



## WMO, kum ve toz fırtınalarının yoğunlaştığı bölgeleri, etkilerini ve bu alandaki araştırmaları öne çıkarıyor

Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), "WMO, kum ve toz fırtınalarının yoğunlaştığı bölgeleri, etkilerini ve bu alandaki araştırmaları öne çıkarıyor" başlıklı bir basın açıklaması yayımladı.

Söz konusu basın açıklamasında özetle;

- 2025 yılında küresel ortalama yüzey toz konsantrasyonlarının 2024 yılına benzer seviyelerde gerçekleştiği, ancak Çin ile ABD–Meksika sınırı başta olmak üzere bazı bölgelerde rekor düzeyde kum ve toz fırtınalarının görüldüğü,
- Kuzey Afrika ve Orta Doğu'nun yoğun toz taşınımından önemli ölçüde etkilendiği, Çin'de son on yılın en şiddetli kum ve toz fırtınasının yaşandığı, ABD–Meksika sınırında ise 1935 yılındaki "Dust Bowl" felaketinden bu yana en yüksek düzeyde toz faaliyeti kaydedildiği,
- Kum ve toz fırtınalarının hava kalitesi, insan sağlığı, tarımsal üretim, ulaşım, su ve enerji sistemleri ile ekosistemler üzerinde ciddi olumsuz etkiler oluşturduğu, bu nedenle uluslararası iş birliği ile tahmin ve erken uyarı kapasitesinin güçlendirilmesinin önem taşıdığı,
- Yapay zekâ, uydu teknolojileri ve makine öğrenmesi alanındaki gelişmelerin, kum ve toz fırtınalarının izlenmesi, tahmini ve erken uyarı hizmetlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayabileceği, ancak bu alanda daha fazla araştırma ve geliştirme çalışmasına ihtiyaç bulunduğu,
- WMO'nun Kum ve Toz Fırtınaları Uyarı, Danışma ve Değerlendirme Sistemi kapsamında küresel koordinasyonu güçlendirmeye yönelik çalışmalarını sürdürdüğü, Birleşmiş Milletler tarafından ise 12 Temmuz'un "Uluslararası Kum ve Toz Fırtınalarıyla Mücadele Günü", 2025–2034 döneminin ise "Kum ve Toz Fırtınalarıyla Mücadele On Yılı" ilan edildiği bildirilmektedir.



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Fotoğraf: 6 Mart 2025 tarihinde ABD'deki Teksas Üniversitesi El Paso Kampüsü. Katalina Salas.

Çin ve ABD–Meksika sınırı başta olmak üzere dünyanın bazı bölgelerinde, 2025 yılında insan sağlığı ve çevreyi olumsuz etkileyen, ekonomik faaliyetleri ve ulaşımı aksatan rekor düzeyde kum ve toz fırtınaları yaşanmıştır. Bununla birlikte, Dünya Meteoroloji Örgütü'nün (WMO) yeni raporuna göre, ortalama toz konsantrasyonları 2024 yılına benzer seviyelerde seyretmiştir.

WMO Havadaki Toz Bülteni, politika yapıcıları bilgilendirmek ve toplumun güvenliği ile refahını artırmak amacıyla bilimsel değerlendirmeler sunmaktadır. Bülten, kum ve toz fırtınalarının yoğun görüldüğü bölgeleri incelemekte; araştırmalar, tahmin ve erken uyarı alanındaki gelişmeleri değerlendirmektedir. Yıllık olarak yayımlanan serinin onuncu olan 2026 Bülteni ise, toz kaynakları ile kum ve toz fırtınalarının izlenmesi ve erken uyarılarının geliştirilmesinde yapay zekâ ve uydu teknolojilerinin potansiyelini ele almaktadır.

Her yıl yaklaşık 2 milyar ton toz, atmosfere karışmakta ve yüzlerce, hatta binlerce kilometre taşınarak kıtaları ve okyanusları aşabilmektedir. Küresel ölçekte başlıca toz kaynakları; özellikle Afrika'daki Sahra Çölü, Asya'daki Gobi Çölü ve Orta Doğu'daki Arap Çölü olmak üzere kurak ve yarı kurak bölgelerde yoğunlaşmaktadır.

Bu sürecin önemli bir bölümü doğal olmakla birlikte, yetersiz su ve arazi yönetimi, kuraklık ve çevresel bozulma kum ve toz fırtınalarının oluşumunda giderek daha fazla etkili olmaktadır. Kum ve toz fırtınaları, dünya genelinde 150'den fazla ülkeyi etkileyen önemli bir tehlike oluşturmaktadır.



