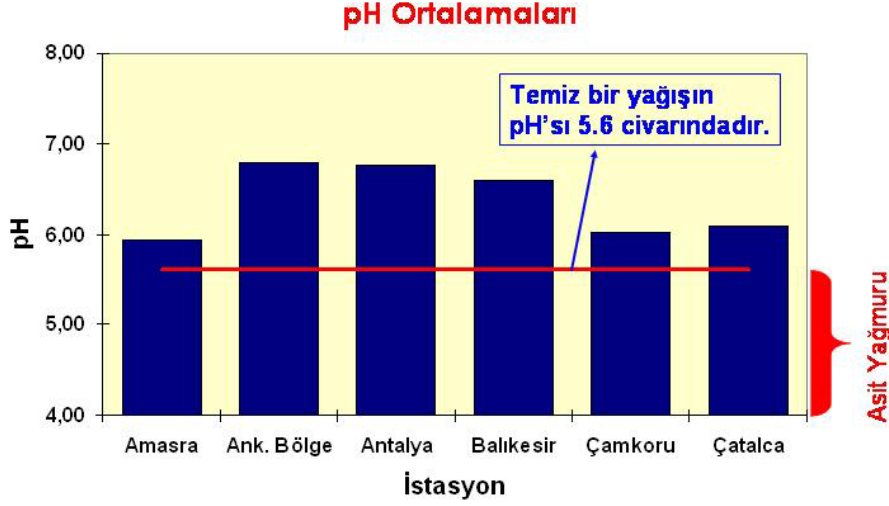
Önümüzdeki dönemde, Doğu Karadeniz Bölgesi (Meryem Ana Araştırma Ormanı) ve Doğu Akdeniz Bölgesine (Silifke Çeliktepe Mevki) yeni otomatik yağış toplama sistemleri kurulacaktır. Bu amaçla yeni otomatik yağış toplama sistemleri alınmıştır.

Ölçümlerin Değerlendirilmesi

Yağan yağmurun pH'sı dünyanın insan etkilerinden uzak, çok temiz olarak bilinen bölgelerinde bile 5.0 – 5.6 dolayındadır. Bunun nedeni atmosferde bulunan CO₂'in yağmur damlalarında çözünerek HCO₃⁻ tampon sistemini oluşturmasıdır. Söz konusu tampon sisteminin pH'sı 5.6 olduğundan, yağmur suyunun içersinde hiç bir kirlenici olmaması durumunda pH'sının 5.6 olması beklenir. Atmosfere biyojenik kaynaklardan atılan doğal kükürt bileşiklerinden kaynaklanan asitlerin de yağmur suyunda çözünmesi ile pH'nın biraz daha düşebileceği göz önüne alınarak yağmur suyunun doğal pH'sının 5.0 ile 5.6 arasında olduğu kabul edilmektedir. Herhangi bir yerde yağan yağmurun pH sınırın < 5.0 olması ancak antropojenik (insan faaliyetleri sonucu) katkılarla mümkün olduğundan, bu tür yağmurlar asit yağmuru olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan ölçüm ve değerlendirmeler sonucu Türkiye'deki ölçüm noktalarına büyük miktarda asit taşındığı [NO₃⁻ (nitrat) ve SO₄⁻² (sülfat) gibi], ancak yağmur suyundaki asitlerin yukarıda belirtilen nötralizasyon sonucunda ekosisteme ciddi bir zarar vermesinin söz konusu olmadığı ve doğal bir korunma mekanizmasının oluşmasına neden olan Türkiye'deki kalkerli toprakların büyük bir şans olduğu sonucuna varılmıştır. İstasyonlardan toplanan örneklerin pH ortalamaları aşağıdaki grafikte gösterilmiştir.

Yapılan geri yörünge analizleri, Batı Karadeniz Bölgesine olan taşınımın genellikle Doğu Avrupa ve Rusya üzerinden gerçekleştiğini göstermektedir.



ENVERZİYON TAHMİNİ

“Kentsel Hava Kirliliği Riski için Enverziyon Şiddeti Tahmini” çalışması ile il merkezleri ve bazı ilçe merkezlerinde, özellikle kış mevsiminde hava kirliliği yaşanma riskine yönelik olarak Enverziyon Şiddeti Tahmini yapılarak kamuoyuna duyurulması ve ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından gerekli önlemlerin alınmasının sağlanması amaçlanmaktadır.

