



Hakemli Makale
Reviwed Article

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Çöl Tozlarının Hava Kalitesi Üzerine Etkisi

Effects of Desert Dust on Air Quality in the Reigon of Southeastern Anatolia

M. Taner ŞENGÜN^a, Kemal KIRANŞAN^b

ÖZ

Rüzgârlar, 50µm'den daha küçük boyuttaki katı partiküllerin yeryüzünden havalanmasına ve atmosfer içerisinde çok uzak mesafelere taşınmasına neden olurlar. Çöl bölgelerinde rüzgar sistemlerine bağlı olarak çöl tozları atmosferde çok uzun mesafeler boyunca taşınmaktadır. Bu taşınım sonucunda çöl tozları, tane büyüklüğüne göre havada bir süre asılı kalmakta ve daha sonra yeryüzüne kendiliğinden inmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde son yıllarda çöl tozlarının etkisi büyük oranda artmıştır. Bu durumun nedenlerini ortaya koymak için Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı İl Çevre Müdürlüklerinin PM ölçümü yapan istasyonların ölçüm değerleri, Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanan meteorolojik veriler, çöl tozu konsantrasyon haritaları, çöl tozu konsantrasyon haritalarından elde edilen veriler ile arazi çalışmaları ve gözlemleri sonucunda arazide çekilen fotoğraflar kullanılmıştır. Çöl tozları özellikle hava kalitesini ve görüş mesafesini olumsuz etkilemektedir. Kış mevsiminde fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan partikül madde kirliliğine ilaveten çöl tozları da etkili olduğunda PM (Partikül Madde) konsantrasyonu artmakta ve yüksek oranda hava kirliliği oluşmaktadır. Aşırı hava kirliliği insanlarda ciddi sağlık sorunlarına, bitkilerde ise verimin ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çöl tozlarının zamansal ve mekansal dağılışında etkili olan faktörler ve çöl tozlarının hava kalitesine etkileri araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çöl Tozu, Toz Taşınımı, Partikül Madde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Hava Kalitesi.

^aFırat Üniversitesi, İnsani ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Elazığ.

^bBingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bingöl.

Geliş/Received: 30.12.2011

Kabul/Accepted: 18.02.2013

ABSTRACT

Winds causes particules to scatter from the earth surface into the air when those are smaller than 50µm and to transfer them very remote distances throughout atmosphere. Depending on wind systems in desert regions, desert dust moving into distant areas by the atmosphere. As a result of this move out process, desert dust hangs in air for a while according to their dimensions, then they lands on surface by themselves. In the region of Southeastern Anatolia, the effect of desert dust, has been largely increased. To put forth reasons of this fact, some photos which been taken on area after observations and some datas which obtained by land surveys, desert dust concentration maps and datas which has been derived from them, and some measurement values of PM measuring stations of local directorates from the Ministry of Environment and Urbanisation and meteorological datas of General Authority of Turkish State Meteorology Affairs has been used for this study. Desert dust, effects sight distance and especially the quality of air. PM (Particular Materials) concentrations, increases and an air contamination occurs in big scale when particular materials which emerges by the existence of fossil fuels in use by wintertime and when the desert dust are also effective. Extreme pollution of air, causing serious health diseases and losses of yield and decrease of quality on plants. In this work, it has been researched key factors on distribution of desert dust by time and by location in the region of Sotheastern Anatolia and their effects on air quality as well.

Keywords: Desert Dust, Dust Moves, Particular Material, Region of Southeastern Anatolia, Air Quality.

Sorumlu yazar/Corresponding author
(M.T. Şengün) mtsengun@hotmail.com

GİRİŞ

Canlı hayatının devamı için gerekli ana unsurlar gıda, su ve havadır. İnsan, hayvan ve bitki gibi tüm canlılar gıda, su ve hava olmadan yaşayamazlar. Bu zorunluluk canlıların ortaya çıkışından günümüze kadar her zaman var olmuştur. Bu derece zorunlu ve önemli olan bu unsurların kalitesi de önemli olmaktadır. Hava kalitesi, havadaki kirleticilerin bulunma oranlarına göre değişmektedir. Aslında hava kirliliği sadece beşeri faaliyetler sonucu meydana gelmez. Denizler, volkanlar ve rüzgarlardan kaynaklanan ve atmosferde katı ve sıvı maddeler olarak asılı kalan partikül maddeler gibi doğal faaliyetler sonucunda da oluşabilmektedir. Örneğin 20 Nisan 2010 tarihinde İzlanda'da gerçekleşen volkan patlamasının ardından önemli derecede hava kirliliği yaşanmış ve Avrupa'da 6 gün süreyle hava yolu uçuşları kapatılmıştır (www.dunya.bugun.com.tr).