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

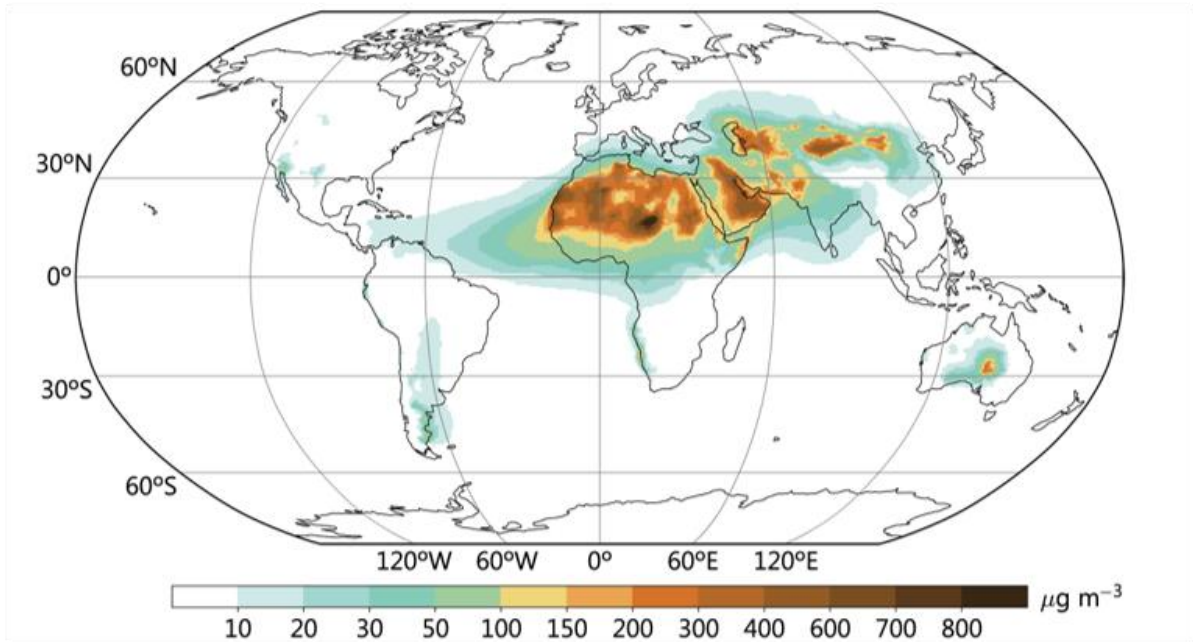


WMO Genel Sekreteri Celeste Saulo, "Kum ve toz fırtınaları hava kalitesini ve insan sağlığını etkilemektedir. Tarımsal verimliliği azaltmakta, ulaşım ve havacılık faaliyetlerini aksatmakta, su ve enerji sistemleri üzerinde baskı oluşturmakta ve ekosistemlere zarar vermektedir. Hiçbir ülke bu etkilerden muaf değildir." demiştir.

WMO Genel Sekreteri Celeste Saulo, 12 Temmuz Uluslararası Kum ve Toz Fırtınaları Mücadele Günü öncesinde, 10 Temmuz'da Birleşmiş Milletler New York Genel Merkezi'nde düzenlenen etkinlikte paylaştığı mesajda "Kum ve toz fırtınaları ile kuraklık sınır tanımadığı için uluslararası iş birliği büyük önem taşımaktadır. Ortak gözlemlerin, veri paylaşımının ve bölgesel tahmin kapasitesinin güçlendirilmesi, başta en kırılgan ülkeler olmak üzere tüm ülkelerin bilimsel ve erken uyarı alanındaki gelişmelerden yararlanmasını sağlamaktadır" demiştir.

WMO; Kum ve Toz Fırtınaları Uyarı, Danışma ve Değerlendirme Sistemi girişimi aracılığıyla gözlemlerin iyileştirilmesi, toz tahminlerinin geliştirilmesi ve operasyonel erken uyarı hizmetlerinin sunulması amacıyla ülkeleri ve bilim merkezlerini bir araya getirmektedir. Özellikle bölgesel iş birliği sayesinde önemli ilerlemeler kaydedilmiş olmakla birlikte daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

