



## Araştırma Makalesi

# Mineral Tozların Türkiye'ye Taşınımının ve Yerel Katkıların Değerlendirilmesi

Kahraman OĞUZ<sup>✉</sup>, Cihan DÜNDAR

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Atmosfer Modelleri Şube Müdürlüğü, Ankara

Sunuluş tarihi: 01 Kasım 2014, Kabul edilme tarihi: 15 Ocak 2014

### ÖZET

Bu çalışmada uydu ve yere dayalı gözlemlerin yanında, BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modelinin iki farklı versiyonu (v1.0 ve v2.0) ile çöl tozlarının Türkiye'ye taşınımı ve yerel toz katkıları incelenmiştir. Çalışmada, Türkiye koordinatları toz kaynakları olarak dahil edilerek ve hariç tutularak bazı test çalışmaları yapılmış ve modelin versiyonlarının etkinlikleri de analiz edilmiştir. Bu kapsamda, örnek olay olarak yoğun toz taşınımı olayının gözlemlendiği 18 Nisan 2012 tarihi belirlenmiştir. MODIS/Aqua uydusunun aerosol optik derinliği ürünü ve hava kalitesi izleme istasyonlarının PM10 verileri yoğun toz taşınımı olayını açıkça göstermektedir. BSC-DREAM8b modelinin tahmin çıktıları değerlendirilmiş ve gözlem verileri ile karşılaştırması yapılmıştır. Sonuç olarak, örnek olay süresinde Türkiye'de lokal toz kaynaklarının varlığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, lokal kaynaklı toz fırtınasının v1.0 tarafından diğer versiyona göre daha iyi yakalandığı gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre lokal kaynaklı toz fırtınalarının Türkiye hava kalitesi açısından düşünüldüğünden daha önemli etkilere sahip olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Toz taşınımı, toz modellemesi, aerosol optik derinliği, yerel toz kaynakları, PM<sub>10</sub>

© Tüm yayın hakları Hava Kirlenmesi Araştırmaları ve Denetimi Türk Millî Komitesi'ne aittir.

## 1. Giriş

Çöl tozlarının doğal sistemindeki yeri ve önemi son dönemlere kadar yeterince anlaşılabilmiş değildi. Uzun süre boyunca toz ve kum kütleleri hiçbir işe yaramayan boş alanlar olarak bilirse de, çeşitli çalışmalar, doğal sistemlerdeki önemini ve kaynak bölgelerinin yanında atmosferik taşınım yoluyla çevresindeki doğal sistemler üzerindeki etkilerini de ortaya koymuştur (Şengün vd., 2012).

Atmosferik taşınım ile çöl kökenli tozların uzun mesafelere taşındığı bilinmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, taşınan çöl kökenli toz miktarının ülkemiz için milyonlarca tonla ifade edilebilen rakamlara ulaştığını ortaya koymaktadır. Uzun dönemde yapılmış çalışmalar ortalama toz yükünün yıllık 20 milyon ton seviyesine ulaştığını göstermektedir. Taşınan tozun % 80'e varan kısmının Mart-Nisan ayları içerisinde ve her biri birkaç günlük periyotlar halinde çöl tozu kaynaklarından Anadolu'ya ulaşmaktadır (Saydam vd., 1995).

Dünyadaki çöller, çöl tozu kaynaklarının en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Özellikle subtropikal çöller en başta gelen çöl tozu kaynaklarıdır. Çöl tozlarının kaynaklarını oluşturan çöller, yerkürede özellikle karaların daha çok olduğu kuzey yarıkürede toplanmıştır. Sahra Çölü bilinen en büyük çöl tozu kaynağı olmakla beraber, Gobi,

Taklamakan, Meksika çölleri, Arabistan Yarımadası çölleri gibi diğer bazı büyük kaynaklar da kuzey yarıkürede etkili olmaktadır. Büyüklük açısından diğerlerine göre çok küçük olan İran'ın Zabol ve Afganistan'ın Farah bölgesi tozları dahi çevre bölgeleri üzerinde etkili olabilmektedir (Ezzati, 2009).

Çöllerden kalkan tozlar, atmosferin üst tabakalarına yükselerek uzun mesafeler kat etmektedir. Göreceli olarak daha büyük olan toz parçacıkları kaynak alanlarının yakınlarında çökerken, küçük olanlar binlerce kilometre yol almaktadır. Kum ve toz fırtınaları, Dünya ekosistemi için büyük önem taşımaktadır. Literatürde, özellikle demir içeriği açısından zengin olan çöl tozlarının ekosistem üzerinde etkileri olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, toz taşınımı maruz kalan insanların günlük yaşamını ve bununla birlikte hava ve deniz ulaşımını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle aerosol çeşitlerinden bir tanesi olan mineral tozların atmosferik etkilere bağlı olarak taşınımının analizi ve tahmini büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı 18 Nisan 2012 tarihinde Türkiye'de gerçekleşen yoğun toz taşınım olayı gözönüne alınarak, uydu, yere dayalı gözlemler ve BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli ile çöl tozlarının Türkiye'ye taşınımını incelemek ve analiz etmektir. Çalışmada, etkisi son dönemlerde gözle görünür şekilde artan ve gerek çöl tozu

kaynaklarından gerekse yerel kaynaklardan taşınım yoluyla ülkemizi etkileyen kum ve toz fırtınalarının etkileri örnek çalışma ile incelenmiş ve analiz edilmiştir. Bunun yanında, BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modelinin var olan iki versiyonunun Türkiye üzerindeki tutarlılığı, yapılan bazı test çalışmaları ile ortaya koyulmuştur.