Hava, insan sağlığını doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Çünkü sağlıklı bir insan günde 16 kg hava solumaktadır. Atmosferdeki kirleticiler havadaki oksijeni azaltarak hava kalitesini düşürmektedir (AVVANAVAR ve MANİ, 2007: 250). Hava kalitesini düşüren en önemli maddeler SO₂ (Kükürt dioksit) ve PM (Partikül Madde)'dir. Bu maddeler özellikle ısınmada fosil yakıtların kullanılması, motorlu taşıtlardan çıkan eksoz gazları, sanayi faaliyetleri sonucunda çıkan gazlar ve rüzgârlar vasıtasıyla çöl alanlarından taşınan çöl tozlarının etkisiyle atmosferde birikmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kış sıcaklıklarının Türkiye'nin İç ve Doğu bölümlerine göre çok düşük olmamasından dolayı ısınmada çok fazla fosil yakıtları kullanılmamaktadır. Bunun sonucunda da havadaki partikül madde oranında fosil yakıtların etkisi çok ciddi bir düzeyde değildir. Bu bölgede ilkbahar, sonbahar ve yaz aylarındaki PM₁₀ değerleri Kuzey Afrika, Arabistan ve Suriye çölleri üzerinden taşınan çöl tozlarının etkisiyle çoğu zaman kış mevsimindeki değerlerin üzerine çıkabilmektedir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi coğrafi konumu itibarıyla çöl bölgelerine yakın olması, gezici orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhı üzerinde bulunması ve Batı rüzgârları kuşağında yer alması nedeniyle son yıllarda bol miktarda çöl tozu taşınımına uğramaktadır (Şekil 1). Taşınan çöl tozları özellikle hava kalitesi üzerinde çok etkili olmaktadır. Dünya ölçeğinde çöl tozları ile ilgili birçok çalışmalar yapılmaktadır. Buna karşılık çöl bölgelerine yakın olan ve gittikçe çöl kaynaklı tozlardan önemli derecede etkilenmeye başlayan Türkiye'de ise çöl tozlarıyla ilgili bilimsel çalışmalar son yıllarda yapılmaya başlamıştır. Saydam ve diğerlerinin (1991) "Atmosferik Kirleticilerin Taşınımı" adlı projede Doğu Akdeniz atmosferinde çöl tozlarının tanımlanması, kaynak bölgelerinin tespit edilmesi ve atmosferden denize giren sedimentlerin miktarı araştırılmıştır. Özsoy (1999) "Kilikya Baseni Kıyusal Sistemine Taşınan Atmosferik Kirleticilerin Kaynaklarının Belirlenmesi ve Atmosferik Girdilerin Deniz Ekosistemi Üzerine Olan Etkileri" adlı doktora tezinde Akdeniz Havzası'na taşınan çöl tozlarının kaynaklarının belirlenmesi

ve bunların deniz ekosistemine olan etkileri araştırılmıştır. Bulut ve diğerlerinin "Toz Bulutlarının İç ve Dış Ortam Hava Kalitesine Etkileri: Şanlıurfa Örneği" (2008) adlı makalesinde çöl tozlarının taşınım nedenleri, bölgenin meteorolojik, jeomorfolojik, jeolojik ve pedolojik özellikleri açısından değerlendirilerek çöl tozlarının iç ve dış ortam hava kalitesine olan etkileri Şanlıurfa ili için değerlendirilmiştir. Özsoy ve Örnektekin (2008) "Kuzeydoğu Akdeniz'deki Kızıl (çamurlu) Yağmurlar" adlı çalışmada kızıl yağmurların çeşitli kimyasal özellikleri ile çevreye etkilerini araştırmıştır. Yapılan bu çalışmalar daha çok çöl tozlarının mikro analitik özelliklerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Ancak çöl tozlarının taşınımında ve dağılımında coğrafi faktörlerin çok fazla etkili olmasından dolayı bu konun özellikle Coğrafya biliminin prensipleri (dağılım, karşılaştırma ve nedensellik) ışığında değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Çöl Tozlarının Hava Kalitesi Üzerine Etkisi" adlı bu çalışmada bölgede son yıllarda çok sık görülmeye başlayan çöl tozlarının bölgenin hava kalitesi üzerindeki yeri, önemi ve dağılımını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni etkileyen çöller.
Figure 1. Deserts affected the Southeast Anatolia Region .

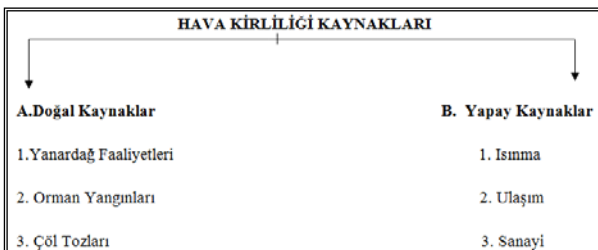
MATERYAL ve METOT

Çalışmada Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'na bağlı İl Çevre Müdürlüklerinin PM ölçümü yapan istasyonların ölçüm değerleri, Türkiye Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden sağlanan meteorolojik veriler, çöl tozu konsantrasyon haritaları, çöl tozu konsantrasyon haritalarından elde edilen veriler ile arazi çalışmaları ve gözlemleri sonucunda arazide çekilen fotoğraflar kullanılmıştır.