Kentlerimizde meydana gelen enverziyon olaylarının büyük çoğunluğu, havanın açık olduğu (bulutların olmadığı veya çok az olduğu) durumlarda, yer yüzeyinin hızla soğuması nedeniyle, gece ve sabah erken saatlerde oluşmaktadır. Bu nedenle meydana gelen enverziyon durumu, genellikle öğlen saatlerine doğru yer yüzeyinin ısınmasıyla birlikte ortadan kalkmaktadır.

Özellikle kuvvetli (şiddetli) enverziyonun beklendiği günlerde, sabah saatlerinde kötü kaliteli yakıt kullanılan yerleşim merkezlerinde kalorifer ve sobaların yakılmaması veya düşük kapasitede yakılması, endüstriyel emisyonların ve trafik yoğunluğunun azaltılması, oluşacak hava kirliliğinin yoğunluğunu düşürecektir.

Kentsel hava kirliliği yaşanma riskine yönelik olarak yapılan Enverziyon Şiddeti Tahminleri, Genel Müdürlüğümüzün internet sitesinde (üç günlük süre için üçer saatlik zaman aralıklarında) günlük olarak yayınlanmaktadır.

Enverziyon tahmini için, ilk olarak Avrupa Orta Vadeli Tahminler Merkezinin (ECMWF) 3 günlük (72 saat) sayısal hava tahminlerinden, yer seviyesinden yukarıdaki ilk 1500 m için yüksek atmosfer verileri alınarak, tahmin yapılacak noktalar için dikey sıcaklık ve rüzgar profilleri hazırlanmaktadır. Hazırlanan bu profillerden, dikey sıcaklık artışının yani enverziyon tabakasının varlığı ve miktarı, bu tabakanın yerden yüksekliği ve kalınlığı ile bu tabaka içindeki minimum rüzgar hızı dikkate alınarak enverziyon şiddeti hesaplanmaktadır.

Değerlendirme ve verifikasyon çalışmasında, yüksek atmosfer gözlemleri yapılan Adana, Ankara, Diyarbakır, Erzurum, Isparta, İstanbul, İzmir ve Samsun illeri için 2007-2008 kış dönemi (Eylül, Ekim, Kasım, Aralık, Ocak) boyunca üretilen tahmin sonuçları, aynı dönemde gözlemlenen radiosonde ölçümleri ve ECMWF analiz ürünleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçların değerlendirilmesinde, tahmin tutarlılık oranları ile tahmin edilen ve gözlemlenen veriler arasındaki korelasyon katsayıları, Ortalama Standart Hatalar ve Ortalama Hata Kareleri Toplamının Karekökleri kullanılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, yapılan 24 saatlik (D+1) enverziyon tahminlerinin radiosonde ölçümlerine göre tutarlılığı % 61-94 aralığında bulunmuştur.

00 Z için yapılan tahminlerin tutarlılığı % 71-90, 12 Z için yapılanların ise % 61-94 aralığında olduğu saptanmıştır.

00 Z için Tahmin Doğruluk Oranları ve Objektif Verifikasyon Sonuçları

İstasyon	Doğru Tahmin Oranı (%)		Korelasyon		Ort. Standart Hata (ME)		Ort. Karekök Hatası (RMSE)	
	Analiz	Radio	Analiz	Radio	Analiz	Radio	Analiz	Radio
Adana	92	80	0.969	0.859	0.12	-0.03	0.58	1.20
Ankara	94	84	0.981	0.811	0.03	0.74	0.36	1.41
Diyarbakır	96	90	0.961	0.685	-0.10	0.27	0.55	1.83
Erzurum	92	80	0.976	0.751	0.03	0.29	0.57	1.73
Isparta	92	84	0.938	0.729	0.22	0.27	0.81	2.06
İstanbul	90	70	0.968	0.731	0.08	-0.03	0.38	1.30
İzmir	94	74	0.958	0.575	0.19	1.19	0.64	2.13
Samsun	91	71	0.958	0.487	0.16	1.47	0.79	2.93

EURAD MODELİ

Köln Üniversitesi - Rhen Çevre Araştırmaları Enstitüsü (RIU) tarafından geliştirilen EURAD (**EUR**opean **Air** pollution **D**ispersion) modeli, Hava Kalitesi Tahmini için kullanılmaktadır.

EURAD Modelini üreten ve geliştiren Köln Üniversitesi - Rhenish Enstitüsü Çevre Merkezi (RIU) ile Genel Müdürlüğümüz arasında yapılan "Hizmet Anlaşması" ile bu modelin Genel Müdürlüğümüzde operasyonel olarak kullanımı sağlanmıştır.