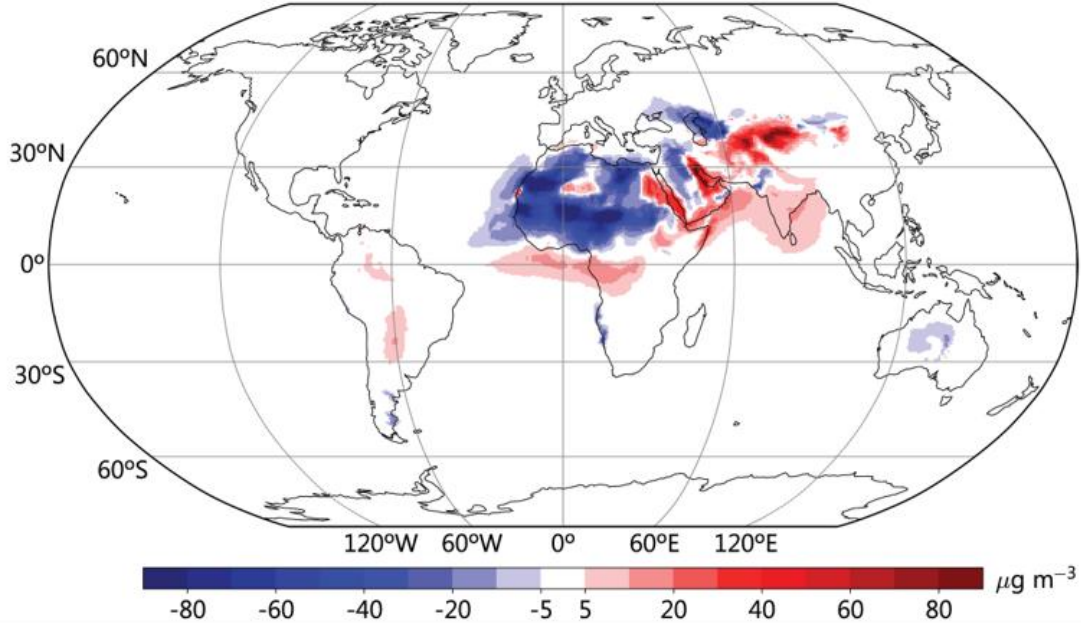
### 2025 yılındaki başlıca olaylar



2025 yılı yıllık ortalama mineral tozu yüzey konsantrasyonu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



2025 yılı yıllık ortalama yüzey toz konsantrasyonunun, 1981–2010 dönemi ortalamasına göre anomalisi ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Havadaki Toz Bülteni'ne göre, 2025 yılı yıllık ortalama yüzey toz konsantrasyonlarının küresel ortalaması, 2024 yılıyla benzer seviyelerde gerçekleşmiş, ancak bölgesel ölçekte önemli farklılıklar görülmüştür.

Dünya genelinde en yüksek yıllık ortalama toz konsantrasyonları, dünyanın en aktif toz kaynaklarından biri olan Çad'daki Bodélé Çöküntüsü çevresinde yoğunlaşmaya devam etmiştir.

Kuzey Afrika ve Orta Doğu, hava kalitesini olumsuz etkileyen ve görüş mesafesini azaltan bir dizi büyük toz taşınımından etkilenmiştir.

Nisan 2025'te, Moğolistan'dan Çin'e taşınan toz, yüksek şiddeti, geniş etki alanı ve uzun süresi bakımından Çin'de son on yılda görülen en şiddetli kum ve toz fırtınasına neden olmuştur.

Çin'in kuzey kesimlerinde solunabilir partikül madde ( $\text{PM}_{10}$ ) saatlik konsantrasyonları  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 'ün (metreküp hava başına mikrogram) üzerine çıkarken bazı bölgelerde  $3.000\text{--}4.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  seviyelerine ulaşarak Dünya Sağlık Örgütü'nün önerdiği sınırların kat kat üzerine çıkmıştır.

Meksika ile ABD arasındaki çöl sınır bölgesinde, olağanüstü sıklıkta, şiddette ve sürede toz fırtınaları meydana gelmiştir. Teksas eyaletindeki El Paso kentinde, 2025 yılında tozlu hava koşullarının görüldüğü gün sayısı 50 güne ulaşmıştır ve bu sayı yıllık ortalamasının iki katından fazla olmuştur. Kaydedilen kum ve toz fırtınası sayısı, ABD'de uzun yıllar etkili olan "Dust Bowl" felaketinin yaşandığı 1935 yılından bu yana kaydedilen en yüksek seviyeye ulaşmıştır.



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Fırtınanın en yoğun olduğu 18 Mart'ta, kum ve toz fırtınası koşulları 6 saatten fazla aralıksız devam etmiş; günlük ortalama PM<sub>10</sub> konsantrasyonu 2.064 µg/m<sup>3</sup>, saatlik PM<sub>10</sub> konsantrasyonu ise 8.142 µg/m<sup>3</sup> olarak ölçülmüş olup, bu değer yaklaşık 27 yıl önce saatlik PM ölçümlerinin başlamasından bu yana Teksas'ta kaydedilen en yüksek değer olmuştur. Fırtına nedeniyle okullar, kara yolları ve havalimanları geçici olarak kapatılmış, kamuya açık etkinlikler iptal edilmiş ve otoyollarda çok sayıda ölümlü trafik kazası meydana gelmiştir.