Bu çalışmada ayrıca CBS yazılımlarından faydalanılmıştır. İlk önce ölçüm istasyonları ulusal koordinat sistemine göre (UTM-37 Zone) ArcGIS yazılım programı yardımıyla noktasal veri tabanı oluşturulmuştur. Bu veri tabanına 2009-2010 yıllarının PM₁₀ ölçüm değerleri ve çöl tozlarının görülme sıklığı değerleri girilmiştir. Bu ölçüm değerlerine bağlı olarak PM₁₀ ve çöl tozlarının mekansal analiz haritaları ArcGIS 9.1 programındaki Spatial Analyst modülü altındaki "Inverse Distance Weighted (IDW)" komutu kullanılarak hazırlanmıştır. Bu yöntemle hazırlanan haritalar ile dağılım analizleri yapılmış ve PM₁₀ ile çöl tozlarının zamansal ve mekansal değişimi belirlenmiştir. Ayrıca çöl tozlarının Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki 7 ilde 2009-2011 yıllarında görülme sıklığını belirlemek için DMI'den alınan toz konsantrasyon haritalarından illerde çöl tozlarının mevsimsel dağılımını gösteren tablolar ve grafikler hazırlanmıştır. Bununla birlikte bölgede Partikül maddelerin zamansal ve mekansal dağılımını belirlemek için Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı'nın verilerinden yararlanılmıştır. Yine bölgedeki arazi çalışmalarıyla çöl tozlarının etkili olduğu günler ile etkili olmadığı günlerde aynı mekânlara ait fotoğraflar çekilmiştir. Tüm bu materyal ve araçlar sebep-sonuç, karşılaştırma ve dağılım prensipleri ışığında analiz edilerek çalışma tamamlanmıştır.

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİ'DE ÇÖL TOZLARININ HAVA KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Hava kirliliği, doğal olaylar, sosyal ve ekonomik etkinlikler sonucu oluşan is, duman, toz, gaz, buhar ve aerosol biçimindeki kirleticilerin havanın doğal bileşimi ve yapısını olumsuz yönde etkileyerek, insan sağlığına, canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek miktar, yoğunluk ve sürede atmosferde bulunması olayıdır (www.havaizleme.gov.tr). Hava kirliliği kaynaklarına göre doğal ve yapay kaynaklar olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır (Şekil 2).



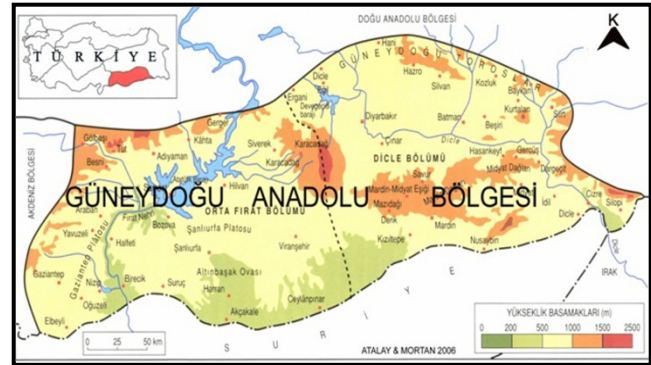
Şekil 2. Başlıca hava kirliliği kaynakları (www.havaizleme.gov.tr).

Figure 2. The basic air pollution sources.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin hava kalitesini etkileyen en önemli unsurlar ısınma, ulaşım ve sanayi faaliyetleri sonucunda oluşan beşeri kaynaklı kirlilikler ile doğal yollarla meydana gelen çöl tozlarının taşınımıdır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çöl tozlarının dağılımında etkili olan faktörler doğal ve beşeri faktörler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Doğal faktörler, topografik özellikler (oroğrafya, yükselti, bakı) ve klimatolojik özellikler (sıcaklık, basınç, rüzgar, nem ve yağış) dir. Beşeri faktörler ise yoğun ve düzensiz kentleşme, fosil yakıtların kullanımı ve motorlu araçlardan salınan egzoz gazlarıdır.

Doğal Faktörler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin Güneydoğu Toroslar ile Suriye sınırı arasında uzanan ve suları Fırat ile Dicle ırmakları tarafından toplanan Türkiye'nin en küçük yüzölçümüne sahip bölgesidir. Yüzölçümü 57.210km² olup Türkiye arazisinin % 7'sine karşılık gelmektedir. Bölge arazisi platolar, çanaklaşmış havzalar ve orta yükseklikte kubbeleşmiş dağlar ve tepelerden oluşmuştur. Relief kuzeyden güneye doğru kademeli bir alçalma göstererek Mezopotamya düzlüklerine kavuşmaktadır (ARINÇ, 2011: 375-380) (Şekil 3).



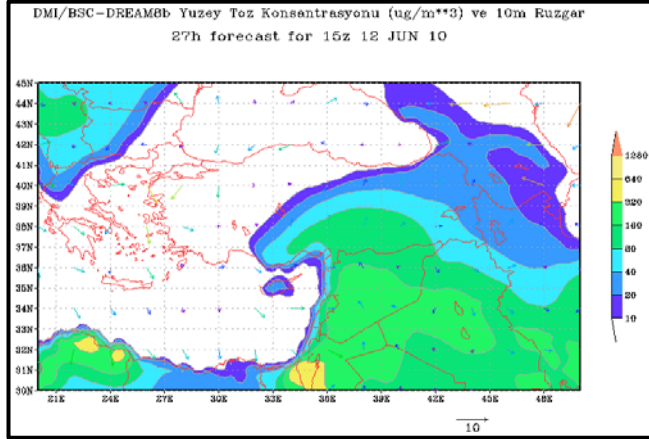
Şekil 3. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin fiziki haritası.

Figure 3. Physical map of the Southeast Anatolia Region.