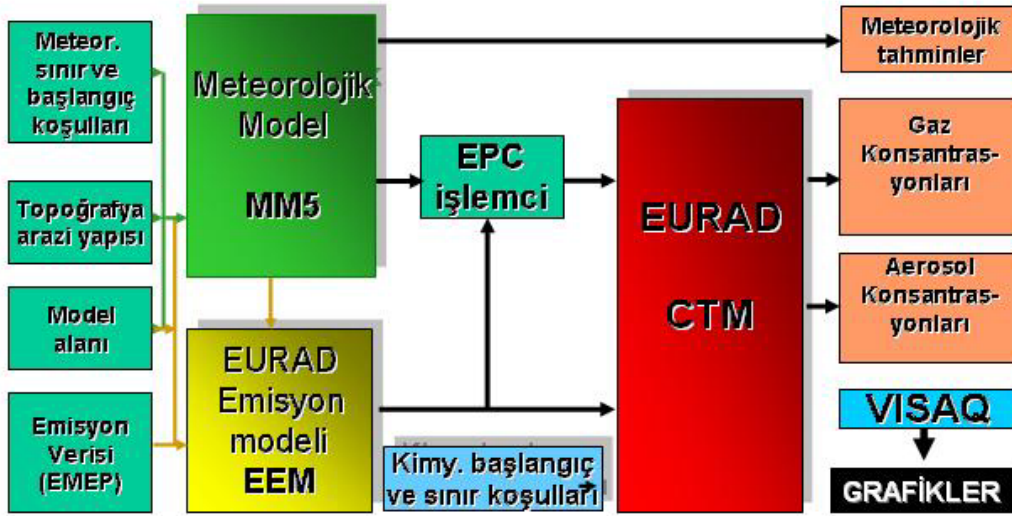
Çalışmanın Tarihçesi

- 1987: European Air Pollution Dispersion Model (Köln Üniversitesi)
- 2000: İlk Hava Kalitesi Tahmini test çalışması
- 2001: Kasım – Operasyonel Hava Kalitesi Tahminlerinin başlaması
- 8-9 Kasım 2005 – EURAD Eğitimi
- 2006: Mart – EURAD Modelinin DMİ'de kurulumu ve güncellemelerinin yapılması
- 2006: Mayıs – Hava Kalitesi Tahminlerinin operasyonel olarak test yayınına başlaması – Intranette yayınlanması

EURAD Modeli : Dünya üzerinde, kirleticilerin uzun mesafeli taşınımı ve tahminine yönelik birçok model kullanılmaktadır. EURAD (**EUR**opean **Air** pollution **D**ispersion model system, Almanya), yaygın olarak kullanılan modellerden biridir. EURAD ile fiziksel, kimyasal ve dinamik işlemlerle atmosferde bulunan iz elementlerin taşınım ve uzaklaşma mekanizmaları kontrol edilmektedir.

EURAD Modeli 3 alt modülden oluşmaktadır. Bunlar; meteorolojik tahmin üreten MM5 modülü, emisyon miktarlarını hesaplayan EEM modülü ve atmosferdeki kirleticilerin dağılımı ve miktarını tahmin eden CTM Modülüdür. Buradaki MM5 modeli son bir yıldır Genel Müdürlüğümüzde operasyonel olarak kullanılmaktadır. EURAD Modeli ile, SO₂, PM, Yer Ozonu (O₃), NO₂, CO ve Benzen gibi kirleticiler tahmin edilmektedir.

EURAD modelinin çalışma prensibi genel olarak aşağıdaki gibidir.



