



## SAHRA VE ORTADOĞU KAYNAKLI ÇÖL TOZLARININ TÜRKİYE'DEKİ EKOSİSTEMLERE ETKİSİ

Dr. Öğr. Üye. Selcen ÖZKAN\*

### ÖZ

Evrenin başlangıcından itibaren güneş sisteminden gelen ve varlığını sürdürebilen gaz ve tozlarla dünyamızın oluşumu şekillenip gerçekleşmiştir. Uzay tozları ile yanardağ patlamaları, çeşitli iklim ve atmosfer olaylarının ortaya çıkardığı doğal tozların yanı sıra ekosistemlerdeki varlıkların ve sanayileşme faaliyetlerinin sonucunda üretilen tozlar, hava, toprak ve sulara kirliliği artırmış ve sürdürülebilir bir hayat için tehdit noktasına ulaşmıştır. Bu makalede, öncelikle tozun tanımı ve toz kaynakları üzerinde durulmuştur. Günümüze kadar yapılan bilimsel çalışmalardan yararlanmak suretiyle Yeryüzündeki tozun oluşumu ve kaynaklarıyla ilgili genel hatlarıyla bilgi verilmiştir. Daha sonra Türkiye'deki örneklerini de göz önünde bulundurularak tozun, insan sağlığına ve çevreye olan zararları işlenmeye çalışılmıştır. Toz bulutlarının ve kümelerinin gazlarla birlikte güneşin zararlı ışınlarını kestiği, toz zerreciklerinin ise güneş ışığını yansıtarak serinlettiği gibi hususlar başta olmak üzere Amazon Yağmur Ormanlarına yağın Sahra Tozlarının toprağı gübreleyerek tazeleyip beslediği, dolayısıyla tozun ekosistemlerdeki bir kısım olumlu etkilerinin de bulunduğu değinilmiştir. Özellikle olumlu ve olumsuz yönleri bilimsel bakımdan kanıtlanmış olan Sahra ve Ortadoğu kaynaklı çöl tozlarının taşınımı dâhil olmak üzere, Türkiye'deki ekosistemleri doğrudan etkileyen aerosol ve partikül maddelerin yol açtığı sonuçlar incelenerek konuya dikkat çekilmiştir. Ayrıca, çöl tozlarının taşınımının küresel ısınma, iklim değişikliği ve kuraklık, tarım arazilerinin tahribatı gibi konulara etkisi, Türkiye'de en çok tozlanmaya maruz kalan bölgeler, erozyon, yağın tozların tahmini ve miktarı ile bu hususta yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Toz, Uzay Tozları, Mineral Çöl Tozları, Toz Taşınımı, Tozun Ekosistemlere Etkileri

### THE EFFECT OF THE DESERT DUST ORIGINATING FROM THE SAHARA AND THE MIDDLE EAST ON THE ECOSYSTEMS IN TURKEY

#### ABSTRACT

Since the beginning of the universe, the formation of our world has been shaped and realized with the gases and dusts coming from the solar system and continuing its existence. Space dust and volcanic eruptions, natural dust caused by various climatic and atmospheric events, as well as dust produced as a result of assets in ecosystems and industrialization activities have increased the pollution in the air, soil and waters and reached the point of threat for a sustainable life. In this article, first of all, the definition of dust and dust sources have been tackled. In view of the scientific studies carried out until today, general information about the formation and sources of dust on the Earth has been given. Then, taking into consideration the examples in Turkey, an attempt has been made to discuss the harms of dust to human health and the environment. It has been mentioned that dust also has some positive effects on ecosystems, especially in matters such as dust clouds and clumps cut the harmful rays of the sun together with the gases, and dust particles cool it by reflecting the sunlight, and that the Saharan Dusts falling on the Amazon Rainforest refresh and nourish the soil by fertilizing.

\* Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi/Siyasal Bilgiler Fakültesi/Siyaset Bilimi Ve Kamu Yönetimi Bölümü/Kentleşme Ve Çevre Sorunları Anabilim Dalı, selcenzozkan24@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0001-9638-9724

Particular attention has been drawn to the subject by examining the results of aerosol and particulate matter that directly affect ecosystems in Turkey, including the transport of desert dust originating from the Sahara and the Middle East, whose positive and negative aspects have been scientifically proven. Moreover, the effects of the transport of desert dust on issues such as global warming, climate change and drought, the destruction of agricultural lands, the most polluted regions in Turkey, erosion, the estimation and amount of dust which is raining and the studies on this subject were evaluated.

**Keywords:** Dust, Space Dust, Mineral Desert Dust, Dust Transport, Effects of Dust on Ecosystems

Bilimsel araştırmalar, ekosistemlerin organik olarak varlığını sürdürdürebilmesi için evrende önemli sorun alanlarından birini de olumlu ve olumsuz yönleriyle tozların teşkil ettiğini ortaya koymuştur. Tozlar, organik, inorganik ve farklı kökenli maddelerin çeşitli etkilere maruz kalarak çok küçük ve hafif parçacıklara bölünmesiyle oluşan ve havada rüzgârla hareket edebilen, asılı durabilen veya yüzeylere çökebilen partikül büyüklüğü bir mikrometreden ( $\mu\text{m}$ ) daha az olan kütle veya kümelerdir. Genel olarak toz zerrecikleri, gözle görülemeyecek derecede küçüktür. Bilim adamları tozu, mikronla “yani bir inçin (2.54 cm) 25.000’de biriyle ölçerler (Schneider, T. vd. 1989: 563-566). Buna göre toz zerreciği, insan vücudundaki bir kılın çapının üçte ikisinden daha küçüktür. Bir toz taneciği saç telinin beşte biri ile 500’de biri arasında bir büyüklüktedir. Katı veya sıvı halde atmosferde asılı duran toz zerreciklerine *aerosol*, başka bir ifade ile *partikül madde* denir. Ancak, 100.000 toz taneciği bir araya geldiğinde gözlemlenebilmektedir (Schneider, T. vd. 1989: 563-566).

Her bir türün ve organizmaların arasında süregelen döngülerin yanı sıra, bu canlılar ile diğer varlıklar arasındaki ilişkileri inceleyen ekoloji literatüründe son yıllardaki tozla ilgili yayınlar dikkati çekmektedir. Biz bu makalemizde ekolojik gerçekliklerden biri olup, varlığı ile çeşitli sorunlara yol açan tozun Türkiye’deki etkilerini ele almaya çalışacağız. Asıl konumuza girmeden önce, tozun nasıl meydana geldiğine, daha doğrusu nasıl ortaya çıktığına; hangi nedenlerle artış gösterdiğine ve buna benzer konulara genel çerçevede değinmemiz yerinde olacaktır.