Bir yandan yüksek dağlarla kuşatılmış olması, diğer yandan Suriye Çölleri'nin yakınında yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi düzlüklerinde deniz etkisinden uzak kalışın bir sonucu olarak Akdeniz ikliminin yarı kurak stepik tipi olarak da tanımlanabilecek geçiş tipi iklim şartları yaşanır (ERİNÇ, 1993: 6). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, kış ve yaz mevsimlerinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalır. Bu hava kütleleri, bölgenin yağış ve sıcaklık durumunu doğrudan etkiler. Bölgenin basık yüzey şekilleri göstermesi, topografya şartlarına bağlı olarak iklimde çok önemli değişmeye neden olmamaktadır. (ATALAY ve MORTAN, 2006: 385-391).

Topografik özellik hava kirliliğini doğurucu bir faktör olmayıp, onun derecesini, ortamın kirli kalma süresini etkilemektedir. Topografik olarak bir çanak özelliği gösteren veya hakim rüzgar yönüne dik doğrultuda uzanan yerleşim alanlarında kirlilik daha da etkili olmaktadır (ŞAHİN, 1989: 33). Güneydoğu Anadolu Bölgesi, konum itibarıyla Suriye ve Arabistan çölleriyle yakın olması ve çöl

bölgelerinin etkisini önleyecek ciddi topoğrafik engellerin olmaması nedeniyle çöl kaynaklı tozlardan yılın belli dönemlerinde etkilenmektedir. Bu nedenle Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin kuzeyinde bir sıra halinde uzanan Güneydoğu Toroslar bulunmasaydı çöl tozlarının etki alanı daha da genişleyebilirdi (Şekil 4-5).



Şekil 4. Ortadoğu Çöllerinden Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne taşınan çöl tozları (12 Haziran 2010) (DMİ, 2011).

Figure 4. Desert dust carried from Middle East Deserts to Southeast Anatolia Region.



Şekil 5. Güneydoğu Torosların genel görünümü.
Figure 5. Overview of the Southeastern Taurus Mountains.

Çöl tozları, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne özellikle topoğrafik engellerin olmadığı yerlerden sokulmaktadır. Buna örnek olarak Gaziantep Platosu ile Şanlıurfa Platosu arasında Fırat Nehri'nin de içerisinden aktığı oluk ile yükseltisi 1000m 'yi aşmayan Şanlıurfa Platosu verilebilir.

Yine 1000-2000m yüksekliklerde havada asılı kalabilen ve taşınan çöl tozları Karacadağ ve Mardin Eşiği'ni geçerek Diyarbakır Havzası'na taşınmakta ve kuzeydeki Güneydoğu Toroslar yüksek engelinden dolayı burada havuzlanmaktadır. Türkiye'nin güney sınırında bulunan Şanlıurfa ile Mardin illerinin çöl bölgelerine yakın olması ve çöl bölgeleriyle aralarında topoğrafik engellerin olmamasından dolayı çöl kökenli toz ve kum fırtınalarından yoğun şekilde etkilenmektedir (Şekil 3).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde güneyden kuzeye doğru gidildikçe orografi ve yükseltinin etkisiyle çöl tozları farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Çöl tozları bölgenin en güneyinde daha çok kum ve toz fırtınaları şeklinde etkili olmakta ve hava kalitesi ile görüş mesafesi çok olumsuz şekilde etkilenmektedir (Foto 1-2).



Fotoğraf 1. Mardin ve Siirt'te etkili olan toz ve kum fırtınaları.

Photo 1. The sand and dust storms that effective in the Mardin and Siirt.



Fotoğraf 2. Mardin'de hava kalitesinin tozlu ve tozsuz günlerde karşılaştırılması.

Photo 2. Comparison of air quality of the dusty and dust-free days in Mardin.

Biraz daha kuzeye doğru gidildikçe çöl tozları kum ve toz fırtınası şeklinde değil de daha çok atmosferde yoğunlaşma şeklinde ortaya çıkmaktadır. En güneyde kum ve toz fırtınası etkili olduğunda yükseltinin az olmasının da etkisiyle hava kızıl bir renge bürünürken, daha kuzeyde olan yerlerde havanın rengi hafif sarımsı veya gri bir renk almaktadır (Foto 3).

2000m ve daha yukarılarına kadar havada asılı kalabilen çöl tozları Güneydoğu Toroslar engelini aşarak Doğu Anadolu Bölgesi'nin orta ve kuzey bölümlerini etkileyebilmektedir (Foto 4) (Şekil 6).



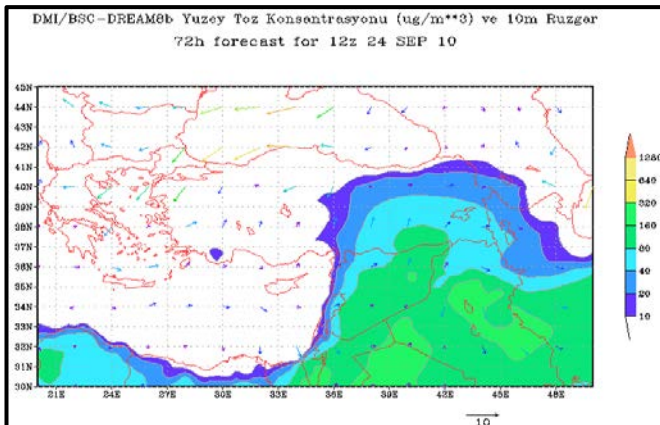
Fotoğraf 3. Elazığ'da hava kalitesinin tozlu ve tozsuz günlerde karşılaştırılması.