Eurad Tahmin Ürünleri

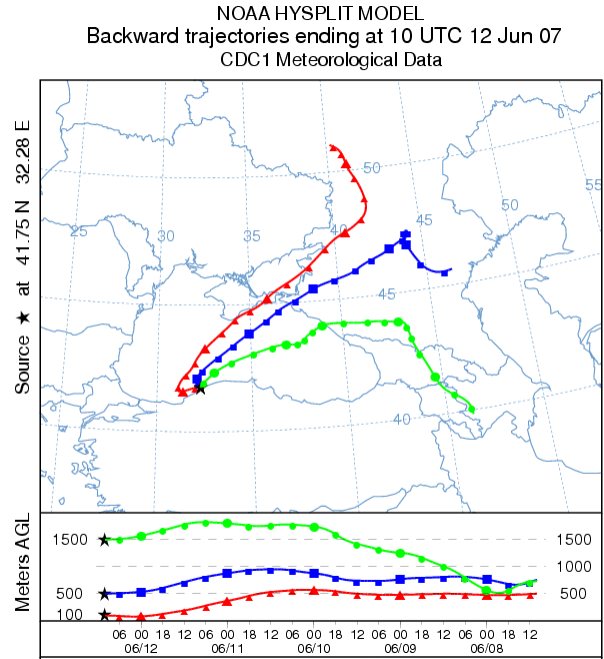
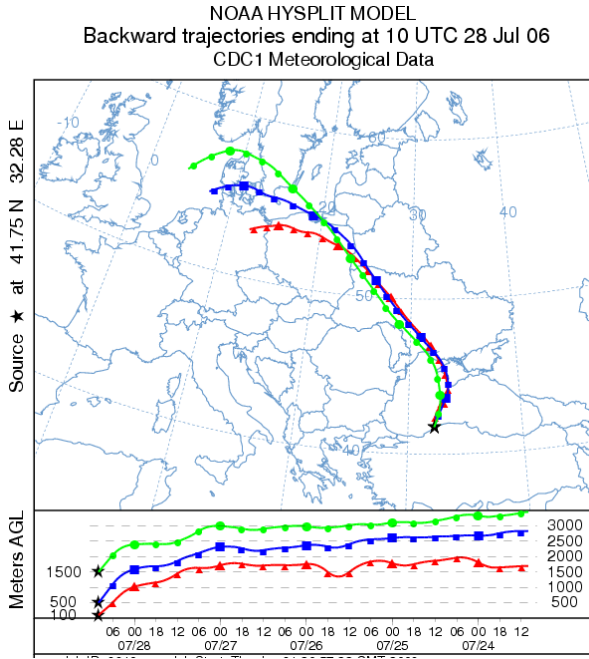
Ürünler	Periyod
➤ Ozon	➤ Günlük Maksimum ➤ 8 saatlik ortalama ➤ 24 saatlik ortalama ➤ Animasyonlar ➤ Kirleticiler için zaman serileri
➤ NO ₂ (AzotDioksit)	
➤ PM ₁₀ (Partikül 10 µm)	
➤ PM _{2.5} (Partikül 2.5 µm)	
➤ SO ₂ (KükürtDioksit)	
➤ CO (KarbonMonoksit)	
➤ Benzen (Organik Karbon)	
➤ Hava Kalitesi İndeksi	
➤ Meteorolojik ürünler	

Türkiye'nin emisyon envanterinin Bakanlık tarafından hazırlanması sonrasında, bu envanter kullanılarak EURAD ile üretilen Hava Kalitesi Tahminlerinin kamuoyuyla paylaşılması planlanmaktadır.

HYSPLIT MODELİ

NOAA tarafından üretilen bu model ile hava kütlelerinin izlenmiş oldukları yollar ileri ve geri yönde izlenebilmektedir.

Bu modelde aynı zamanda hava kirliliği dağılımı da izlenebilmektedir. Türkiye'nin herhangi bir alanından olacak 48 saatlik kirlenici dağılımı, 6'şar saatlik periyotlar halinde tahmin edilebilmekte ve model sonuçları intranet ortamında yayınlanmaktadır.



ETA TOZ MODELİ

ABD Çevresel Tahminler Merkezi (NCEP) tarafından geliştirilen ETA Toz Modeli ile, ülkemizi etkileyebilecek toz kaynak alanlarının ve yollarının izlenmesi amaçlanmıştır.

Bu nedenle, bu alanda oluşacak yayılma, taşınma ve çökmenin izlenmesi için Kuzey Afrika ve Asya'nın büyük bir bölümü ile Avrupa'nın tamamını kapsayan geniş bir alan seçilmiştir.

ETA Toz Dağılım modeli, diğer bölgesel modellerde olduğu gibi, küresel bir modelden başlangıç ve sınır koşullarını almaktadır. Model 6'şar saatlik periyotlarla 72 saatlik tahmin yapmaktadır. Bu model ile yüzey toz konsantrasyonu (mg/m^3) ve yüzey toz yüklemesi (g/m^2) tahmin edilebilmektedir.

WMO Atmosfer Araştırmaları ve Çevre Programı (WMO-AREP) bünyesinde oluşturulan Kum ve Toz Fırtınası Uyarı Danışma ve Değerlendirme Sistemi (Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System, SDS-WAS) ile 40'tan fazla üye ülkenin gerçekçi Kum ve Toz Fırtınası Tahmini yapma kapasitelerinin geliştirileceği belirtilmektedir.

