



## TOPRAK OMURGASIZLARI MİKROPLASTİK KONTAMİNASYONUyla NASIL BAŞA ÇIKIYOR?

**Carlos Barreto<sup>1\*†</sup>, Matthias C. Rillig<sup>2,3†</sup>, Walter R. Waldman<sup>4†</sup> and Stefanie Maaß<sup>3,5†</sup>**

<sup>1</sup> Department of Biology, Biotron Experimental Climate Change Research Centre, Western University, London, ON, Canada

<sup>2</sup> Plant Ecology, Institute of Biology, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

<sup>3</sup> Berlin-Brandenburg Institute of Advanced Biodiversity Research (BBIB), Berlin, Germany

<sup>4</sup> Center of Science and Technology for Sustainability, Federal University of São Carlos, Sorocaba, Brazil

<sup>5</sup> Plant Ecology and Nature Conservation, Institute of Biochemistry and Biology, Universität Potsdam, Potsdam, Germany

### YOUNG REVIEWERS:



**ASTÈRE**

AGE: 8



**JUNIE**

AGE: 10

Toprakta yaşayan küçük hayvanlar, bunlara toprak omurgasızları da denir, toprak sakinlerinin çok çeşitli bir grubunu temsil eder. Bu gruba toprak solucanları, tespih böcekleri, örümcekler, sıçrar kuyruklular, akarlar ve bazı böcekler dahildir. Toprak omurgasızları ölü bitkiler, bakteri ve mantarlar, ya da diğer toprak omurgasızları üzerinden beslenirler. Toprak omurgasızlarının kendi aralarındaki ve birçok farklı türdeki canlılarla olan çeşitli etkileşimlerine baktığımızda topraklardaki yaşamın karmaşık ve anlaşılması zor olduğunu görürüz. Ne yazık ki, toprak omurgasızları onlarca yıldır mikroplastik denen ufak plastik parçacıkların kontaminasyonun da neden olduğu toprak kirliliği ile mücadele ediyorlar. Peki ama mikroplastikler bu canlılara zararlı mı? Toprak omurgasızları birbirleri üzerinden beslenirken mikroplastikler de bu diyete dahil olur mu? Mikroplastikler ve toprak omurgasızları hakkında birçok sorunun araştırılması için toprak solucanları kullanılıyor ama sıçrar kuyruklular,

akarlar ve nematodlar üzerinde yapılan çalışmalar da yok değil. Bu yazıda mikroplastiklerin toprak omurgasızları üzerindeki etkilerini özetliyoruz.