## 2. Yöntem ve Veri

Çalışmada kullanılan BSC-DREAM8b toz taşınımı tahmin modeli, Nickovic vd. (2001) tarafından geliştirilen DREAM modelinin bir üst versiyonudur. Model, çöl bölgelerinden kaynaklanan tozların atmosferik yaşam döngüsünü tahmin etmektedir ve Eta/NCEP (Çevre Tahmini Ulusal Merkezi) modelinin bir bileşeni olarak geliştirilmiştir. Toz emisyonu hesabı için model, yüzey rüzgarları ve türbülans, kara kullanımı, bitki örtüsü, yüzey pürüzlülüğü, toprak tekstürü ve toprak nemi verilerini kullanmaktadır. BSC-DREAM8b modelinin 1. versiyonu (Pérez vd., 2006a,b) 0,1-10 µm tane büyüklüğü aralığında 8 sınıf (0,15; 0,25; 0,45; 0,78; 1,3; 2,2; 3,8 ve 7,1 µm) içermektedir. Modeldeki çöl tozu kaynaklarını etkileyen grid noktaları, 1-km çözünürlüklü Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmalar (USGS) grubuna ait kurak ve yarı kurak alanlar veri seti ve 4 km çözünürlüklü Gıda ve Tarım Örgütü (FAO)'ne ait küresel bitki örtüsü verileri kullanılarak tanımlanmıştır. BSC-DREAM8b modelinin 2. versiyonu (Basart vd., 2012), ilk versiyona ek olarak topoğrafik yaklaşıma bağlı olarak hesap edilen "tercihli" toz kaynaklarını içermektedir. Bu yaklaşım Afrika kökenli toz kaynaklarının toz yüklemdeki gerçekliği ve başarı oranını artırmaktadır (Basart vd., 2012). Bu versiyonda kuru ve yaş çökme şemaları toz taşınımını daha iyi temsil etmesi amacıyla güncellenmiştir (Yeni kuru çökme şeması Zhang (2001)'e dayanmaktadır).

Modelin bahsedilen her iki versiyonu farklı iki model gibi göz önüne alınmıştır. Model tahmin alanı (domain) olarak 8°-58°K enlemleri ve 10°-70°D boylamları tanımlanmıştır. Örnek çalışma 10-21 Nisan 2012 tarihlerini kapsayan 11 günlük aralığı içermektedir. Toz konsantrasyonu başlangıç durumu bir önceki model çalışmasının 24-saatlik tahmini ile tanımlanmıştır. Model ürettiği çıktıları 24 saatin sonunda tekrar göz önüne alarak ürün vermiştir. Bu yolla model bir önceki günün tahminlerini kullanmakta ve önceki günlerden gelen toz taşınımını da göz önüne almaktadır.

**Çizelge 1.** BSC-DREAM8b modelinin iki farklı versiyonunda kullanılan model versiyonu, toz kaynak alan sınırlaması, tercihli topoğrafik toz kaynak alanları

Kısa adı	Model versiyonu	Toz kaynak sınırlaması	Tercihli topoğrafik toz kaynak alanları
v1_35	Versiyon 1.0	8° < enlem < 35 °K	Yok
v1_42	Versiyon 1.0	8° < enlem < 42 °K	Yok
v2_35	Versiyon 2.0	8° < enlem < 35 °K	Var (Ginoux vd., 2001)
v2_42	Versiyon 2.0	8° < enlem < 42 °K	Var (Ginoux vd., 2001)

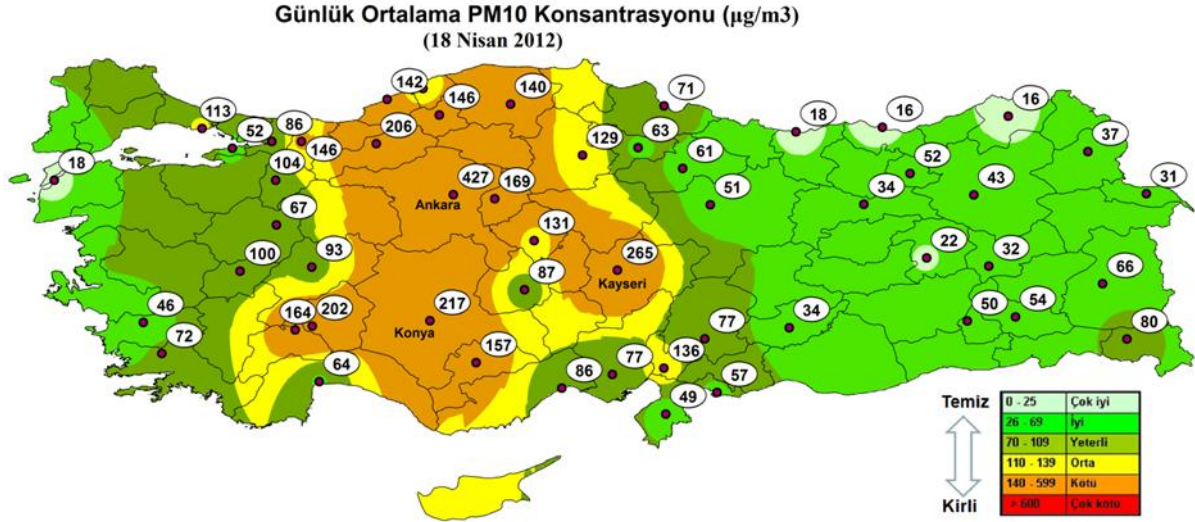
Sadece başlangıçta model konsantrasyonu sıfıra ayarlanmıştır, ki bu da "cold start" (soğuk başlama) olarak adlandırılmaktadır. Yani soğuk başlama örnek çalışmamız için 10 Nisan 2012'ye ayarlanmıştır. 00:00 UTC'de başlayan 6 saat aralıklı Çevre Tahmini Ulusal Merkezi Tahminleri (NCEP) 0.5° x 0.5° çözünürlükte başlangıç ve sınır koşulu olarak kullanılmıştır. Model yatay çözünürlüğü 1/3° ye, dikey çözünürlüğü ise 24 ETA-Seviyesi olarak adlandırılan ve yaklaşık olarak 15 km'ye denk gelen bir çözünürlüğe ayarlanmıştır.