### **Yeryüzündeki Tozun Kaynakları ve Oluşumu**

Yerküremiz, yüz yıllardır pek çok kaynaktan toz akımına uğramaktadır. Tozları kaynakları bakımından iki grupta değerlendirmek mümkündür. Bunlardan birincisi, başlangıçtan itibaren evrenin kendi döngüsü sonucunda güneş sistemi, gezegenler ve yıldız kümeleri (galaksi) arasındaki gaz, plazma ve patlamalarla meydana gelen çeşitli atmosfer hadiselerinin oluşturduğu ve Dünyamıza inen uzay tozlarıdır (L. Giannini, F. Matteucci, F. Calura, 2017: 4615). Uzay tozları, tozun evrenin tarihi kadar eski olduğunu kanıtlamaktadır (Greenberg 2002: 794-5 ). Kuyruklu yıldızlardan gelen devasa toz bulutları ve tanecikleri gezegenlerin ve Dünyanın oluşumunda önemli rol oynamıştır. Dünya, güneş sisteminden gelen ve son anda erimekten kurtulan tozlar sayesinde şekillenmiştir (L. Giannini, F. Matteucci, F. Calura, 2017: 4615-17). Yerküreyi oluşturan toz tanecikleri çarpışarak yeni bağlar oluşturmuş ve birbirlerine eklenmişlerdir. Her gün atmosfere giren büyüklü küçüklü yüzbinlerce göktaşının sürtünmenin etkisiyle bütününün veya bir kısmının yanarak toza

dönüşmesini de dikkate aldığımızda yerkürenin gün geçtikçe çok sayıda uzay tozu toplayarak varlığını sürdürdüğü belirtilmektedir (Plane, 2012: 6508).

Uzay tozları gibi birinci gruptaki doğal tozlara yerküreden yıldırım düşmesiyle ormanlarda çıkan yangınların, yanardağlardan püsküren lav ve dumanlardan ve çöllerden türlü hava, iklim ve meteorolojik olaylarla atmosfere yükselen tozları da ilave edebiliriz. İkinci grup ise tarih boyunca varlıkların, canlıların özellikle insanların çeşitli faaliyetleri sonucu ortaya çıkan tozlardır ki bunlara, antropojenik(insan kaynaklı) tozlar denilmektedir. Bütün canlı ve cansız varlıkların birlikte oluşturduğu ekosistemlerde dönüşümler sürerken, insanoğlunun bundan yaklaşık bir milyon sekizyüz bin yıl önce ateşi keşfetmesiyle ondan çıkan dumanlardaki tozun varlığından daha açık şekilde haberdar olduğu bilinmektedir (Steven, 1989: 9). Bunlar, ısınma, yeme-içme, dokumacılık faaliyetleriyle bitki ve hayvan lifleri ve bunların gözle görülmeyen zerrelere, rüzgârla yerleşim alanlarına veya dışına taşınan yahut metal kullanımının yaygınlaşmasıyla bronz, demir, bakır, altın ve gümüş parçacıklarıyla ortaya çıkan veya sanayi devrimi ve endüstrileşmeyle üretimi ve kirliliği yüksek boyutlara ulaşan her türlü tozlardır.

Sıcaklık ve kuraklık, gece ve gündüz arasındaki ısı farkı, genleşme, erozyon, nem, rüzgâr, tuz ve buz, Yerkürenin bazı coğrafya formasyonlarında kaya ve taşları, parçalamaya ve yüzyıllar içinde toprak, kum ve toza dönüştürmeye kâfi gelmiştir, denilebilir. Bazı kayalar, toz üretmeye doğal olarak diğerlerinden daha yatkındır. Kireçtaşı, feldispat ve alçıtaşı kolayca toz haline gelebilir. Öte yandan kuvars serttir. Yaşlı kum tepeleri ve pek çok sahil, aşınarak yuvarlak biçim almış son derece sert kuvars toparlarından oluşmaktadır. Fakat bu dayanıklı mineral için bile toz haline dönüşmek kaçınılmazdır. Kuvarsın kristal yapısının içine sızmak için biraz çiy yeterlidir. Su, kristaldeki düzensizlikleri izler ve molekülleri birer birer eritir. Büyütülmüş haliyle bir kum tanesi, yaşlanmakta olan bir dağa benzer; tepesi yuvarlaktır, fakat minik “nehirlerin” açtığı “koyaklarla” oyulmuştur. Ayrıca, bir “yamacın” tabanına “talus” denilen, saç telinin yüzde biri genişliğinde aşınmış kaya parçaları dökülmüştür. Tozun oluşumunda önemli payı ve katkısı olan insanoğlu, çevresini ne kadar fazla tozun sardığının bile farkında değildir. Öyle ki, her yıl bir ila üç milyar ton çöl tozu göğe yükselir. Uçuşan mantarlar, virüsler, diatom adı verilen mikroskobik su yosunları, bakteriler, polenler, çürüyen yaprakların lifleri, sineklerin gözleri, örümceklerin bacakları, kelebek kanatlarından dökülen pullar, kutup ayılarının tüy parçacıkları, fillerin deri döküntülerinin oluşturduğu tonlarca tozun atmosferde dolaştığının çok az kişi farkındadır (Elmore, A.J., vd. 2008: 1755, Holmes, 2011: 9). Hanna Holmes, tozu her seviyeden okuyucuya aşağıdaki ilgi çekici şu betimlemelerle anlatır:

“Güneşin altında, verandanın parmaklığına konulmuş bir meyve suyu bardağını gözünüzün önüne getirin. Size boş görünebilir, ama içinde en az 25 000 parça mikroskobik toz dolaşmaktadır. Bu toz parçacıklarında yerküredeki her şeyden biraz vardır. Ansızın karşınıza Sahra kumlarından dökülmüş minik parçacıklar ve gözle görülemeyen devetüyü lifleri çıkabilir. Sonra rüzgâr yön değiştirir ve orman mantarı sporları ve kurumuş menekşe parçaları çevrenizi sarar. Yakınlarda bir otobüs yolcu almak için durur ve minicik siyah kurum parçalarıyla karışık insan derisi döküntüleri bir anlığına ortalığı kaplar. Her nefes alışınızda binlerce ve binlerce zerre

vücudunuza girer. Bazıları burnunuzun dehlizlerine yerleşir. Bazıları genzinize yapışır. Diğerleri derinlerde akciğerlerinize sığınır. Siz (...)yeryüzündeki bu zerrelerden 150 000 kadarını soluyarak içinize çekmiş olabilirsiniz; tabii dünyanın en temiz köşelerinden birinde yaşıyorsanız. Daha kirli bir yerde yaşıyorsanız bir milyondan fazlasını solumuşsunuzdur(Holmes, 2011: 7-8)".