Photo 3. Comparison of air quality of the dusty and dust-free days in the Elazığ.



Fotoğraf 4. Van ve Elazığ'da etkili olan çöl tozları.

Photo 4. Desert dust that effective in the Van and Elazığ.



Şekil 6. Çöl tozlarının taşınımına orografi ve yükseltinin etkisi (24 Eylül 2010) (DMİ, 2011).

Figure 6. Effect of orograph and altitude to convey of desert dust (24 September 2010)(DMİ, 2011).

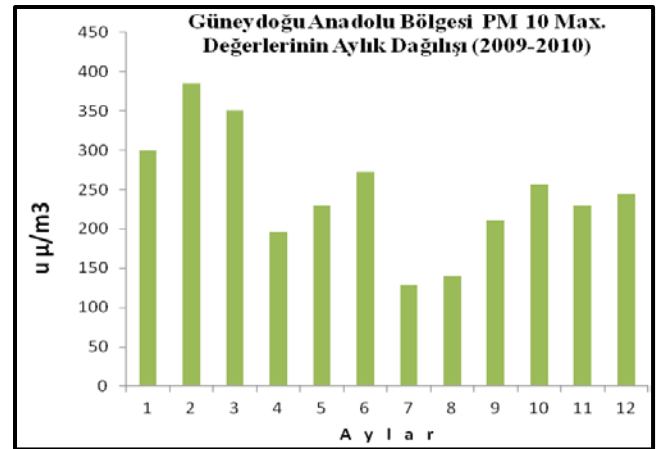
Dikey yönlü hava hareketlerinin etkili olmadığı yerlerde ve zamanlarda yatay yönlü hava akınları kirli havanın

uzaklaşmasına yardımcı olmaktadır (ŞAHİN, 1989: 33). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çöl tozlarının havuzlanmasını önleyecek şekilde rüzgâr alan alanlarda çöl tozları fazla birikmezken, uygun rüzgâr almayan Diyarbakır Havzası gibi alanlarda çöl tozları günlerce etkili olabilmektedir.

Bir yandan yüksek dağlarla kuşatılmış olan, diğer yandan Suriye çöllerinin yakınında yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi düzlüklerinde denizelliğin etkisinden uzak olmanın bir sonucu olarak Akdeniz ikliminin yarı kurak stepik tipi olarak tanımlanabilecek geçiş tipi iklim şartları yaşanır (ERİNÇ, 1993: 6).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin hava kalitesinde çöl tozlarının dağılışı ile sıcaklık, nem, yağış, basınç ve rüzgârlar arasında önemli bağlantılar vardır. Klimatik şartlar havadaki kirlenici konsantrasyonunu arttırabileceği gibi, kirli havanın etrafa yayılmasında da önemli bir etkidir (SUNGUR ve GÖNENÇGİL, 1997: 340). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde sıcaklığın yüksek olduğu yaz aylarında fosil yakıtların kullanımına bağlı olarak oluşan kirlilik düzeyi çok düşük seviyelerdedir.

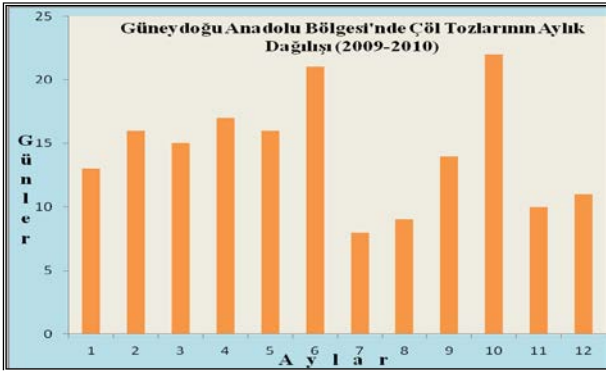
Kış mevsiminde ise fosil yakıtlarının kullanımıyla beraber havanın kirlilik düzeyi iyice yükselmektedir. Bununla birlikte bahar aylarında ve yaz mevsiminin bazı aylarında da havadaki PM₁₀ seviyesi artış göstermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2009-2010 yılları PM₁₀ maksimum değerlerinin aylık dağılışı (T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalitesi İstasyonları verilerine göre oluşturulmuştur).

Figure 7. Distribution of the Maksimum values of monthly PM₁₀ in the Southeastern Anatolia Region (2009-2010) (It was created according to datas National Air Quality Stations The Ministry Environment and City Planning).

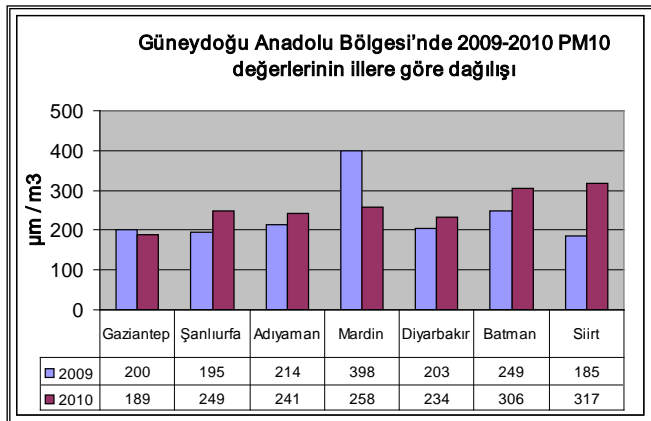
Dolayısıyla yazın ve diğer geçiş mevsimlerinde hava kalitesini etkileyen en önemli faktör çöl tozlarıdır. Çöl tozları en fazla bölgede ilkbahar, sonbahar ve yaz aylarında görülmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde çöl tozlarının etkili olduğu günler (2009-2010).