## TOPRAKTAKİ GİZLİ SÜPER KAHRAMANLAR KİMLER VE GÖREVLERİ NELER?

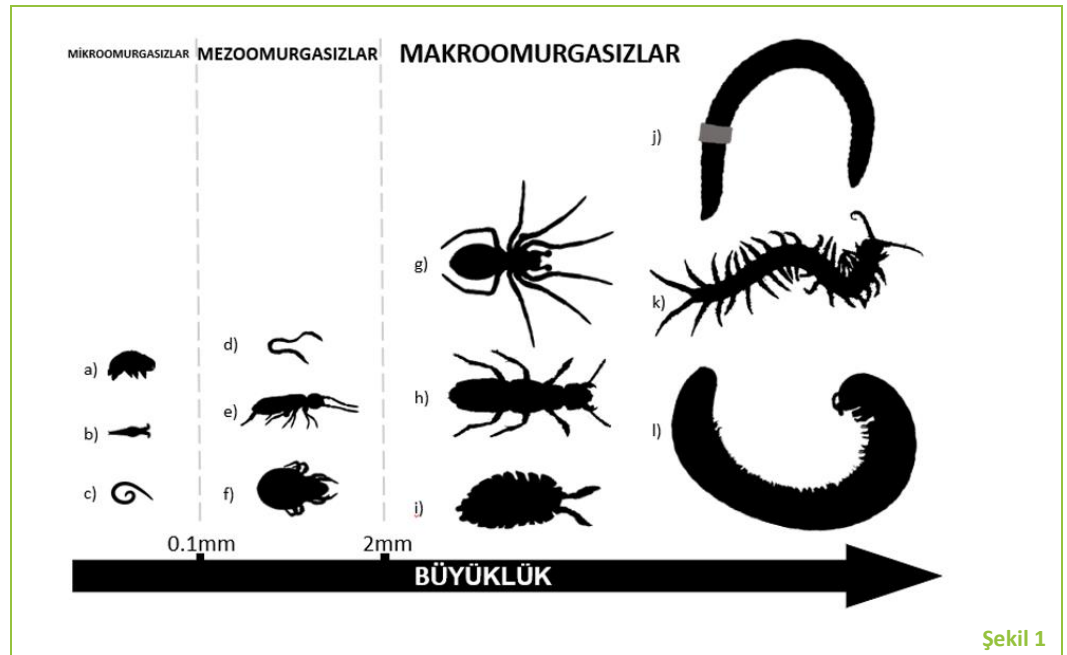
Birçok hayvan toprakta yaşar, ama... neden hepsini göremeyiz? Toprak içerisinde yaşayan bu küçük hayvanlar **toprak omurgasızları** olarak adlandırılırlar ve boyutları önemli ölçüde değişiklik gösterir. Bazı türler bir insanın saç telinin çapından bile daha ufaktır! Toprak omurgasızlarını büyüklüklerine göre 3 ana gruba ayırabiliriz [1] (**Figür 1**). Makroomurgasızlar grubunda toprak solucanları, tespih böcekleri, örümcekler, kırkayaklar, çıyanlar ve kın kanatlılar gibi bazı böcekler yer alır. Bunlar 2 mm'den daha büyüktür ve toprak içerisinde kendi yaşam alanlarını oluşturabilirler. Mezo-omurgasızlar orta boyuta (0.1-2 mm) sahiptir ve toprakta hava dolu gözeneklerin içerisinde yaşamlarını sürdürürler. Sıçrar kuyruklular, akarlar ve saksı kurtları bu gruptadır. Mikroomurgasızlar ise 0.1 mm'den daha küçük oldukları için bir mikroskop yardımı olmadan onları göremeyiz. Bu küçük toprak sakinleri, toprak parçacıklarının etrafında bulunan suda yaşarlar. Bu canlılara örnek olarak nematodlar, tekerlekli (rotiferler) ve su ayıları (tardigradlar) verilebilir.

### TOPRAK OMURGASIZLARI

Omurgaları veya kemikli iskeletleri olmayan küçük, toprakta yaşayan hayvanlar.

### Şekil 1

Farklı büyüklükteki toprak omurgasız örnekleri. (A) su ayısı, (B) rotifer, (C) nematod, (D) saksı kurdu, (E) sıçrar kuyruklu, (F) akar, (G) örümcek, (H) kın kanatlı, (I) tespih böceği, (J) toprak solucanı, (K) çıyan ve (L) kırkayak. Çizimler toprak omurgasızlarının gerçek boyutunu temsil etmemektedir.



Şekil 1

Her bir toprak omurgasız grubu farklı bir besine ilgi duyar. Genel olarak, örümcekler gibi bazı toprak omurgasızları diğer toprak omurgasızlarıyla besin ihtiyaçlarını karşılar. Diğerleri, mesela sıçrar kuyruklular, mantar veya bakteri gibi mikroplarla beslenir; ve toprak solucanı gibi geri kalanlar ise ölmüş bitki artıklarıyla beslenir. Bu beslenme ilişkileri birçok farklı türün (**Figür 2**) ve etkileşimlerinin meydana getirdiği karmaşık yiyecek ağının bir parçasıdır.

## Şekil 2

Toprak omurgasız örnekleri.  
Mikroomurgasızlar (<0,1 mm) şunları içerir: (A) su ayıları ve (B) nematodlar; mezoomurgasızlar (0,1 ile 2 mm arası) arasında (C) saksı kurtları, (D–G) sıçrar kuyruklular ve (H,I) akarlar bulunur; makroomurgasızlar (>2 mm) (J) tespih böceği, (K) kın kanatlılar, (L) solucanlar, (M) kırkayaklar, (N) çıyanlar ve (O) örümcekleri içerir (fotoğraf: A,C–O: Frank Ashwood; B: Devdutt Kamath).