Tozun varlığı sadece bunlarla sınırlı değildir. İnsanoğlunun yaşadığı ortamlarda üretimine sebep olduğu toz ve toz bulutları devasa boyutlara ulaşmaktadır. Kömürle çalışan enerji santrallerinin fosil yakıt kullanan dev fırınlardan yüz milyona yakın sülfür gökyüzüne yükselmektedir. Ayrıca, tarım faaliyetlerinin yapıldığı tarlalar, çiftlikler, fosil yakıtla çalışan motorlu araçlar başta olmak üzere yakıt tüketen bütün aygıtlar adeta gökyüzüne toz zerreleri püskürtmektedirler. Kısaca ifade etmek gerekirse, fosil yakıt kullanımı, kömür yakılması ve orman yangınları yoluyla altı milyon ton kurum üretilmektedir. Bütün bunlara ilave olarak milyarlarca çöl tozunu ortaya çıkaran faktörlerden birinin de tarım alanında gerçekleştiğini ifade etmeliyiz. Üstelik, civa ve kurşun ihtiva eden kanserojenlerle nükleer felaketlerin; böcek ilaçları, asbest ve zehirli dumanlardan çıkan radyoaktif zerreler de toz oluşumuna sebep olmaktadır (Höök vd., 2013: 797-809; Holmes, 2011: 10). Fosil yakıt tüketen motorlu araçların sadece 90-100 milyon ton sülfür açığa çıkardığı; ayrıca 100 milyon tondan fazla da nitrojen salınımına sebep olduğu kaydedilmiştir (Höök vd., 2013: 797-809). Son yıllarda makro boyuttaki katı, sıvı ve gaz parçacıklarının salınımının yanı sıra bu tozlara besin zinciri için tehlikeli şekilde nüfuz edebilen ve sentetik olarak üretilen "mikro ve nano partiküller" de eklenmiştir. Söz konusu sentetik ürünler kullanımı sırasında veya çöp olarak doğaya atıldığı zaman mikro ve nano boyuttaki parçacıklara ayrılarak ekosistemlerin yapısına katılmaktadır. Gözle görünmeyen bu parçacıklar âdeta Dünyanın bir "sentetik toz" ile kaplanmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla tozlar küme veya bulut olmadığı zaman ancak mikroskop altında görülüp incelenebilir. Tozlar, kaynakları, yapıları, yoğunlukları, şekilleri, hacimleri, çapları, partikül büyüklükleri ve sağlığa etkileri gibi pek çok bakımdan sınıflandırılabilir.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tozlar partikül büyüklükleri bakımından; 1. Çok ince tozlar (0,1-50  $\mu\text{m}$ ); 2. İnce tozlar (50-100  $\mu\text{m}$ ); 3. Kaba tozlar (100-1000  $\mu\text{m}$ ) şeklinde sınıflandırılabilirler. Çok ince tozlar ise endüstride üç grup altında toplanır: 1. Ultra ince tozlar (0,1-1 $\mu\text{m}$ ); 2. Süper ince tozlar (1-10  $\mu\text{m}$ ); 3. Granülömsü ince tozlar (10-100  $\mu\text{m}$ ). Buna karşılık, meteorolojik verilerde havanın tozlu oluşu iki şekilde belirlenir: 1. Bir  $\text{m}^3$  hava içindeki tozun mg olarak ağırlığı(gravimetrik yöntem); 2. Bir  $\text{cm}^3$  hava içindeki toz tanelerinin sayısı. Partikül şekillerine göre tozlar şu şekilde tasnif edilmektedir: 1. Küresel partiküller; 2. Düz kenarlı oblang partiküller; 3. Geometrik yapıda olup küp gibi keskin kenarlı partiküller; 4. Düzgün olmayan şekilli birbirine kenetlenmiş partiküller; 5. Düzgün olmayan şekilli iki boyutlu flake gibi yassı partiküller; 6.İğne şeklindeki partiküller. Hacim şekillerine göre ise tozlar şu şekilde sınıflandırılmıştır: Hacim çapı ( $d_v$ ) 1. Yüzey (Alan) çapı ( $d_s$ ); 2. Hacim alan çapı ( $d_{vs}$ ); 3. Serbest düşme çapı ( $d_f$ ); 4. Stokes çapı ( $d_{st}$ ); 5. İzdüşüm alan çapı ( $d_a$ ); 6. Elek çapı ( $d_A$ ); 7. Feret çapı ( $d_F$ ); 8. Martin çapı ( $d_M$ ). bk [https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/157093/mod\\_resource/content/0/1\\_Hafta\\_Toza\\_Te\\_knolojisi\\_Mikromeritik.pdf](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/157093/mod_resource/content/0/1_Hafta_Toza_Te_knolojisi_Mikromeritik.pdf) 20.05.2021 <https://bilimvegelecek.com.tr/index.php/2016/03/08/mineral-tozlari-ve-sagligimiz/20.05.2021>

İnsanoğlunun yaşadığı doğal ortamlardaki su, hava, orman ve toprak kirliliği, çarpık ve düzensiz kentleşme, çevreye zarar veren teknolojilerin kullanılması sonucunda sanayinin toplam ekolojik tahribatın büyük bir kısmının nedeni olması; madenler, petrol gibi yer altı ve yer üstü kaynaklarının hızla tüketilmesi, küresel ısınma, ozon tabakasının delinmesi; iklim değişikliği; su kaynaklarının kötü yönetilmesi gibi sorunlar da yoğun toz salınımının sebepleri arasındadır.

Bilim adamları tozun kökenini araştırırken ilk olarak Dünya'dan mı yoksa uzaydan mı geldiğini belirlemektedirler. Tozun görünümü, kökeni hakkında bilim adamlarına ipucu verse de, durumun kesinlik arz etmediğini belirtmek gerekir (Davies J. I., vd. 2017: 4). Bu noktada, Dünya'nın dışından gelen tozların belirlenmesini tahmin etmek nispeten kolay olmakla birlikte, bu konudaki kanıtların dolaylı olduğunun kabul edilmelidir. Bilim adamlarının toz taneciğinin kökenine ilişkin tahminlerinden sonra bile, tozun ciddi anlamda derinliklerine inilmesi gerekmektedir. Toz taneciğinin asteroit tozu mu, kuyruklu yıldız tozu mu yoksa diğer tozlardan mı olduğunun tahmin edilmesi mümkün olsa da yıldız tozu parçacıklarının sıcak ya da su yüzünden farklı şekiller almış olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır (Blum, Jürgen, vd. 1999: 836-844). Dayanıklı yıldız tozu taneciklerine örnek olarak silikon, karpit, grafit, safir ve elmas verilebilir. Diğer zayıf yıldız tozları birleşerek eriyip yeni formlarda bulunmaktadır. Bu sebeple bilim adamları yıldız tozlarını inceledikçe bir gök taşının ya da asteroidin içinde mikro taneleri bulurlar ve onları uzun bir zaman önce kaybolmuş yıldızların elçileri olarak kabul ederler (Holmes, 2011: 57).

Dünya'nın oluşumundan itibaren varlığını sürdürmesi bir bakıma uzay tozlarına bağlıdır. Günümüzde yerküre her gün çok sayıda uzay tozu toplayarak güneş sistemindeki devamlılığını sağlamaktadır (Davies J. I., vd. 2017: 2). Uzay tozlarıyla ilgili bir diğer önemli husus, onun iklim ve mevsimlerle ilişkisidir. Yapılan araştırmalar yaz ve kış aylarında tozlanmanın arttığını, ilkbahar ve sonbaharda ise uzay tozlarının miktarında düşüş yaşandığını göstermektedir (Holmes, 2011:48). Tozun, Dünya'ya ulaşma süreci ise önem arz eden diğer bir konudur. Dünya, Zodyac tozlarından oluşan bir diskin içinde bulunmaktadır (Reach, William T. vd. 1997: 461-484). Gezegenin dolaştığı yörüngeyi kaplayan tozların dörtte üçü asteroitlerden; dörtte biri ise kuyruklu yıldızlardan gelmektedir. Ancak, uzay tozlarını diğer tozlardan ayırmak güçtür; ayrıca toz taneciklerinin incelenmesi de kolay değildir. Brownlee'ye göre uzay tozları her yere dağılmıştır, hatta toz, yaşadığımız evlerde halılarda bile bulunabilir (Holmes, 2011: 41).