Türkiye'deki toz kaynak alanlarının etkisini ayrıntılı olarak incelemek amacıyla, model çalışması farklı toz kaynak alanları belirlenerek değerlendirilmiştir (BSC-DREAM8b modelinin var olan her iki versiyonu ile). Burada bazı test çalışmaları yapılarak, Türkiye'deki toz kaynak alanları önce hariç tutulmuş, sonrasında ise dahil edilmiştir (Çizelge 1). Bu aşamada model, toz kaynak alanları olarak yukarıda bahsedilen FAO ve USGS'e ait verileri kullanmaktadır. Yapılan test çalışmasının amacı, modelin iki versiyonunun Türkiye üzerindeki davranışını görmek, lokal toz kaynaklarının Türkiye'ye katkılarını değerlendirmek ve Türkiye için uygun versiyonu belirlemektir.

## 3. Bulgular

Afrika'dan gelen hava kütlelerinin Akdeniz üzerinde etkin olduğu dönemler sonbahar ve ilkbahar dönemleridir, çünkü bu dönemlerde bu bölgeye taşınan toz salımları maksimum düzeydedir (Basart, 2012). Doğu Akdeniz Havzasında yaşanan kum ve toz fırtına sayılarının mevsimlik dağılımı üzerinde yapılan diğer bir çalışmada, ilkbahar mevsiminde yaşanan toz olaylarının sayısının diğer mevsimlere göre daha fazla olduğu görülmüştür (Dündar vd., 2013). Bu sebeple çalışmamızda da ilkbahar dönemi göz önüne alınmıştır ve toz taşınımının Türkiye'de açıkça gözlemlendiği 18 Nisan 2012 tarihine odaklanılmıştır.

18 Nisan 2012 tarihli toz taşınımı sebebiyle Türkiye içerisinde özellikle İç Anadolu Bölgesindeki bir çok hava kalitesi istasyonunda çok yüksek partikül madde (PM<sub>10</sub>) değerleri ölçülmüştür. Günlük ortalama PM<sub>10</sub> değerleri Ankara için 427 µg/m<sup>3</sup>, Konya için 217 µg/m<sup>3</sup>, Burdur için 164 µg/m<sup>3</sup> olmuştur (Şekil 1).



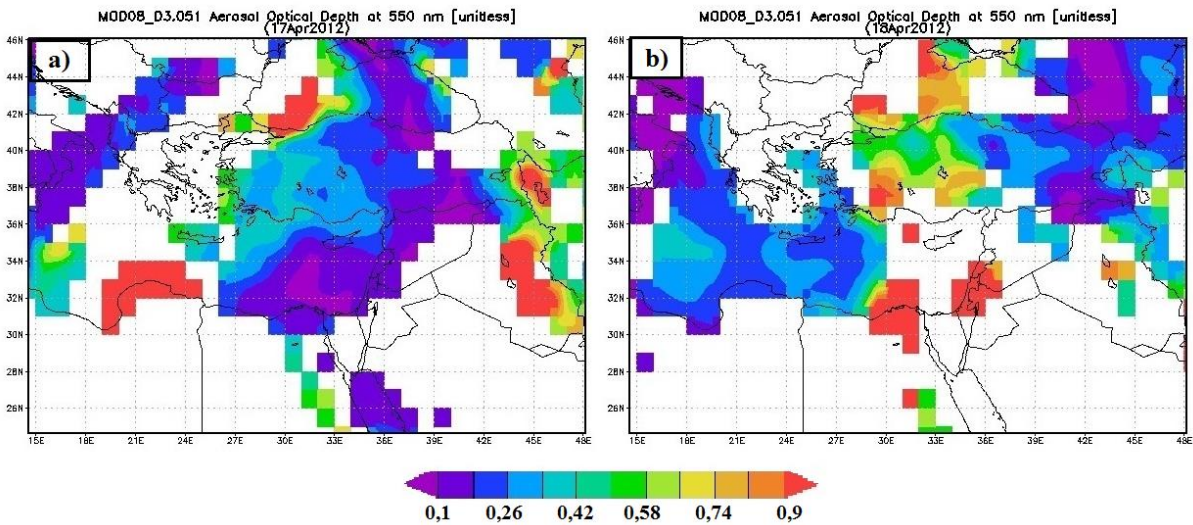
**Şekil 1.** 18 Nisan 2012 tarihinde şehirlerimizde ölçülen günlük ortalama PM<sub>10</sub> konsantrasyonu değerleri

Öte yandan, aerosollerin mekansal dağılımı hakkında önemli bilgiler veren uydu görüntüleri de toz taşınım olayının yoğunluğunu göstermektedir. MODIS/Aqua uydusu aerosol optik derinliği (AOD550) ürününün mekansal dağılımı 17-18 Nisan 2012 tarihleri için Şekil 2(a-b)'de gösterilmiştir. 17 Nisan 2012 tarihinde toz taşınımı ile ilişkili olarak Libya'nın kuzeybatısı, Karadeniz'in batısı ve Irak üzerinde yüksek AOD (>0.9) değerleri ölçülmüştür. 18 Nisan 2012 tarihinde ise toz taşınımının Mısır üzerinden Karadeniz'in kuzeyine kadar uzanan bir alanda etkisini gösterdiği ve bunun dolayısı ile bölgede çok yüksek AOD değerleri ölçüldüğü görülmektedir.