Bu sistem sayısal toz tahminleri ve ilgili gözlemlerle entegre edilerek uygulayıcılar ve kullanıcılar arasında etkili bir işbirliği yaratılacaktır. Böylece, SDS ürünleri ile toz fırtınalarının risklerinden en üst düzeyde korunulacaktır.

Kum ve toz gözlemleri, WMO Küresel Atmosfer Gözlem Ağı (GAW) koordinesinde bir çok kuruluş tarafından yapılmaktadır.

Bu kapsamda 2 adet bölgesel WMO SDS-WAS merkezi kurulmuştur. Bu merkezler; Kuzey Afrika, Ortadoğu ve Avrupa için İspanya'da, Asya ve Orta Pasifik için de Çin'de kurulmuştur.

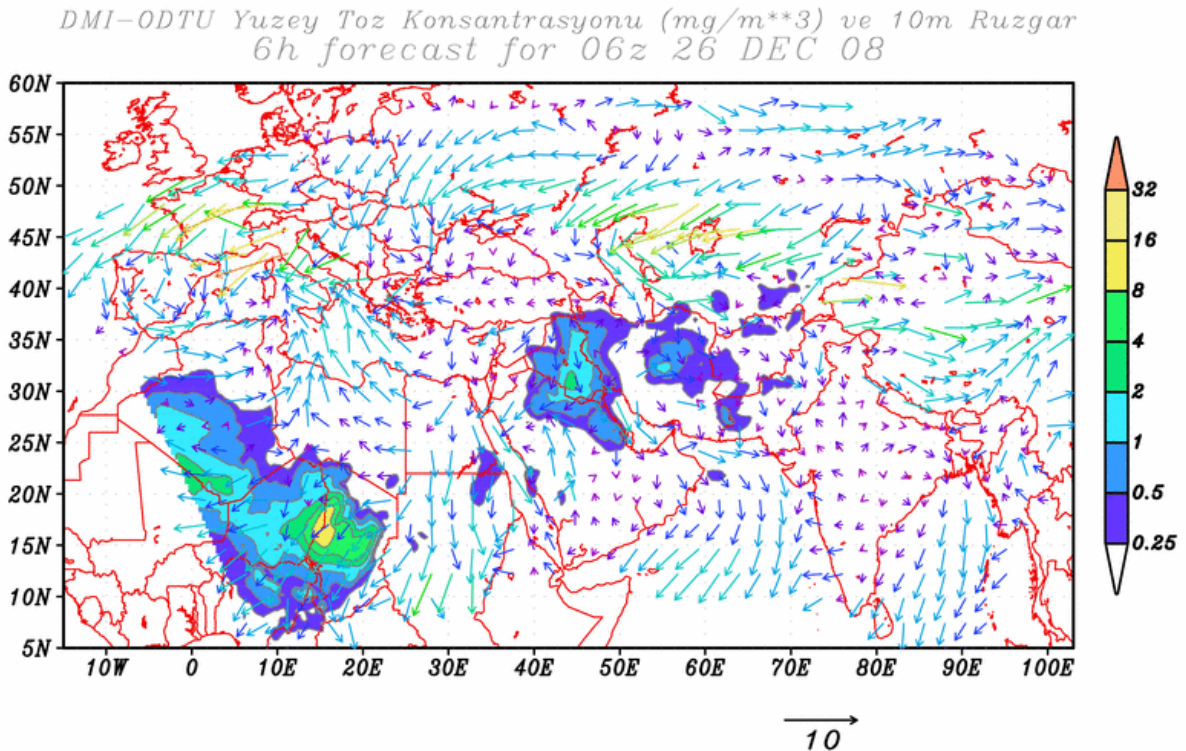
7-9 Kasım 2007 tarihlerinde Barselona'da gerçekleştirilen toplantıya ait raporda aşağıda verilen değerlendirme yapılmıştır.

Ülkemiz için, Genel Müdürlüğümüzce, Küresel Dolaşım Modelleri (GCMs), Mesoölçek Modelleri (Mesoscale Models), Hava Kalitesi Tahmin Modelleri (Air Quality Prediction Models), Mikro Ölçek Meteorolojik Modelleri (Micrometeorological Models), Hidrometeorolojik Modeller (Hydrometeorological Models), Mevsimsel Tahmin Modelleri (Seasonal Forecasting Models), **Kum ve Toz Fırtınası Tahmin Modelleri (Sand and Dust Storm Forecasting Models)**, Bölgesel İklim Modelleri (Regional Climate Models) kurup, operasyonel/araştırma amaçlı çalışması, uluslararası yapılan her türlü meteoroloji ile ilgili faaliyetlerde aktif olmasını arttıracaktır.