### **Tozun İnsan Sağlığına ve Çevreye Zararları**

Sağlık alanında çalışan bilim adamları küçük toz zerreciklerinin (aerosollerin) çeşitli hastalıklara yol açtığı görüşündedirler. Küçük toz partikülleri ağız, burnu ve genzi aşarak akciğerlerin derinlerine nüfuz etmektedirler. Tıbbi araştırmalar, zehirli toz zerreciklerinin yoğun şekilde teneffüs edilmesinin ölümcül hastalıklara sebep

---

olduğunu ortaya koymuştur. Kimyasal gübre fabrikalarından çıkan zehirli gazlardaki zerrecikler, düşük kalorili linyit kullanan ancak filtreleri olmayan veya varsa da sağlıksız ve çoğunlukla gece çalıştırılmayan termik elektrik santrallerinden açığa çıkan sülfürik asit, kükürt dioksit ve karbondioksit parçacıkları, bu tesislerin yer aldığı bölgelerde kanser, koah gibi solunum yolu ve akciğer rahatsızlıklarına sebep olduğu, tarım alanlarındaki toprağı da asit yağmurlarıyla kirleterek bitkileri yok ettiği bilinmektedir (Akbay– Bilgiç, 2020: 1587-1597). Bakteriler ve mantar sporları on mikrondan daha küçüktür. Tütün dumanındaki zerreciklerin büyüklüğü bir mikronun yarısı kadardır. Motorlu araçların egzozundan çıkan ve havaya karışarak solunan partiküller de aynı şekilde gözle seçilemeyecek derece de küçüktür. Pek çok sanayi tesisinin bacalarında arıtma yoksa veya çevresel etki bakımından atıkları doğal dengeyi bozmakta ve ekosistemlere, dolayısıyla canlılara ve özellikle insan sağlığına zarar vermektedir. Plastik maddeler, araç lastikleri ve geri dönüşüm işletmelerinde şayet çevreci izin ve tedbirler alınmamışsa söz konusu maddelerin yanmasıyla atmosfere tonlarca zararlı bileşikler yayılmaktadır. Kara bir bulut gibi atmosfere yayılan bu maddelerin içinde organik bileşikler, metan gibi çok halkalı hidrokarbonlar, yağlar, kükürt oksitleri, azot oksitleri, karbon oksitleri, uçucu partiküller bulunabilmektedir. Tarım, tahıl değirmenleri, fırın işçileri ile mermer, granit, taş, kireç ve yer altı maden ocaklarında mesai harcayanlar yoğun toz altında görevlerini yerin getiren ve sağlık bakımından risk grubundaki çalışanlardır. Diğer yandan, bazı tozların insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere sahip olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Örnek olarak sert kayalardan çıkarılan ve dokumacılıkta kullanılan asbest liflerinin insanların akciğerlerinde birikerek kanser gibi ölümcül hastalıklara yol açtığını söyleyebiliriz (Carpenter, 2005:1-4).

Atmosferdeki partikül maddelerin, kaynakları, büyüklükleri, çeşitli fiziksel ve kimyasal özellikleriyle insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri toz-ölüm oranı ilişkisinin anlaşılması açısından önem taşımaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan araştırmalar, şehirlerdeki toz miktarındaki artış ile ölüm oranları arasındaki bağlantıyı gözler önüne sermiştir (Turner vd. 2020: 460-479). Sanayileşmeden kaynaklanan hava kirliliği, toz oranını artırarak, insanların ölümcül hastalıklara yakalanmalarına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre yılda yedi milyon insan hava kirliliği sebebiyle hayatını kaybetmektedir(WHO Regional Office for Europe; 2016., p. 9; 12. Nisan 2021). Bu duruma verilebilecek örnekler, kömür tozu ve asbest tozlarıdır. Asbest tozlarının ölümcül akciğer ve bağırsak kanserine neden olduğu kanıtlanmıştır (Demir, 2018: 215-232). Güneşten dünyamıza her saniyede bol miktarda UV ışını gelir. Bu ışınlar canlılar için zararlı, hatta öldürücüdür. Ancak, yerkürenin üzerindeki okyanuslarda yaklaşık 3.8 milyar yıl kadar öncesinde oluşmaya başlayan ve hala günümüzde onlardan gelen soylarla varlıklarını sürdüren *siyanobakteri* adlı basit hücreli(mavi-yeşil algler) canlılar sayesinde bu ışınlar dolaylı olarak filtrelenir. Daha açık bir ifadeyle *siyanobakteriler* fotosentez yapar ve oksijen üretirler. Oksijen moleküllerinin bir kısmı fotoreaksiyonla ozon moleküllerine dönüşür. Ozon molekülleri yeryüzünden yüksekte, stratosfer alt sınırında sıralanarak “ozon tabakası” adı verilen bir yapı oluştururlar. Bu yapı, güneş ışınlarının çok büyük kısmını tutarak yeryüzüne, dolayısıyla canlı dokularına ulaşmasını engellerler. Böylece yeryüzündeki canlılar, kendilerine zarar verecek UV ışınlarından bu doğal örtü ile

büyük ölçüde korunmuş olurlar. Volkanlarla ya da sıcak hidrotermal sularla yüzeye çıkan radyoaktif kayaların aşınması sonucu yeryüzü bir miktar radyoaktif nitelikli tozlara da sahiptir. Ayrıca, İkinci Dünya Savaşından önce başlayan ve hâlâ devam eden başta çöller olmak üzere, çeşitli alanlarda ve okyanuslarda yapılan nükleer denemeler sebebiyle bu sahalardan rüzgârlarla havalanan ve radyoaktive içeren tozların yeryüzünün başka bölgelerine taşınıp yağdığını da belirtmek gerekir.

Aydın'ın Söke ilçesine bağlı on beş km mesafedeki Kisir Köyü'nün (6 Aralık 2012 tarihinde Resmi Gazete'de yayımlanan 6360 sayılı Büyükşehir yasası ile şimdi mahalle) yedi yüz metre uzaklığındaki Yusufpaşalar mevkiinde daha önce açılan ve kapatılmayan uranyum kuyularından ve bölgedeki bazı kayalardan çevreye radyasyon sızdığı bildirilmektedir. "Dünya Sağlık Örgütü'nün kabul ettiği yıllık '1 sievert' olan radyasyon sınırından Yusufpaşalar Mevkiinde 450 kat daha fazla radyoaktivite bulunduğu kaydedilmektedir. Menderes Deltasının başında yer alan ve yemyeşil bir tabiatı olan Kisir Köyünde çok uzun yıllar yaşaması gereken zeytin ağaçlarının bir süre sonra kuruduğu ve ahalinin büyük bir kısmının da kanser olduğu ve kanser vakalarından yetmişe yakın insanın da hayatını kaybettiği belirtilmektedir (<https://www.hurriyet.com.tr> › Kelebek › Hayat. 12 Nisan 2021).