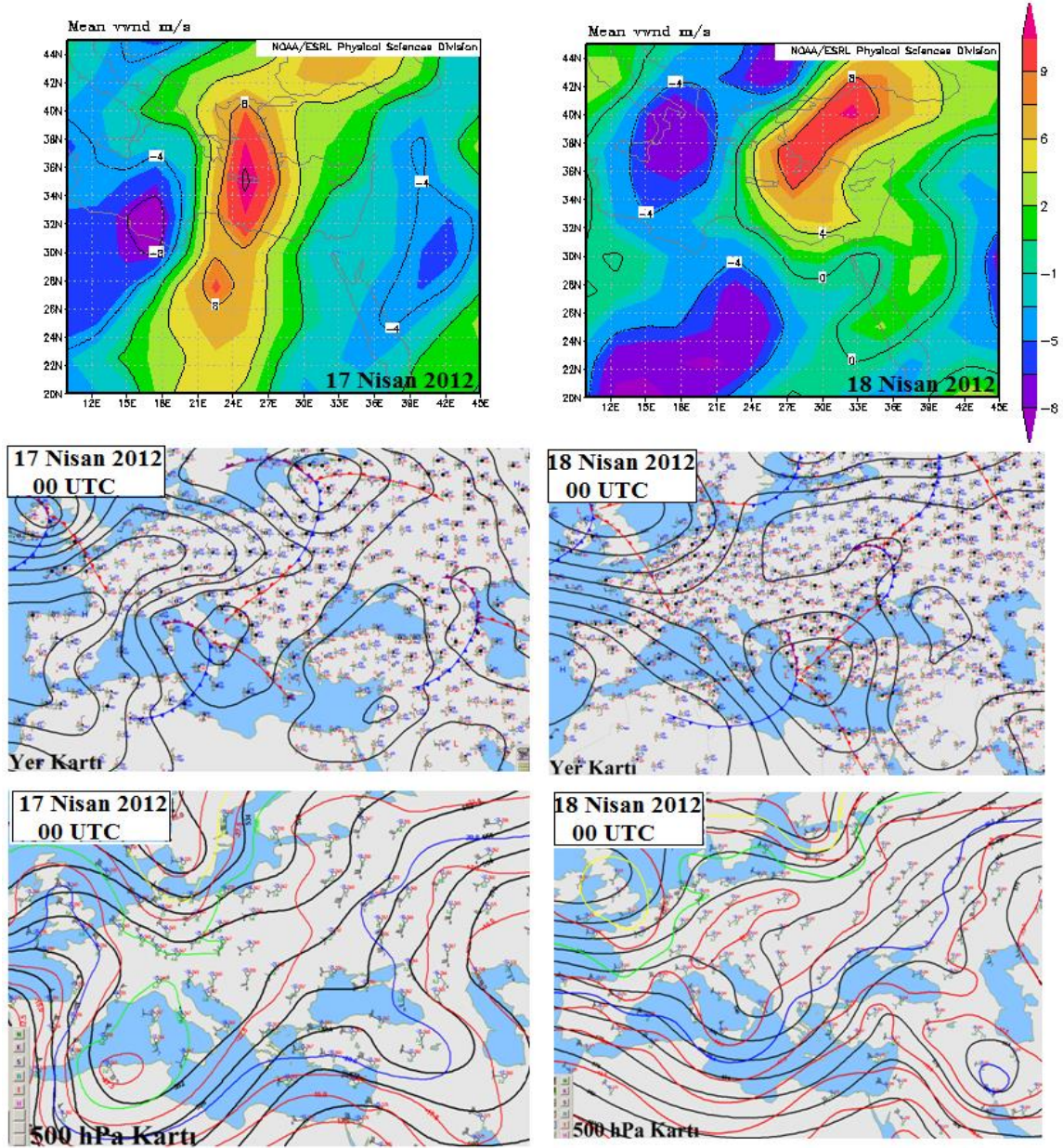
17 ve 18 Nisan 2012 tarihli sinoptik haritalar incelendiğinde, İtalya üzerinde bulunan alçak basınç merkezinin Yunanistan üzerinden Türkiye'ye doğru hareket ettiği görülmektedir. Türkiye'nin kuzeybatısına yerleşen bu alçak basınç merkezi kuzeybatılı rüzgarlar oluşturmuştur. Alçak basınç merkezinin bu hareketiyle birlikte, saat yönünün tersi istikametindeki (siklonik) dönüş dikkate

alındığında, Libya ve Mısır üzerinden kalkan toz parçacıklarının kuzeybatılı rüzgarlarla birlikte Doğu Akdeniz ve Kıbrıs üzerinden ülkemize taşınması için uygun koşullar oluşmuştur (Şekil 3). 18 Nisan 2012 tarihli uydu görüntüleri (Şekil 2) ve NOAA-Hysplit Geri Yörünge Analizi (Şekil 4) de bu durumu doğrulamaktadır.