### Tahmin ve izleme alanındaki gelişmeler

Toz aerosollerinin doğru şekilde tahmin edilmesi, toz yaşam döngüleri ile atmosferik dinamikler arasındaki karmaşık etkileşimler ve fizik tabanlı geleneksel modellerin yüksek hesaplama maliyetleri nedeniyle önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir.

Yapay zekâ alanındaki son gelişmeler, hava tahmininde köklü yeni yaklaşımları beraberinde getirmiştir. Onlarca yıllık uydu tabanlı yer gözlemleri gibi kapsamlı ve geniş veri setlerinden yararlanan yapay zekâ modelleri, karmaşık atmosferik olayları yüksek doğrulukla tahmin edebilmektedir.

Makine öğrenmesi ve yapay zekâ modellerinin eğitim aşaması kendi içinde yoğun hesaplama gerektirebilse de bu sistemler eğitildikten sonra geleneksel sayısal tahmin modellerine kıyasla önemli ölçüde daha az hesaplama kaynağına ihtiyaç duymakta, böylece rutin tahminlerin maliyetini ve süresini önemli ölçüde azaltmaktadır.

Gelişmekte olan yaklaşımlardan biri, toz tahmin modellerinde doğrudan yapay zekâ tarafından üretilen hava tahminlerini kullanmaktadır. Bir diğer önemli gelişme ise yeniden analiz verileri veya uydu ürünleri gibi uzun dönemli atmosferik veri kayıtlarıyla eğitilmiş büyük yapay zekâ sistemlerinin kullanılmasıdır. Genel olarak mevcut sonuçlar, tüm koşullarda en iyi performans gösteren tek bir yaklaşımın bulunmadığını ortaya koymaktadır. Bazı yapay zekâ sistemleri kısa süreli ve hızla gelişen yerel toz fırtınalarının tahmininde daha başarılı olurken, bazıları ise birkaç gün boyunca gelişen ve taşınan geniş ölçekli toz olaylarında daha tutarlı sonuçlar vermektedir.

Uydu uzaktan algılama alanındaki son gelişmeler, yer gözlemleri ve yenilikçi makine öğrenmesi teknikleriyle birleştirildiğinde, küresel ölçekte aktif toz kaynaklarının belirlenmesini ve haritalandırılmasını önemli ölçüde geliştirmiştir. Bu izleme faaliyetleri, müdahaleye en fazla ihtiyaç duyulan alanların belirlenmesine katkı sağlaması bakımından önem taşımaktadır.

### WMO faaliyetleri

WMO'nun Kum ve Toz Fırtınaları Uyarı, Danışma ve Değerlendirme Sistemi, 2007 yılında kurulmuştur. Sistem, kum ve toz fırtınalarının çevre, insan sağlığı ve ekonomi üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla, dünyanın farklı bölgelerinde yürütülen operasyonel tahmin ve erken uyarı hizmetlerinin küresel düzeyde koordinasyonunu güçlendirmeyi amaçlamaktadır.



T.C.  
ÇEVRE, ŞEHİRCİLİK VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ BAKANLIĞI  
METEOROLOJİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



Hâlihazırda faaliyetlerini ilgili bölgesel merkezler aracılığıyla koordine eden dört aktif bölge bulunmaktadır:

- Bölgesel Merkezi Cidde'de (Suudi Arabistan) bulunan Körfez İşbirliği Konseyi Bölgesi
- Bölgesel Merkezi Barselona'da (İspanya) bulunan Kuzey Afrika–Orta Doğu–Avrupa Bölgesi
- Bölgesel Merkezi Pekin'de (Çin) bulunan Asya Bölgesi
- Bölgesel Merkezi Bridgetown'da (Barbados) bulunan Amerikalar Bölgesi

Birleşmiş Milletler Kum ve Toz Fırtınalarıyla Mücadele Koalisyonu, bu olayların yol açtığı tehlikeler ile neden olduğu aksaklıklarla mücadele amacıyla küresel iş birliğini güçlendirmeyi hedeflemektedir. WMO da bu girişimde aktif rol üstlenmekte, özellikle tahmin ve erken uyarı hizmetlerine ilişkin çalışmalara liderlik etmektedir.

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 12 Temmuz'u "Uluslararası Kum ve Toz Fırtınalarıyla Mücadele Günü" ilan etmiş ve 2025–2034 dönemini "Kum ve Toz Fırtınalarıyla Mücadele On Yılı" olarak kabul etmiştir. Bu yılın teması "*Kaynaktan Etkiye: Kum ve Toz Fırtınalarına Karşı Toprağın ve Yaşamın Korunması*" olarak belirlenmiştir.