Orta Anadolu'daki Nevşehir'de volkanik küllerden oluşan kayaların içerisindeki eriyonit minarellerinin doğal ortamda parçalanıp erimesiyle ortaya çıkan ve havaya karışan tozlar bir akciğer zarı kanseri türü olan mezotelyoma sebep olmaktadır. Bu durumdan otuz köyün etkilendiği bildirilmektedir. Özellikle Gülşehir ilçesine bağlı Tuzköy ile Ürgüp ilçesine bağlı Karain ve Sarıhıdır Köylerinde bu salınım ve kanser vakalarının çok fazla olduğu tespit edilmiştir. Tıbbi jeolojik bir olay sonucunda Dünyada milyonda bir rastlanan mezotelyoma sözü geçen köylerde yüz kat daha fazla görülmüştür (Ataman, G, 1978: 207-210). Bu yerleşim birimlerde yaşayan çiftçiler tarlalarını sürerken; toprak yollarda zirai araçlarla gidip dönerlerken; çobanlar, koyun ve sığır sürülerinin peşinde dolaşırken; kadınlar evlerinin içlerini, kapı önlerini süpürürken yoğun toza maruz kaldıklarından akciğer zarı kanserine yakalanmışlardır. Hastaların bir süre sonra hayat kalitelerinin bozulması ve vefat etmeleri, adı geçen köylerin başka yere taşınmasını gerektirmiştir. Akciğer zarında kalınlaşma, kireçlenmeyle başlayan ve sonunda mezotelyoma türü kansere dönüşen eriyonit tozlarının yüzünden uzmanlar halen Nevşehir yöresinde Acıgöl'ün Karacaören, Ürgüp'ün Çökek ve Ulaşlı köylerinin risk taşıdığını belirtilmektedir (Atabay, 2015: 5-25).

Tıp doktorları için en önemli sorun, tozun, insan akciğerlerini ne şekilde etkilediğidir. Kristobalit adlı kimyasal madde, yanardağ patlamalarından sonra açığa çıkmaktadır. Bu madde, çok küçük tozları barındırmakta ve maden işçilerinin yakalandığı silikoz hastalığına sebep olmaktadır (Ediz, 2001: 111-120).

Ekosistemler üzerinde ciddi boyutta olumsuz etkisi olan bir diğer durum ise toz fırtınalarıdır. Toz fırtınaları, kısa vadede rahatsızlığa yol açsa da ani etkiler bile küçümsenemeyecek kadar ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Toz taşınımıyla, hava kirliliğinin yoğunlaşması sonucunda solunum yolu hastalıkları, enfeksiyon ve alerjilerin arttığı, dolayısıyla mineral partiküllerin de insan sağlığını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Afrika'da üzerinde mikrobik canlılar taşıyan çöl tozlarının küçük

çocuklardaki yaygın olan menenjit hastalığı ile bir ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Rüzgârın etkisiyle havalanan kum ve toz parçacıklarının sürtünmesinden kaynaklanan statik elektrik, insanlarda baş ağrısına yol açarken, 2000 yılının Ocak ayında Kenya Havayollarına ait olan bir jet, toz fırtınası yüzünden okyanusa düşmüştür (Holmes, 2011: 76). Toz fırtınasının başlaması için zemindeki sıcak hava tabakasının, soğuk hava tabakasının içinden geçmesi gerekir. Ancak bu meteorolojik olay gerçekleştiği anda fırtınanın durdurulması çok zordur. Toz fırtınaları insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Yerden hızla yükselen toz, insanların derisine nüfuz ettiğinde iğne batırılmış gibi bir etki yapmakta; gözleri, kulakları ve gırtlığı olumsuz etkilemekte; hatta “toz zatürresi” denilen ateşli bir hastalığa yol açmaktadır (Korényi-Both, 1992 : 452-62).

### **Tozun Ekosistemlerdeki Yeri ve Olumlu Etkileri**

İnsanoğlunun toz ile olan ilişkisi yüzyıllar boyunca oldukça karmaşık bir biçimde gerçekleşmiştir. Bilim adamları, tozun uzun vadede iklim değişikliğine yol açtığı konusunda bilgi sahibi olmakla birlikte bu etkileşimin ayrıntılarını tam manasıyla ortaya koyamamışlardır (Harrison vd. 2001: 43-80). Ancak toz bulut ve kümelerinin gazlarla birlikte güneşin zararlı ışınlarını kestiği, toz zerreciklerinin ise güneş ışığını yansıtarak serinlettiği bilinmektedir. Dünya tozlardan arınmış tertemiz bir yer olsaydı, dayanılamayacak ölçüde rutubetli olurdu. Eğer, toz olmasaydı, su buharları yoğuşmaz, dolayısıyla yağmurlar yağmazdı. Dünyanın akciğerleri olarak kabul edilen Amazon Yağmur Ormanlarını, Büyük Sahradan kalkan ve okyanusu aşarak Güney Amerika'ya inen tozlar yağarak buradaki milyonlarca canlı için toprağı gübreleyerek tazeleyip beslemektedir (Swap, R. vd. 1992: 133-149). Yeryüzünde dolaşımda olan tozlar, rüzgârla taşındıklarında gezegendeki ıssız kayalıkların ve adaların bitkilerle kaplanmasını, yeşil ve canlı olmasını sağlamaktadırlar. Yeryüzüne inen kaya tozları, dünyanın en ücra köşelerindeki canlıları beslemesiyle dikkat çekmektedir. Tozlar, bu yönüyle ekosistemlerdeki besin zincirinde önemli bir pay sahibidirler. Okyanuslara düşen veya kutuplardaki buzullara ulaşan tozlar, çok küçük boyuttaki planktonlar veya bitkilerin gelişmesi ve çoğalması için besin zincirinin önemli halkalarından biridir. Ayrıca tozlar sayesinde dolaşıma çıkan mantarlar, çeşitli maddeleri parçalayarak hayatlarını sürdürmenin yanı sıra sıkışan besinleri serbest bırakarak toprağı zenginleştirme özelliğine sahiptirler. Yine nematod adı verilen küçük kurtçuklar, rüzgâr ve tozlarla taşınarak küçük yaşam biçimleri olarak canlılıklarını devam ettirip soylarını sürdürebilirler (Shinn vd., 2000: 3029-3032).

Günümüzden sekiz bin yıl önce Çin'in orta bölgelerine havadan inen toz serpintisinin derinliğinin bazı yerlerde yüz metreye ulaştığı ve bu kalın toz tabakasından tarımda yararlandığı, kolaylıkla işlenebildiği ve bitkiler için çok besleyici ve elverişli olduğu kaydedilmiştir (Jiang, 1999). Bugün Amerika Birleşik Devletleri'nin orta bölgelerinde toz katmanları üzerinde tarım yapılabilir. Antik çağda Finlandiya'da yaşayan kişilerin tozu, kili sertleştirmekte kullanması da önemli bir bileşen tercihidir (Holmes, 2011: 15). Tozun işlenmesiyle değişik malzemelerin yapıldığı, tarihi dönemlerden itibaren bilinmektedir. Antik çağda Mezopotamya'da tozların eritilmesiyle, tuğla ve taş, Finlandiya'da ise lifli kayaların parçalanmasıyla oluşan tozla, çömlek yapımının yanı sıra binalarda sıva olarak kullanıldığı tespit



edilmiştir (Yıldırım, 2019: 17-84). Günümüzde tozdan aktif olarak, tahıl ekimi başta olmak üzere çanak ve çömlek imalatında faydalanılmaktadır. İnşaat alanındaki çimento ve türevlerinin yapımında etken maddeler kaya tozu ile çakıl taşıdır. "Alçıpan" istenilen şekle sokulmuş bir mineral tozudur. Boyalara renkli tozlar, renk verir. Temizleme tozlarının ovma gücünü, diş macununa parlacılığı, talk pudrasına ipeksi özelliğini kaya tozları sağlar. Göz farı, talk pudrasının toz haline getirilmiş balık pullarına ve pigmentlere kadar değişen pırıltılı tozların karışımından oluşmuştur. Aspirinler ve vitaminler esasen sıkıştırılmış tozlardan hazırlanmıştır. Dergilerin kâğıdı, kurutulmuş kil tozundan çok ince bir tabakayla kaplanarak parlaklaştırılır. Kurşun kalemlerin içinde sıkıştırılmış grafit tozu bulunmaktadır. Ekmek ve makarna da buğday başta olmak üzere çeşitli tahıl tanelerinin öğütülüp bir nevi toz olan un haline getirilmesiyle yapılabilir. Çağdaş hayat, büyük ölçüde toz haline getirilmiş gıda dâhil, mineral ve madenlerin işlenmesine ve ihtiyaç duyulan formlara dönüştürülmesine bağlıdır. Sarı hardal, hardal tohumlarının; yumuşak kakao ise sert kakao tanelerinin tozundan elde edilir (Holmes, 2011: 16).