Figure 8. Distribution montly of desert dust in the Southeastern Anatolia Region (2009-2010).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde PM₁₀ değerlerinin 2009-2010 yılları arasında en yüksek olduğu iller Mardin ve Batman'dır (Şekil 9).



Şekil 9. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2009-2010 PM₁₀ değerlerinin illere göre dağılışı (Ulusal Hava Kalitesi İzleme Ağı verilerine göre oluşturulmuştur).

Figure 9. Distribution values of PM₁₀ according to counties in the Southeastern Anatolia Region (2009-2010) (It was created according to datas National Air Quality Monitoring Network).

Kış mevsiminde fosil yakıtların ısınmada kullanılması sonucunda bölgenin hava kalitesi düşmektedir. Ayrıca kış mevsiminde zaman zaman etkili olan çöl tozları havanın kirlilik derecesini iyice düşürmektedir. Yüksek basınç şartlarına bağlı olarak atmosferin alt tabakalarında bulunan kirliliği taşıyan hava yükselmektedir. Alçak basınç alanlarında ise yükselici bir hava hareketi vardır. Böylece alt katlardaki kirliliği taşıyan hava yukarıya doğru çıkarak dağılmaktadır. Bu ise olumlu bir ortam doğurmaktadır (ŞAHİN, 1989: 38).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde özellikle kış mevsiminde yüksek basınç şartları, çöl tozları ve fosil yakıtlarının kullanımına bağlı olarak oluşan kirliliğin havanın yükselmesini engelleyerek çökmesine neden olmaktadır. Yaz ve bahar mevsimlerinde ise alçak basınç şartları hava kalitesi açısından olumsuz sonuçlar oluşturmamaktadır. Rüzgârın varlığı, kirliliği taşıyan havayı taşımaya yönelik önemli bir faktördür. Ancak bu yöndeki etkisi topoğrafik özelliklerle sıkı sıkıya bağlıdır. Rüzgârın olmaması (dikey yönlü hava

akımları da yoksa) kirliliğin havanın olduğu yerde kalması demektir (ŞAHİN, 1989: 41). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde topoğrafik özelliklere bağlı olarak rüzgârlara kapalı yerlere en iyi örnek Diyarbakır havzası verilebilir. Bu tür yerlerde çöl tozları havuzlanmakta ve çöl tozlarının etkisi süreleri uzamaktadır.

Atmosferik tozlar, yeryüzüne hem kuru ve hem de yağ olarak çökerler. Yağ çökme bazen "kanlı-kızıl(çamurlu) yağmurlar" şeklinde tanımlanır (ÖZSOY ve ÖRNEKTEKİN, 2008). Kuru ve yağ çökmenin dağılışı mevsimlere, yağışa ve coğrafi konuma bağlı olarak değişir. Akdeniz Havzası'nda kuru depolanma özellikle olarak toz konsantrasyonunun yüksek olduğu zamanlarda yoğundur (MIDDLETON ve GOUİDE, 2006: 30).

Kızıl (çamurlu) yağmurların karakterleri toz miktarına, tane boyutuna ve tozların kimyasal bileşimine göre değişmektedir. Kızıl yağmurları Kuzey ve Orta Avrupa'da iyi bilinmektedir ve çoğunlukla bir yılda ortalama 3 gün kızıl yağmurların yağdığı İspanya gibi Akdeniz ülkelerinde yaygındır (LAITY, 2008: 228). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise kızıl yağmurları özellikle geçiş mevsimleri ve bazen de kış aylarında yoğunlaşmaktadır (Foto 5).



Fotoğraf 5. Şırnak ve Batman'da kızıl yağmurlar.
Photo 5. Muddy rains in the Şırnak and Batman.

Çöl tozlarının kuru ve yağ çökmesinde orografi ve yükselti çok etkili olmaktadır. Rüzgâr yönüne dönük yamaçlar (orografik uzanış) ve yükselti fazlalığı, çöl tozlarının rüzgârların esiş şiddetine ve yönüne bağlı olarak yön değiştirmesine, kuru ya da yağ olarak çökmesine neden olmaktadır. Özellikle güneybatıdan Akdeniz üzerinden gelen çöl tozu içeren rüzgârlar, denizdeki nemi alarak Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ne girmekte ve Güneydoğu Toroslar engeliyle karşılaşmaktadır. Bu karşılaşma sonucunda orografik yağışlar oluşmakta ve çöl tozları yağ olarak çökelmektedir (Foto 6). Rüzgârların güneyden yani karadan geldiği durumlarda ise çöl tozları daha çok kuru olarak çökelmektedir.

Beşeri Faktörler

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin hava kalitesini etkileyen beşeri faktörlerin başında hızlı nüfuslanma gelmektedir. Bölgenin nüfusu 1927 nüfus tespitinde 850.000 ve 2010 yılı nüfus tespitinde ise 6.847.224 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla 1927-2010 arasındaki 83 yılda sekiz katlık bir büyüme söz konusudur. Pozitif yönde nüfus gelişimi yaşanan 65 yıllık nüfus artış oranı yıllık % 2,8 olarak hesaplanmıştır. Oysa aynı dönemde Türkiye'nin nüfus artış oranı yıllık % 2,1'dir. (ARINÇ, 2011: 397-398).