Farklı seviyelerdeki hava kütlelerinin orjinlerini tespit etmek amacıyla Ulusal Deniz ve Atmosfer Yönetimi (NOAA) tarafından geliştirilen HYSPLIT modeli kullanılarak Ankara ili için 3 günlük geri yörünge incelenmiştir. Çalışma alanını etkileyen hava kütlelerinin daha iyi temsil edilmesi amacıyla toz taşınımı olayının yoğun olarak hissedildiği 18 Nisan 2012 tarihi 12UTC zamanı seçilmiştir. Ankara'ya ulaşan 10 ve 1500 m seviyelerindeki hava kütlelerinin Cezayir ve Libya kaynaklı olduğu, 3000m seviyesindeki hava kütlelerinin ise özellikle Mısır ve Libya kaynaklı olduğu görülmektedir. (Şekil 4).



**Şekil 2.** MODIS/Aqua uydusu aerosol optik derinliği ürünleri (a) 17 Nisan 2012, (b) 18 Nisan 2012

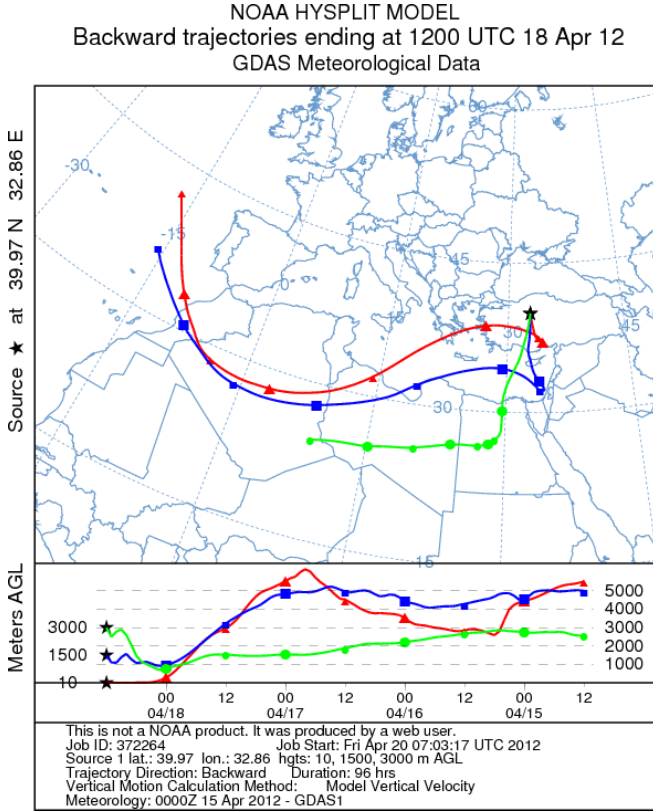


Şekil 3. 17-18 Nisan 2012 tarihi 00 UTC'deki yer seviyesi rüzgaları, yer kartı ve 500hPa haritası

Meteorolojik koşulların ve HYSPLIT modelinin analizinden sonra toz taşınımı olayı, tahmin modeli çıktıları ile gösterilmiştir (Şekil 5). 17 Nisan 2012 tarihinde Sahra çölünde (Libya üzerinde) yoğun bir toz salımı başlamıştır ve Kuzey Afrika'dan Akdeniz'i geçerek Türkiye'nin batısına doğru ilerlemiştir. Uydu gözlemleri ile uyuşma gösteren modelin toz optik derinliği (AOD) çıktılarına göre, toz taşınımı yüzeye çökmeden 17 Nisan 2012 tarihinde Karadeniz'e kadar ilerlemiştir. Modellenen toz AOD'si versiyon 1'de, gözlenen yüksek AOD (>0,9) değerini yakalayamasa bile toz taşınımının Karadeniz'e ulaşımını göstermektedir.

18 Nisan tarihinde toz bulutu doğu yönünde Türkiye'ye doğru ilerlemiştir. Modellenen AOD ürünü Kuzey Afrika üzerinde yüksek değerler vermektedir. En yüksek toz konsantrasyonu (AOD > 0,5) Kuzey Libya ve Mısır üzerinde görülmektedir. Modelin v2.0'si bu bölgelerde uydu görün-

tüleri ile daha iyi uyuşma sağlamaktadır. Türkiye'ye uzak toz kaynaklarından giren tozu gösteren v1\_35 ve v2\_35 ile modellenen AOD değerleri, Türkiye üzerinde yaklaşık olarak aynı değerleri (-0,15) vermektedir. Aynı şekilde, v2\_42 çıktıları da Türkiye içerisindeki yerel toz kaynaklarını içermesine rağmen yaklaşık değerlere sahiptir. Fakat Türkiye üzerinde v1\_42'de oldukça farklı değerler görülmektedir. Örneğin, v1\_42 İç Anadolu bölgesinde 0,4'den büyük AOD değerleri verirken, diğerleri 0,15 civarı değerler vermektedir. V1\_42 ve v1\_35 arasındaki bu büyük farklılıklar bize İç Anadolu Bölgesindeki yerel toz kaynaklarının katkılarını göstermektedir. Dahası, isteğe bağlı toz kaynakları bölgeleri içeren v2\_35 ve v2\_42 çıktıları Türkiye içerisinde fazla farklılıklar göstermemektedir (Şekil 5). Bu ise modelin 2. versiyonunun yerel bazlı toz fırtınalarının temsiliyetinin zayıf olduğunun bir göstergesidir.