Barselona'da gerçekleştirilen bu toplantıda, WMO Atmosfer Araştırmaları ve Çevre Programı (WMO-AREP) Müdürü Leonard Barrie tarafından "WMO Kum ve Toz Fırtınası Uyarı Sistemi (SDSWS)" konusunda yapılan sunumda aşağıdaki noktalara değinilmiştir.

WMO Kum ve Toz Fırtınası Uyarı Sisteminin (SDSWS) amacı, SDS'nin etkilerini azaltmak için katılımcı ülkelerin tahmin ve uyarı sistemleri kurma ve geliştirme kapasitelerini artırmaktır. Bu amaçla, koordine bir küresel SDS tahmin merkezleri ağı oluşturulmaktadır ve bu ağ, çok sayıda kullanıcıya yararlı olacak SDS'nin etkilerini anlama ve azaltmaya yönelik ürünler sunmaktadır.

Kum ve Toz Fırtınasının etkileri; insan sağlığı, çevre, havacılık, ulaştırma, hava ve iklim, tarım ve deniz aktiviteleri başlıkları altında incelenmektedir.



HAZIRLANAN RAPOR, BİLDİRİ VE SUNUMLAR

- ✓ ILHAN A.I., BALTA T., OZ N., KENET F.E., DUNDAR C., "Asit Yağmurları ve Hava Kirliliği Değerlendirme Raporu", Mayıs 2006, Ankara.
- ✓ DUNDAR C., OZ N., "Kentsel Hava Kirliliği Riski için Enverziyon Tahmini, 2007-2008 Kış Dönemi Değerlendirme Raporu", Mart 2008, Ankara.
- ✓ DUNDAR C., OZ N., "Kentsel Hava Kirliliği Riski için Enverziyon Tahmini, 2006-2007 Kış Dönemi Değerlendirme Raporu", Nisan 2007, Ankara.
- ✓ ILHAN A.I., OZTURK F., COŞKUN K., BALTA T., OZ N., KENET F.E., RASAN G., DUNDAR C., TUNCEL G., "Karadeniz Yağmur Suyu Kompozisyonunu Etkileyen Kaynakların Faktör Analiz Tekniği ile Belirlenmesi", Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu, 22 - 25 Ekim 2008, Hatay.
- ✓ ILHAN A.I., OZTURK F., BALTA T., OZ N., KENET F.E., RASAN G., DUNDAR C., TUNCEL G., "Chemical Composition of Wet Deposition In Black Sea Atmosphere", Blacksea International Environmental Symposium, August 2008, Giresun.
- ✓ ILHAN A.I., OZTURK F., DUNDAR C., BALTA T., OZ N., KENET F.E., TUNCEL G., "Çözünmüş Metallerin Çamkoru (Ankara) Ormanlık Alanına Olan Çökelmelerinin İncelenmesi", Kocaeli Çevre Sorunları Sempozyumu, 14-17 Mayıs 2008, Kocaeli.
- ✓ ILHAN A.I., OZTURK F., BALTA T., OZ N., KENET F.E., RASAN G., DUNDAR C., TUNCEL G., "Amasra Kuru ve Yaş Çökme Değişkenlerinin İncelenmesi", Uluslararası Katılımlı IV. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 25-28 Mart 2008, İstanbul.
- ✓ ILHAN A.I., DUNDAR C., OZ N., KILINÇ H., "Hava Kirliliği ve Asit Yağmurlarının Çevre ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri", Endüstri & Otomasyon, sayı:89 Ağustos 2004, Ankara.
- ✓ DÜNDAR C., ÖZ N., "Bursa'da son yıllarda gözlenen hava kirliliğinin meteorolojik açıdan değerlendirilmesi", Çevre ve Mühendis, yıl:3, sayı:9, 1995, TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Ankara.
- ✓ ILHAN A.I., OZ N., KENET F., DUNDAR C., KILINÇ H., "Hava Kirliliği ve Asit Yağmurlarının İzlenmesi Semineri", 11 Mayıs 2004, ATG Konferans Salonu, Ankara.
- ✓ DÜNDAR C., ÖZ N., "Kentsel Hava Kirliliği Riski için Enverziyon ve Hava Kalitesi Tahmini Semineri", 9 Kasım 2006, ATG Konferans Salonu, Ankara.