Fotoğraf 6. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde görülen çamurlu yağışlar.
Photo 6. Muddy (red) rains that seen in the Southeastern Anatolia Region.

Hızlı nüfuslanmanın hava kalitesi açısından olumsuz etkisi özellikle büyük şehirlerde olmaktadır. Yoğun nüfuslu şehirlerde topoğrafik ve iklimik şartların olumsuz etkisiyle çöl tozları ve diğer partikül maddeler şehir nüfusu üzerinde olumsuz sağlık sorunları ortaya çıkarmaktadır (Foto 7). Çöl tozlarının etkili olduğu dönemlerde tozların insanlarda yaygın olarak bulunan migren hastalığını tetiklediği bilim adamları tarafından yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hayrunnisa Bolay ile Hacettepe Üniversitesi Çevre Mühendisliği Öğretim Üyesi Prof. Dr. A. Cemal Saydam'ın ortak olarak yaptıkları çalışmalarda rüzgârla taşınan ve atmosferde su ve Güneşle değişime uğrayan çöl tozlarının migrene neden olduğu ve bunların belli dönemlerde hastalığı tetiklediğini ortaya koymuşlardır (DOĞANAY vd., 2008: 1065).



Fotoğraf 7. Diyarbakır ve Mardin'de etkili olan çöl yozları.
Photo 7. Desert dust in the Diyarbakır and Mardin.

Hızlı nüfuslanma sonucunda meydana gelen plansız kentleşme hava kalitesini azaltan bir etken olmaktadır. Kentleşmenin topoğrafik ve iklimik şartlar göz önüne alınmadan gelişigüzel gelişmesiyle hava kalitesi

düşmektedir. Isınmada ve sanayide fosil yakıtların kullanılması ile motorlu taşıtların çıkardığı gazlar havadaki SO₂ (kükürt dioksit) oranını yükseltmektedir. SO₂ (kükürt dioksit) oranının yüksek olduğu zamanlarda çöl tozlarının da etkili olması havanın kirlilik seviyesini iyice arttırmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Çöl bölgelerinde rüzgar sistemlerine bağlı olarak çöl tozları atmosferde çok uzun mesafeler boyunca taşınmaktadır. Bu taşınım sonucunda çöl tozları, tane büyüklüğüne göre havada bir süre asılı kalmakta ve daha sonra yeryüzüne çökelmektedir. Yeryüzünde Büyük Sahra Çöl Bölgesi dışında önemli derecede çöl tozlarının taşındığı bölge Ortadoğu bölgesidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin coğrafi konum olarak bu bölgeye yakın olması, Batı rüzgârlarının esiş yönünde bulunması, gezici orta enlem siklonlarının geçiş güzergâhı üzerinde yer alması ve çöl tozlarının taşınımını engelleyecek derecede bölgenin güney sınırlarında ciddi bir orografik engelin olmaması gibi nedenlerle çöl tozları özellikle bölgede ilkbahar, yaz ve sonbahar aylarında yoğun şekilde etkili olmaktadır.

Çöl tozları kış mevsiminde etkili olduğunda havada bulunan diğer partikül maddelerle birleşerek havanın kalitesini iyice düşürmekte ve insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2009-2010 yılları arasında çöl tozları en fazla Batman, Mardin, Şanlıurfa, Siirt ve Diyarbakır illerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle Nisan ayından Ekim ayı sonuna kadar çöl tozları etkili olmakta ve çoğunlukla Ortadoğu çölleri ve bazen de Büyük Sahra Çölü üzerinden bölgeye taşınmaktadır. Çöl

tozlarının taşınımı doğal yollarla olduğundan taşınımının engellenmesi mümkün değildir. Ancak çöl tozları doğal ve beşeri ortam üzerinde önemli çevresel etkilerde bulunmaktadır. Bu çevresel etkilere karşı yapılacak öneriler ise şöyle sıralanabilir;

- Toz taşınımının olduğu günlerde meteoroloji tarafından haber kaynaklarında halk bilgilendirilmeli ve uyarılmalıdır.
- Tozlu günlerde yaşlılar, çocuklar ve astım hastaları mecbur kalmadıkça dışarıya çıkmamalıdır.
- Çöl tozlarının etkili olduğu dönemlerde alerjik rahatsızlıklar, migren ve yüksek tansiyon gibi hastalıklar tetikleneceğinden tedbirli olunmalı ve önceden gerekli önlemler alınmalıdır.
- Çöl tozları, uçakların havalandırma, hidrolik, elektronik sistemlerinin bozulmasına; uçaklardaki hava radarlarının gece şartlarında algılayamamasına, motordaki filtrelerin tıkanmasına neden

olduğundan tozlu günlerde hava yolunun hiçbir şekilde ulaşımına açılmaması gerekmektedir.

- Gözlere takılan göz merceklelerinin çöl tozları içerisinde bulunan kuvars minerali tarafından çizilme riski olduğundan tozlu günlerde dikkatli olunmalı ve kullanılmamalıdır.
- Çamur(kızıl) yağmurları, içerisindeki besleyici maddelerden dolayı potansiyel bir kaynak olarak görülmeli ve biyolojik sistemler ile birincil üretime olan katkısı araştırılmalıdır.