**Şekil 4.** 18 Nisan 2012 tarihi 12 UTC'de sona eren Ankara merkezli geri yörünge analizi (Haritada, kırmızı çizgi 10 m, mavi çizgi 500 m ve yeşil çizgi 1500 m seviyesindeki hava kütlelerinin yörüngesini gösterir.)

Her iki versiyondaki yerel toz katkılarını görmek amacıyla modelin toz emisyonu çıktıları Şekil 6'da sunulmuştur. V1\_42'de görülen Türkiye içerisindeki maksimum toz emisyonu ( $\sim 6 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$ ), v2\_42'ye göre ( $\sim 2 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$ ) çok daha yüksek değer vermektedir. Bununla ilişkili olarak da, o bölgelerde yüksek toz optik derinliği ve yüzey konsantrasyonu değerleri görülmektedir. Türkiye içerisinde görülen farklı emisyon değerleri, her iki modeldeki farklılıkları göstermektedir. Modelin 1. versiyonunda görülen emisyon değerleri Türkiye'nin iç bölgelerinde yoğunlaşmış  $7 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$  değerine ulaşırken, 2. versiyonu güneybatı kesimlerine yoğunlaşmakta ve  $2 \mu\text{g}/\text{m}^2.\text{s}$ 'nin altında değer vermektedir (Şekil 6).

Bunun yanında, Ankara ve Konya illerine ait model yüzey konsantrasyonu (SCONC) tahmin çıktıları ve o şehirlerde ölçülen  $\text{PM}_{10}$  değerleri Şekil 7'de sunulmuştur. Burada şehirlere ait SCONC tahmin verileri enterpole edilerek, ölçüm yapılan istasyonun tam koordinatlarında veriler elde edilmiştir. V2\_42 tahmin değerinin v1\_42 tahmin değerine göre çok daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. V1\_42, 18 Nisan 2012 tarihinde ölçülen maksimum konsantrasyon değerlerini diğer tahminlere göre daha iyi yakalamaktadır. Buna karşın, modelin tüm çıktılarının diğer günlerde görülen (örneğin 16 ve 17 Nisan) görülen küçük pikleri yakalamakta o kadar başarılı olmadığı görülmektedir.

Ayrıca, diğer bir önemli olay ise, İç Anadolu bölgesinde v1\_42 tahmin değerlerinin v1\_35'e göre ve v2\_42 tahmin değerlerinin ise v2\_35'e göre daha yüksek yüzey konsantrasyonu değerleri vermesidir. Bu ise,  $35^\circ\text{K}$  ve  $42^\circ\text{K}$  enlemleri arasında (Türkiye içerisinde) toz kaynaklarından gelen toz katkısının varlığının bir kanıtıdır.

#### 4. Değerlendirmeler

Toz taşınımı olayı mekansal ve zamansal olarak değişkenlik göstermektedir. Atmosferin karmaşık yapısı tozun model lenmesini zorlaştırmaktadır. Buna rağmen dünya çapında çeşitli modeller geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Tahmin modellerinin çalıştırılması ve ileriye yönelik tahmin haritaların alınması, tozun modellenmesi ve ilerleyişi hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır. Çalışmamızda bu haritaların üretilmesi ve toz taşınımının örnek bir çalışma ile ele alınması amacıyla BSC-DREAM8b modelinin var olan iki versiyonu çalıştırılmış ve sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır. Türkiye'deki toz kaynaklarını da çöl tozları ile beraber incelemek amacıyla, toz kaynak alanları bazı enlemlerle sınırlandırılarak test çalışmaları yapılmıştır. Elde edilen tahmin çıktılarının uydu gözlemleri ve hava kalite istasyonları ölçümleri ile karşılaştırması yapılmıştır. Taşınan çöl tozları, aynı zamanda Türkiye içerisindeki yerel toz kaynaklarının katkıları da göz önüne alınarak detaylı bir şekilde incelenmiştir.