Şekil 2

Bütün toprak omurgasızları çevre için çok önemlidir. Örneğin, su ayıları yeni bölgeleri kolonize edebilir ve diğer canlılar için besin kaynağı görevi görebilir. Sıçrar kuyruklular, akarlar, tespih böcekleri ve toprak solucanlarının da yardımıyla nematodlar topraktaki besin döngüsünü sağlamaya yardımcı olabilir. Tespih böcekleri, sıçrar kuyruklular ve bazı akarlar [4] yaprakların ve toprakta eskiden canlı olan yapıların ayrıştırılmasına yardım eder; ve atmosferdeki karbonun toprak içerisinde hapsedilmesini sağlar. Toprak solucanları yağmur suyunun toprağa sızmasına yardım eder. Bazı toprak omurgasızları, bitki hastalıklarına yol açan organizmalarla beslenerek bitkilerin bu zararlılar tarafından istila edilmesine engel olabilir. Hepsinin kendi özgün görevi vardır, bu canlılar toprağın sağlıklı kalması için uğraşırlar; ve bu da yiyeceklerimizin kalitesini sağlamak için gereklidir.

## MİKROPLASTİKLERİN TEHDİDİ

Ne yazık ki, birçok toprak omurgasızının evi mikroplastik gibi kirleticiler tarafından istila edilmiş durumda. **Mikroplastikler**, birçok şekilde meydana gelebilen küçük (<5 mm) parçacıklardır **Figür 3; Kutu 1**. Örneğin, arabalar yollarda giderken lastikleri yıpranır ve mikroplastikleri rüzgar tarafından toprağa taşınabilir. Yine çamaşırları yıkadığımızda giysilerden suya plastik fiberler salınır. Polar ceket, tek bir yıkamada bir milyona varan fiberin

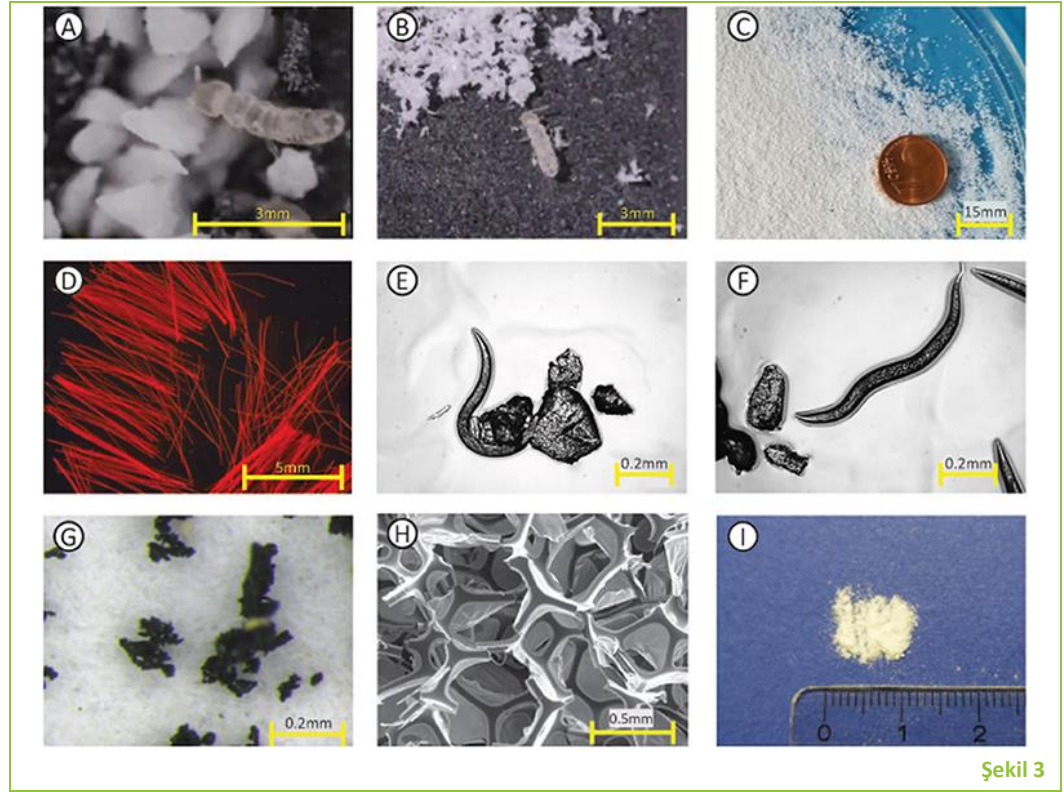
## MİKROPLASTİKLER

Toprağa ve su yaşamına zararlı olabilecek küçük plastik parçacıklar (<5 mm).

salınmasına neden olabilir. Bu plastik fiberlerin çoğu kanalizasyona karışıyor, bu da bir sorun teşkil ediyor; çünkü arıtılmış atık su, ekinlerin yetiştiği toprağı gübrelemek için kullanılabilir. Ayrıca mikroplastikler toprağı plastik çöp ve yağmur suyu aracılığıyla da girebilir.