### **Sahra ve Ortadoğu Kaynaklı Çöl Tozları**

Sanayi Devrimi'nin sonuçları arasında yer alan ve insan eliyle doğaya yapılan tahribat ve zehirli gaz ve partiküllerin oluşumu sürecini bir kenara bırakırsak, çöl tozlarının da olumsuz yönlerini gözden uzak tutmamak gerekir. Çöl tozu (Mineral Toz Partikülleri), ekosistemlere ciddi ölçüde zarar vermektedir. Çöl tozunun rüzgârla ülkeler ve kıtalar arası seyahati, doğal ortamları tehdit etmektedir. Toz sebebiyle canlı varlıkların yok oluş tarihine sadece dinazorların soyunun tükenmesini değil, deniz ekosistemlerinde yer alan mor deniz yelpazesi mercanlarının ve denizkestanelerinin ölümü, hatta bazı türlerin kaybolması, örnek olarak verilebilir. Bütün bu türlerin yok oluşunun bir sebebi de çöl tozlarının taşıdığı mantarlar olduğu ifade edilmektedir.

Çöl tozları konusundaki çalışmalar, devasa toz bulutları üreten Afrika'daki Büyük Sahra ile Doğu Asya'daki Gobi ve kısmen de Doğu Türkistan'daki Taklamakan Çölü üzerinde yoğunlaşmıştır. Ancak Türkiye'nin yakınındaki İran'da bulunan Tih, Naumid, Margah Çölleri(deşt) ile Arabistan Çölleri(Suriye, Irak, Ürdün, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Suudi Arabistan, İsrail, Yemen, Umman,) gökyüzüne benzer bir miktarda toz kaldırdığı ihtimal dâhilindedir. Ayrıca, Hazar Denizinin ötesindeki Türkmenistan'daki Karakurum ile Özbekistan'daki Kızılkum Çölleri'nin de toz konusunda Türkiye'ye etkileri ayrıca incelenmeye değer. Türkiye coğrafyasının üç tarafındaki denizlere paralel ve dik uzanan dağlar ile Doğu Anadolu'daki dağ silsilelerinin yanı sıra yüksek platolar sebebiyle iklim şartlarının komşu memleketlerdeki atmosfere yükselen tozlardan ne ölçüde etkilendiği hususu derinliğine çalışmaları gerektirmektedir. Marmara Bölgesindeki Yay Gölü, Konya'daki Tersakan Gölü ile Samsam Gölü, Kırşehir ili hudutları içindeki Seyfe Gölü gibi Türkiye'de kuruyan pek çok gölün yatakları da mevzi toz kaynakları olarak değerlendirilmelidir (<https://www.sozcu.com.tr> > Hayat > Yaşam Türkiye'de 70'e yakın göl kurudu, 5 Ekim 2020). Ayrıca, kuruyan göllerin, göçmen su kuşlarının da uzun yolculuklarındaki konaklama alanının ortadan kaldırılmasından tutunuz da çevresindeki hayvan ve bitki varlığının yok edilmesinin ekosistemlere etkisi, bütün yönleriyle üzerinde durulması gereken diğer bir husustur. Toz üretiminde bir diğer önemli faktör ise erozyondur. Yerkürenin bütün bölgelerinde etkili olan erozyon, toz

oluşturmaktadır. Dünya'nın yeşil bölgelerinde toz, bitkilere yapışmaktayken, nemli topraklar da tozu hapsetmektedir. Yerkürenin kurak kesimlerinde ise toz, rüzgârla başka bölgelere taşınmaktadır (Holmes, 2011: 72). Ancak, sadece uzay tozları değil, çöl tozları da yeryüzündeki tozlanmanın sebeplerindedir. Arabistan çöllerinin uzantılarına veya yoğun etkisine sahip Ortadoğu ülkelerindeki (Suriye, Irak, Ürdün, Kuveyt, Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn, Suudi Arabistan, İsrail, Yemen, Umman) kum ve toz taşınımının, tarım yapılan arazi yapısının bozulmasına, toprakta organik maddelerin azalması ve bitki çeşitliliğinin fakirleşmesine yol açtığı belirlenmiştir (Ateşoğlu vd., 2018: 71). Bu durum, insanların sürdürülebilir bir ürün politikası uygulamamalarından ve arazi kullanımının kum ve toz fırtınalarına açık olmasından kaynaklanmaktadır. Irak'taki toz kaynaklarının artışı, iklim değişikliği, sıcaklık yükselmesi, yıllık yağış miktarının düşüşü ve nehir sularının ısınarak kalitesinin bozulması, bataklıkların kurutulması, yanlış arazi kullanımları, arazi tahribatı ve çölleşme, öncelikli olarak rol oynamıştır (Ateşoğlu vd., 2018: 72). Su kaynakları bakımından fakir olan Ortadoğu ülkelerinde tarım yapılabilir nitelikteki yaklaşık 594699.00 km<sup>2</sup>lik arazi miktarının 459482.00 km<sup>2</sup>'si Türkiye'de, 48680 km<sup>2</sup>'si Irak'ta ve 41975 km<sup>2</sup>'si Suriye'de yer almaktadır. Ateşoğlu ve arkadaşları, *Collect Earth* yazılımından yararlanarak hazırladıkları bir proje sonucunda Türkiye'ye mücavir Irak ve Suriye'deki Fırat ve Dicle ırmaklarının suladığı havzalardaki tarım arazilerinin toz tehdidi konusunda sınıflandırılmaya tabi tutmuşlardır. Toz taşınımında risk seviyesi bakımından birinci derece toz kaynak bölgeleri en yüksek, beşinci derece toz kaynak bölgelerini ise en düşük bölgeleri olarak belirlemişlerdir. Buna göre, Irak topraklarının üçüncü derece toz kaynak bölgeleri %64'ünü (283185 km<sup>2</sup>), dördüncü ve beşinci toz kaynakları bakımından %17.7'sini (80991 km<sup>2</sup>) oluşturmaktadır. Suriye'nin ise ülke topraklarının yaklaşık %74.4'ü toz kaynağı bölgeleri ile kaplı olduğu tespit edilmiştir. Hududu bulunduğu Suriye ve Irak'ın toz kaynak bölgelerinin yakınlığı dikkate alındığında Türkiye'nin ciddi tehdit altında olduğu görülmektedir. Ateşoğlu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Irak topraklarının %82'si, Suriye topraklarının %74,4'ünün toz kaynak bölgeleri olduğu düşünüldüğünde, Ortadoğu'da mevcudiyetinden bahsedilen 20 milyon tondan daha fazla tozun taşındığı tahmin edilebilir (Ateşoğlu vd., 2018: 78).