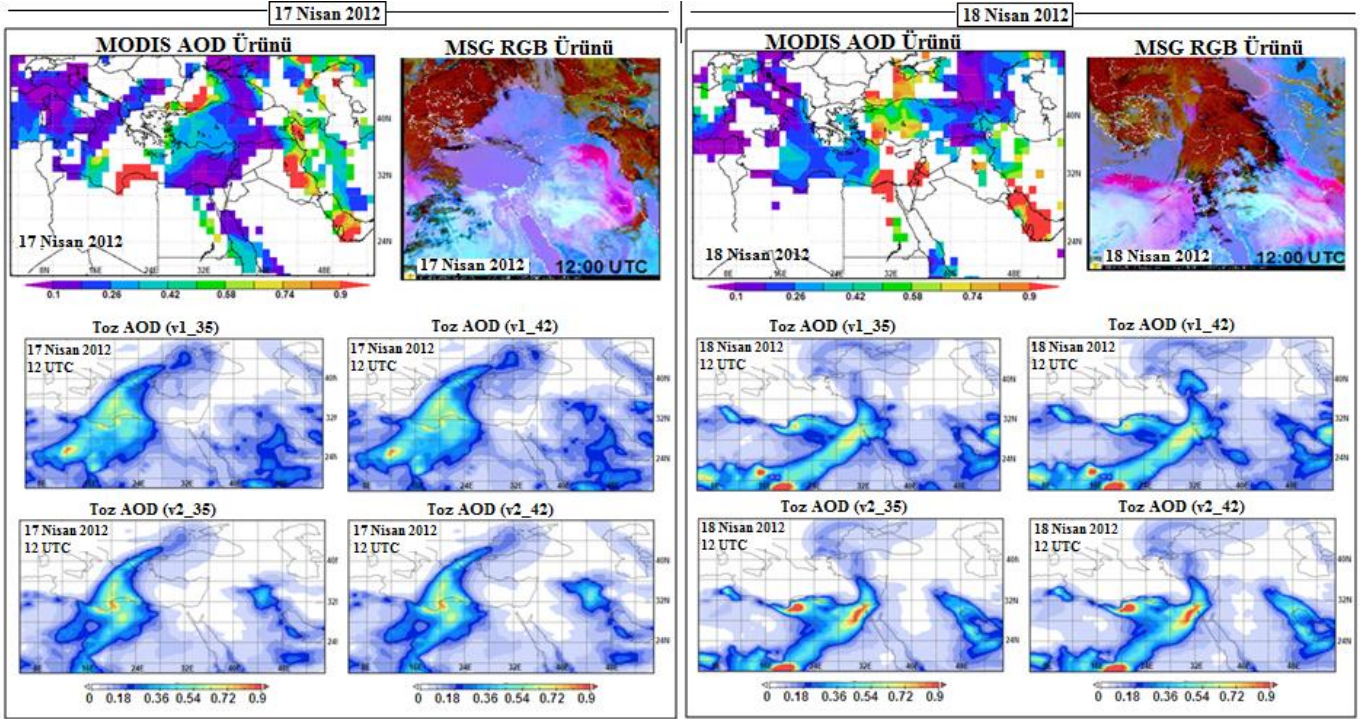
Modelin versiyon 1'i ile elde edilen tahminler gözlenen  $\text{PM}_{10}$  değerlerini İç Anadolu bölgesinde bazen aşmaktadır. Fakat buna rağmen toz konsantrasyonundaki gözlemlenen dramatik artış ve azalışı iyi yakalamaktadır.

Zhang (2001)'a dayanan yeni kuru ve yaş çökeltme şemasının yanında, modelin versiyon 2'si tercihli topoğrafik toz bölgelerini de içermektedir. Modelin bu versiyonu (v2.0) özellikle Kuzey Afrika'dan kalkan tozlar için iyi sonuçlar vermektedir, fakat içerdiği tercihli toz bölgeleri nedeniyle Türkiye'de özellikle İç Anadolu bölgesinde toz emisyonunu kısıtlamaktadır. Bu nedenle, versiyon 2'den elde edilen çıktı değerleri ölçüm değerlerinin fazlasıyla altında kalmaktadır ve ölçüm değerlerini yakalayamamaktadır.

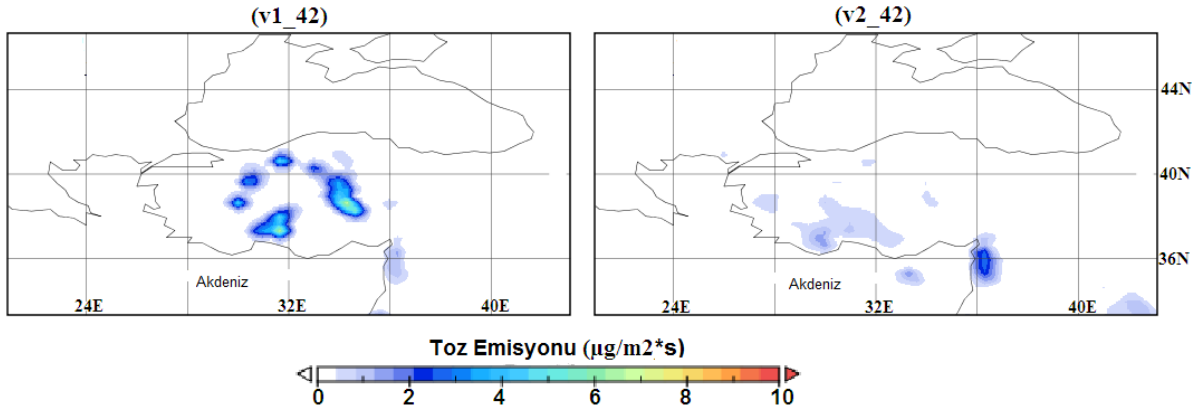
Elde edilen ve aynı zamanda model çalışması ile desteklenen sonuçlar bize yerel toz kaynaklarının Türkiye'de önemli etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle modeldeki tercihli topoğrafik toz bölgeleri üzerinde çalışılması gerekmektedir. Yüksek çözünürlüklü çalışmalar yerel karakterli tozların yakalanabilmesi amacı ile gereklidir.