Çöl tozlarının etkinliğini Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde iyice artırmamasından dolayı çöl tozlarının mineralojik özellikleri, doğal ve beşeri ortam üzerine olumlu ve olumsuz etkileri, çöl tozlarının bölgede yoğun olarak görülmesinin nedenleri ile ilgili çalışmaların özellikle devlet tarafından ciddi olarak yapılması ve yapılan çalışmaların desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- ARINÇ, K. (2011). *Doğal, İktisadi, Sosyal ve Siyasal Yönleriyle Türkiye'nin İç Bölgeleri*, Eser Ofset Matbaacılık, Erzurum.
- Atalay, İ., Mortan, K. (2007). "Resimli ve Haritalı Türkiye Bölgesel Coğrafyası", İnkılap, İstanbul, s.632.
- AVVANAVAR, S. M. Ve MANİ, M. (2007). " Air Pollution Control, Science of the Total Environment", *Science Direct*, 383:250-251.
- BULUT, H., YEŞİLNACAR, M.İ., RASTGELDI, T., ASLAN, M., UÇAR, D. (2008). "Toz Bulutlarının İç ve Dış Ortam Hava Kalitesine Etkileri: Şanlıurfa Örneği", *Ulusal Hava Kalitesi Sempozyumu*, (30-31 Mayıs 2008-Konya), s.369-377.
- ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI. (2011). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin PM₁₀ Verileri, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava Kalitesi İzleme İstasyonları, Ankara.
- DEMİR, M. (2011). "Mardin İlindeki Çöl Tozları ve Çevresel Etkileri", *Fırat Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı Lisans Tezi*, Elazığ.
- DOĞANAY, H., AKÇALI, D., GÖKTAŞ, T., ÇAĞLAR, K., ERBAŞ, D. SAYDAM, C., BOLAY, H. (2008). "African Dust-laden Atmospheric Conditions Activate Thetrigeminovascular System", *Cephalalgia*, sy. 1059-1068.
- ERİNÇ, S. (1993). "Türkiye Fiziki Coğrafyası'nın Ana Çizgileri", *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni*, Sayı:10, İstanbul.
- ERİNÇ, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*, Alfa Basım Yayım Dağıtım, İstanbul.
- GOUDİE, A.S., ve MIDDLETON, N.J. (2006). *Desert Dust in the Global System*, Springer, Germany.
- LAITY, J. (2008). *Desert and Desert Environments*, Wiley-Blackwell, USA.
- LONGUEVILLE, F.D., HOUNTONDJİ, Y.C., HENRY, S., OZER, P. (2010). "What do we know about effects of desert dust on air quality and human health in West Africa compared to other regions?", *Science of the Total Environment*, 409:1-9.
- ORMAN ve SU İŞLERİ BAKANLIĞI. (2011). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Toz Konsantrasyon Verileri, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- ÖZSOY, T. (1999). Kilikya Baseni Kıyusal Sistemine Taşınan Atmosferik Kirleticilerin Kaynaklarının Belirlenmesi Atmosferik Girdilerin Deniz Ekosistemi Üzerine Olan Etkileri, (Mersin Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi), Mersin, s. 209.
- ÖZSOY, T., ÖRNEKTEKİN, S. (2008). "Kuzeydoğu Akdeniz'de Kızıl Yağmurlar", *Ekoloji* 18, 69, s.20-31.
- SAYDAM, A.C., YEMENİCİOĞLU, S., KUBİLAY, N. (1994). *Ulusal Deniz Ölçme ve Araştırma Programı Atmosferik Kirleticilerin Taşınımı*, TÜBİTAK PROJE KOD NO: DEBAG-10/G 1991 YILI NİHAİ RAPORU DEBÇAĞ 137/G, Mersin, 1994,63.
- SUNGUR, K. A., ve GÖNENÇGİL, B. (1997). "Çeşitli İklim Elemanlarının Hava Kirliliği Üzerine Etkileri", *Ankara Üniversitesi Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi* 6: 337- 345.
- ŞAHİN, C. (1989). "Hava Kirliliği ve Hava Kirliliğini Etkileyen Doğal Çevre Faktörleri", *Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 1(1): 194-208.

İnternet Adresleri:

- http://www.bsc.es/projects/earthscience/DREAM?cat_id=51115 15 Kasım 2011 tarihli erişim.
- <http://www.havaizleme.gov.tr/Default.htm> 10 Kasım 2011 tarihli erişim.

- <http://www.aktifhaber.com> 10 Mart 2011 tarihli erişim.
<http://www.bighaber.com> 15 Nisan 2011 tarihli erişim.
<http://www.trafikhaber.com> 15 Aralık 2010 tarihli erişim.
<http://www.batmanpostasigazetesi.com> 17 Aralık 2010 tarihli erişim.
<http://www.sabah.com> 10 Mart 2011 tarihli erişim.
<http://www.midyatsesi.com> 12 Kasım 2011 tarihli erişim.
<http://www.nethabercilik.com> 10 Aralık 2011 tarihli erişim.
Emin SADIK, 12 Nisan 2011, Siirt'te tozlu günlerde çekilen fotoğraflar.
<http://dunya.bugun.com.tr/yanardag-kabusunda-ikinci-dalga-99973-haberi.aspx> 15 Mart 2011 tarihli erişim