Dünyadaki en önemli toz kaynağı Büyük Sahra Çölü'dür. Toplam yüzölçümü 9.149.000 km<sup>2</sup> olan Sahra Çölü, doğu-batı yönünde 5000 km, kuzey-güney doğrultusunda ise 1500 km uzunluğa sahiptir (Laity, 2008:15). Son buzul döneminin bitiminde çok verimli toprakları ve gölleri bünyesinde barındıran Sahra Çölü, günümüzde kum ve topraklarını toz fırtınalarıyla Dünya'nın farklı bölgelerine iletmektedir. Çöllük alanlardan atmosfere karışan tozların iki milyar tonu bulduğu; bunun %70'ni Büyük Sahra ile diğer Ortadoğu Çöllerinden üretildiği bilinmektedir (De Longueville, 2010: 1-8). Beşte biri kumla kaplı olan Sahra Çölü'nde 300 metreyi aşkın kum tepeleri mevcuttur. Söz konusu bölgelerde kuraklık, havaya kalkan toz miktarının artışını da beraberinde getirmiştir (Şengün-Kıraşan, 2012: 62). Sahra tozları, sıcaklığın düşmesine neden olmasının yanı sıra, havadaki nemi yoğunlaştırarak yağışlara da neden olmaktadır. Diğer yandan Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Wisconsin-Maddison Üniversitesi'nde görevli olan bilim adamları 1981-2006 yılları arasındaki uydu verilerini esas alarak yaptıkları araştırmada, Sahra Çölü üzerinden

Afrika'ya giden toz bulutları ile Atlas Okyanus'undaki kasırga sıklığı arasında kuvvetli bir korelasyon bulunduğu görüşünü ortaya koymuşlardır (Şengün-Kıranşan, 2012: 65). Türkiye'ye taşınan çöl kökenli toz yükünün yıllık ortalama 20 milyon ton seviyesine ulaştığı hesaplanmaktadır(Kubilay, vd. 1995: 2289-2300). Çöl tozlarının büyük parçacıkları, kaynak alanlarının yakınlarında çökerken, küçük olanlar ise atmosferin üst tabakalarına yükselerek uzun mesafeler kat edebilmektedirler.

Toz hareketleri ve taşınımıyla ilgili tahminler için son yıllarda uydulardan yararlanılmaktadır. NASA'nın 1999 yılında fırlattığı MODIS sisteminin üzerindeki Terra ve Aqua adlı iki uydu ile atmosferdeki *Aerosol Optik Derinliği* (AOD) ve *Angstrom Exponent* (AE) verileri elde edilebilmektedir (<http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni>). OMI (Ozon Görüntüleme Cihazı) da ozon, ozon kimyası, toz, duman, sülfat gibi türleri ölçebilmekte ve ayırt edebilmektedir (Oğuz-Dündar, 2014: 55). AB üyeleri, Avrupa Uzay Ajansı (ESA), EUMETSAT ve ECMWF ile işbirliği içerisinde çalışmaktadır. Kopernik (ECMWF Copernicus), Avrupa Birliğinin Dünya gözlem programıdır. Ayrıca, Barselona'da bulunan Toz Taşınımı Tahmin ve Değerlendirme Merkezi AERONET (Aerosol Robotik Ağı) istasyonlarına ait gözlemler ile hesaplanan korelasyon katsayılarını yayımlamaktadır. Avrupa Birliği, şehirlerdeki hava temizliği ve kalitesinin ortalama 24 saatlik sürede toz miktarının elli mikronun altında ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )'e ve partikül maddeleri ise 10pm değerinde olmasını üye ve aday ülkelerden istemektedir. Ancak, AB normlarına göre, eğer yerleşim birimi dışından sınır ötesi toz taşınımı gibi doğal bir sebepten kaynaklanan bahse konu sınır değerlerin aşımı söz konusu ise bu ölçütler dikkate alınmamaktadır. Ülkemizde, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Ulusal Hava Kalitesi Sürekli İzleme Ağı(Sim) ise illerdeki yer istasyonları ile toz partiküllerini ölçmektedir. Toz salınımıyla ilgili değişik uydularla birçok kurum ve enstitü tarafından geliştirilen toz taşınımı tahmin modelleri bulunmaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü günlük olarak sözü geçen uydu verilerini değerlendirerek Türkiye'deki "zaman ve alan" itibariyle yüzey toz konsantrasyonunu yayımlamakta; uzaktan algılama ve sayısal tahmin modellemeleri yapılabilmektedir (<https://www.mgm.gov.tr/tahmin/toz-tahmini.aspx>). Buna göre, çöllerden yükselen mineral toz partikülleri Türkiye'de uzun süreli olmasa da ülkenin batısından doğusuna kadar pek çok yeri etkilese de en çok serpintiye maruz kalan Güney-Doğu Anadolu Bölgesi ile Orta-Anadolu'da Karaman, Konya Niğde ve kısmen Nevşehir illeridir. Güney-Doğu Anadolu Bölgesi Arabistan çöllerinden kalkarak Irak ve Suriye üzerinden gelen toz bulutlarından serpintilere de muhatap olmaktadır.

### Sonuç

Küresel ısınma, iklim değişikliği, hava, toprak ve su kirliliği, yanlış kentleşme ve sanayileşme, orman ve yeşil alanların yok edilmesi, enerji elde etmek için fosil yakıt kullanımı, madencilik faaliyetleri, uzay araştırmaları gibi pek çok nedenle evrenin döngüsü, varlıkların sürdürülebilir bir hayatı için giderek tehlikeli hale gelmiştir. Kirliliğin gözle görülmeyen en küçük parçacığı olan varlıkların ürettiği tozlar ile doğal tozlar günümüzde canlılar için gezegenimizde önemli bir tehdit unsurudur. Bu makale çerçevesinde Türkiye ve Yerküredeki toz taşınımı bütün yönleriyle değerlendirilmiş; konuyla ilgili giderek büyüyen tehdide dikkat çekilmek istenmiştir. Türkiye'de bütün varlıklar ve canlılar için Afrika ve Ortadoğu başta olmak üzere, ülke dışından ve

içinden toz taşınımalarının izlenmesi, tahmin edilmesi ve miktarlarının hesaplanması, sağlıklı bir sürdürülebilir hayat için önem arz etmektedir.

## KAYNAKLAR

Akbay, Cuma - Abdalbaki Bilgiç , 2020, “Afşin ve Elbistan İlçelerinde Toplumun Termik Santrallerin Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri Konusundaki Görüşleri” *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, Cilt 23, Sayı 6, 2020, 1587 – 1597

Atabay, Eşref, 2015, *Kapadokya/Tıbbi Jeoloji-Mezotelyoma Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir*, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

Ataman. G, 1978, “The Zeolitic Tuff of Cappadocia and Their Probable Association with Certain Types of Lung Cancer and Pleural Mesothelioma”, *Comptes Rendus de l’Academie de Science Paris*, 287, p. 207-210.