#### Teşekkür

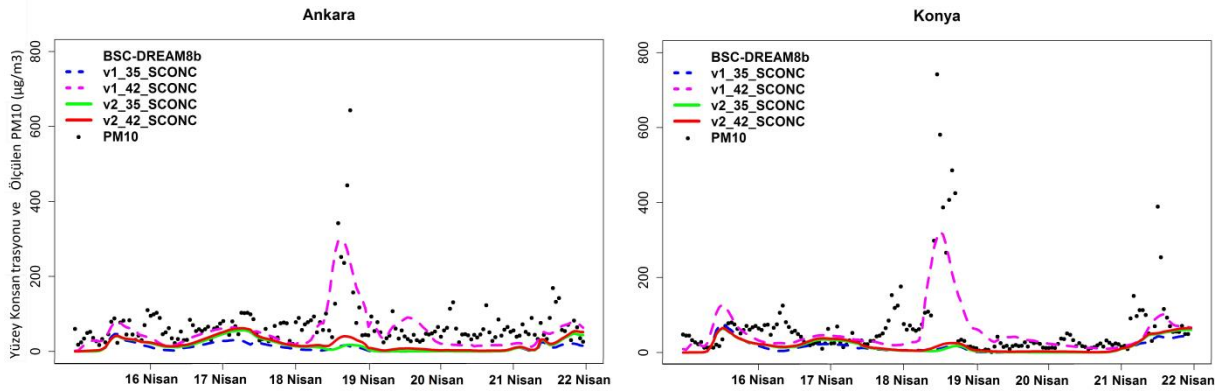
Çalışmanın gerçekleşmesinde destek olan Barselona Süperbilgisayar Merkezi (BSC-CNS) ve WMO SDS-WAS programına teşekkür ederim.



Şekil 5. 17-18 Nisan 2012 tarihlerine ait MODIS AOD, MSG RGB ürünü ve BSC-DREAM8b modelinin iki versiyonunun çıktıları



Şekil 6. 18 Nisan 2012 tarihi 12 UTC'de modelin v1.0 ve v2.0 toz emisyonu çıktıları



Şekil 7. Ankara ve Konya illeri için 15-22 Nisan 2012 arası model yüzey konsantrasyonu çıktısı ve ölçülen PM<sub>10</sub> değerleri

## Kaynaklar

- Basart, S., Perez C., Nickovic S., Cuevas E. Baldasano J. M., 2012. Development and evaluation of the BSC-DREAM8b dust regional model over Northern Africa, the Mediterranean and the Middle East. *Tellus B*, 64, 18539.
- Dündar C, Oğuz K, Güllü G., 2013. Doğu Akdeniz Havzasında Kum ve Toz Fırtınalarının (SDS) İncelenmesi. *10.Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi*, 12-14 Eylül 2013, Ankara, 343-348.
- Ezzati, R., 2009. *Atmosferik Taşıma Giren Değişik Kaynaklı Toprakların Bitki Gelişimlerine Etkilerinin Araştırılması*, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Ginoux, P., Chin, M., Tegen, I., Prospero, J. M., Holben, B., Dubovik, O., Lin, S.-J., 2001. Sources and distributions of dust aerosols simulated with the GOCART model. *Journal of Geophysical Research* 106, 20255-20274.
- Nickovic, S., Kallos, G., Papadopoulos, A., Kakaliagou, O., 2001. A model for prediction of desert dust cycle in the Atmosphere. *Journal of Geophysical Research* 106, 18113-18130.
- Pérez, C., Nickovic, S., Pejanovic, G., Baldasano, J. M., and Ozsoy, E., 2006a. Interactive dust-radiation modeling: A step to improve weather forecasts. *Journal of Geophysical Research* 111, D16206.
- Pérez, C., Nickovic, S., Baldasano, J. M., Sicard, M., Rocadenbosch, F., and Cachorro, V. E., 2006b. A long Saharan dust event over the western Mediterranean: Lidar, Sun photometer observations, and regional dust modeling. *Journal of Geophysical Research* 111, D15214.
- Saydam, A.C., Yemenicioğlu, S., Kubilay, N., Şenhan, M., Sayın, A., 1995. *Ulusal Deniz Ölçme ve Araştırma Programı Atmosferik Kirleticilerin Taşınımı*. Tübitak Proje Kod No: Debag-72g Yılı Nihai Raporu, Mersin.
- Şengün, M.T, Kıranşan, K., 2012. Türkiye'yi etkileyen çöl tozları. *Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu*, 11-13 Ekim 2012, Afyon, 367-379.
- Zhang, L., Gong, S., Padro, J., Barrie, L., 2001. A size-segregated particle dry deposition scheme for an atmospheric aerosol module. *Atmospheric Environment* 35, 549-560.



## Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi

www.hkad.org



### Research Article

## Analysis of Mineral Dust Transport through Turkey and Local Contributions

Kahraman OĞUZ<sup>✉</sup>, Cihan DÜNDAR

Turkish State Meteorological Service, Department of Research, Atmospheric Models Section, Ankara, Turkey

Received: November 01, 2014; Accepted: January 15, 2015

### ABSTRACT

In this paper, desert dust transport through Turkey and local contributions were mainly studied by two different versions (v1.0 and v2.0) of BSC-DREAM8b dust forecast model as well as satellite and ground based observations. In the study, some test experiments were done excluding and including Turkey's coordinate as dust source and efficiency of the model versions were analysed. In this context, date of 18 April 2012 when an intense dust outbreak occurred was defined as case study. Aerosol optical depth product of MODIS/Aqua satellite and PM10 data of air quality stations clearly demonstrated this dust event. Simulations of BSC-DREAM8b model were analysed and compared with observation data. As a result, local dust sources in Turkey were detected in the study period. On the other hand, dust storm emitted by local sources were better caught by v1.0. The results obtained show that the local dust storms are considered to an important contribution in the air quality levels in Turkey as confirmed by the model simulations.

**Keywords:** Dust transport, dust modelling, aerosol optical depth, local dust sources, PM<sub>10</sub>

© Turkish National Committee of Air Pollution Research and Control.