Ateşoğlu, Ayhan., Tunay, Metin., Arıkan, Talha Berk., Yıldız, Saffet, 2018, “Ortadoğu Toz Kaynaklarının Tespiti ve Fırat-Dicle Nehir Havzası Suriye-Irak Tarım Alanları Üzerindeki Etkisinin Değerlendirilmesi”, *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi Journal of Natural Hazards and Environment*, 42: 70-81, DOI: 10.21324/dacd.369502

Carpenter, David O, 2005, “Environmental Contaminants and Human Health: The Health Effects of Persistent Toxic Substances”, *Fırat Tıp Dergisi*, 101: 1-4

Davies, J. I., Baes M. , Bianchi, S., Jones A., Madden, S., Xilouris, M., Bocchio M., Casasola V., Cassara, L., Clark, C., 2017, *DustPedia: A Definitive Study of Cosmic Dust in the Local Universe*, Publications of the Astronomical Society of the Pacific, Volume 129, Number 974 doi:10.1088/1538-3873/129/974/044102

Demir, Bahattin Murat., Ercan, Sami., Aktan, Mustafa., Öztaşkın, Harun., 2018, “Türkiye’nin Asbest Profili ve Asbest Güvenliği Sorunu” *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 422 S. 215 – 232.

De Longueville, F., Hountondji, 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*, 4091, 1-8.

- Ediz, İ. Göktay- Beyhan, Sunay-Yuvka, Şahin 2001 “Madencilikte Tozlara Bağlı Meslek Hastalıkları”, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12, 111-120.
- Elmore, A.J., Kaste J. M., Okin, G. S., Fantle, M.S., 2008, “Groundwater influences on atmospheric dust generation in deserts”, *Elsevir, Journal of Arid Environments* 7210 p. 1753-1765.
- Gioannini L., Matteucci, F., Calura, F., 2017, “The cosmic dust rate across the Universe”, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 471, Issue 4, November 2017, Pages 4615–4627, <https://doi.org/10.1093/mnras/stx1914>
- Greenberg, J.Mayo, 2002, “Cosmic dust and our origin”, *Surface Science*, Volume 500, Issues 1–3, 10 March 2002, Pages 793-822.
- Güllü, G. H., Ölmez, I., Aygün, S., Tuncel, G., 1998. ‘Atmospheric trace element concentration over the eastern Mediterranean Sea: factors affecting temporal variability’, *Journal of Geophysical Research* 103, 21943-21954
- Harrison, Sandy P., Kohfeld, Karen E., Roelandt, Caroline., Claquin, Tanguy., 2001, “The role of dust in climate changes today, at the last glacial maximum and in the future”, *Elsevier Earth-Science Reviews*, 541–3, June 2001, p. 43-80, <https://doi.org/10.1016/S0012-82520100041-1>
- Health risk assessment of air pollution–general principles. Copenhagen: *WHO Regional Office for Europe*; 2016., 12. Nisan 2021.
- Höök Mikael., Tang, Xu 2013, “Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change”, *Elsevier Energy Policy* 52, p. 797-809
- Jiang, Hong, 1999 *The Ordos Plateau of China: An endangered environment*, Tokyo: United Nations University Press,
- Jürgen Blum, Gerhard Wurm, Torsten Poppe, Sascha Kempf, Björn Fiethe, Michaela Giel, Peter Offtenderinger, Dietmar Neuhaus, Martin Rott, Frank Giovane, “The cosmic dust aggregation experiment CODAG” *Measurement Science and Technology*, Volume 10, Number 10, p. 836-844.
- Korényi-Both, A. L., Molnár, A. C ., Fidelus-Gort, R., 1992, “Al Eskan disease: Desert Storm pneumonitis”, *Military Medicine*, 1579:452-62.
- Kubilay, N., Saydam, A. C., “Trace elements in atmospheric particulates over the Eastern Mediterranean: Concentrations, sources and temporal variability”, *Atmospheric Environment* 29, 1995 2289-300
- Oğuz, Kahraman., DüNDAR, Cihan., 2014, “Toz Taşınımı Olayının Uzaktan Algılama ve Sayısal Tahmin Modeli İle Analizi”, *Ege Coğrafya Dergisi/Aegean Geographical Journal*, 23/2 2014, 53-64, Izmir—Turkey

Plane, John M. C. 2012 Cosmic dust in the earth's atmosphere *Chemical Society Reviews.*, 41, p. 6507-6518, Doi: 10.1039/C2cs35132c.

R. Swap, M. Garstang, S. Greco, R. Talbot, P. Källberg, 1992, "Saharan Dust in The Amazon Basin", *Tellus B*, 44,2, p. 133-149. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0889.1992.t01-1-00005.x>

Reach, William T. , Franz Bryan A. , Weiland, Janet L. 1997, "The Three-Dimensional Structure of the Zodiacal Dust Bands", *Icarus* 1272, June 1997, p. 461-484.

Steven R. James, 1989. "Hominid Use of Fire in the Lower and Middle Pleistocene: A Review of the Evidence" *Current Anthropology*. 30 1: 1–26. doi:10.1086/203705. S2CID 146473957.

Şengün Taner., Kıranşan Kemal., 2012, "Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Çöl Tozlarının Hava Kalitesi Üzerine Etkisi", *Türk Coğrafya Dergisi*, 59, s. 59 – 68.

Schneider, T., Petersen O.Holm., Eriksen P., Vinzents, P., Hansen, B.Kofoed , 1989, A simple method for the measurement of dust on surfaces and the effectiveness of cleaning *Elsevir, Environments International* 151-6 p. 563-566. <https://doi.org/10.1016/0160-41208990077-9>

Shinn, Eugene A. , Smith, Garriet ., Prospero, Joseph M., Betzer, Peter., 2000, "African dust and the demise of Caribbean Coral Reefs", *Geophysical Research Letters* 2719:3029-3032. DOI:10.1029/2000GL011599

Turner, Michelle C., Andersen, Zorana J., Baccarelli, Andrea., Diver, W. Ryan., Gapstur, Susan M., Pope III, C. Arden., PhD, Prada, Diddier., Samet, Jonathan., Thurston, George, Cohen, Aaron., 2020, "Outdoor air pollution and cancer: An overview of the current evidence and public health recommendations" *CA: A Cancer Journal for Clinicians* 706 p. 460-479. <https://doi.org/10.3322/caac.21632>.

Yıldırım, Burcu, 2019, The Social and Symbolic Role of Early Pottery in The Near East <http://etd.lib.metu.edu.tr> › upload 12.Nisan 2021 Basılmamış Yüksek Lisans Tezi.

[https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/157093/mod\\_resource/content/0/1\\_Hafta\\_Toiz\\_Teknolojisi\\_Mikromeritik.pdf/20.05.2021](https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/157093/mod_resource/content/0/1_Hafta_Toiz_Teknolojisi_Mikromeritik.pdf/20.05.2021).

<https://bilimvegelecek.com.tr/index.php/2016/03/08/mineral-tozlari-ve-sagligimiz/20.05.2021>

<https://www.hurriyet.com.tr> › Kelebek › Hayat 'Kanser köy'ün haykırışı: Biz ölüyoruz!' 8 Haz 2017 tarihli gazete nüshası 12.04.2021.

<https://www.sozcu.com.tr> › Hayat › Yaşam Türkiye'de 70'e yakın göl kurudu, 5 Ekim 2020. 12.04.2021.