### Şekil 3

Mikroplastik örnekleri.  
**(A)** Sıçrar kuyruklu ve üre-formaldehit parçacıkları.  
**(B)** Sıçrar kuyruklu ve bir plastik şişeden kazınmış parçalar. **(C)** Polipropilen mikro boncuklar.  
**(D)** Polipropilen mikrofiberler.  
**(E,F)** Polistiren parçaları ve yetişkin nematodlar.  
**(G)** Lastik aşınmasıyla oluşan parçacıklar. **(H)** Bir poliüretan süngerin yakından görünümü.  
**(I)** Toz benzeri polipropilen (fotoğraf: A,B: C. Reinhart ve D. Daphi, C,I: Stefanie Maaß, D: Carlos Barreto, E,F: Shin Woong Kim, G: Eva Leifheit, H: Walter Waldman).



Şekil 3

Mikroplastikler çok çeşitli kimyasal ve fiziksel özelliklere sahiptir. Plastik materyaller sıklıkla **katkı maddeleri** içerir. Mikroplastikler bir kere **bozulmaya** başladıklarında, bu katkı maddeleri mikroplastikleri çevreye daha da zararlı hâle dönüştürür. Plastik parçacıklar; güneş ışığı, su ve etraflarını saran toprak parçacıklarının kendilerine sürtünmesi nedeniyle giderek daha kırılabilir hâle gelir. Zamanla, mikroplastik parçacıklar, nanoplastik adı verilen daha küçük parçacıklara ayrılır. Bozulma esnasında, katkı maddeleri mikroplastiklerden toprağı doğru yavaşça **sızmaya** başlar. Parçacıklar organizmalar tarafından yenildiğinde onların dokularına kadar girebilir. Ne yazık ki, plastiklerden yayılan katkı maddelerinin çevreye olan etkileri hakkında hâlâ yeteri kadar bilgi sahibi değiliz.

Mikroplastik parçacıklarının toprağı etkileyebileceğini açıkça gördük, peki ama toprak omurgasızlarına olan etkileri neler? [6] Eğer toprak solucanlarına bakacak olursak, onların cansız yapraklara olan iştahını ve yoğun kazı aktivitelerini de göz önüne aldığımızda, sıklıkla mikroplastik parçacıklarını sindirip onları toprağı derinliklerine taşıdıklarını hayal etmemiz pek de zor olmaz. Sadece diyetlerine dahil ederek değil, aynı zamanda derileri üzerinde de bu parçacıkları taşıyabilirler. Aynı durum sıçrar kuyruklular üzerinde de gösterilmiştir. Bu ne anlama geliyor? Bir tarafta, mikroplastik parçacıklar toprak organizmalarının bağırsaklarından geçerken daha fazla bozulmaya uğrayacaktır. Ama diğer tarafta ise, parçacıklar daha derinlere taşındığı takdirde, bozulma güneş ışığı olmadığı için ve azalmış mikrobiyal aktiviteden dolayı giderek

### KATKI MADDELERİ

Plastiğı daha renkli, esnek veya daha az yanıcı yapan kimyasallar.

### BOZULMA

Bir şeyin daha basit/küçük parçalara bölünmesi veya ayrılması.

### SIZINTI

Sıvı bir madde katı kaynağından ayrıldığında gerçekleşir.

yavaşlayacaktır. Diğer bir deyişle, parçacıklar toprağın derinliklerine doğru inkiçe, tamamen bozulmaları için gereken süre de uzayacaktır.

### Kutu 1 | Topraktaki mikroplastiklerin kaynakları adı

| Nesne                           | Plastik türleri                    | Açıklama   |
|---------------------------------|------------------------------------|--|
| Boyalarda                       | epoksi ve alkid reçineler          | Mikroplastikler, boyalı yüzeylerin zımparalandığında ve boya duvardan veya diğer yapılardan sıyındığında oluşur.   |
| Plastik çantalar                | Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) | Plastik torbalar uygunsuz bir şekilde atıldığında, yere düşebilir ve güneş tarafından bozunması sonucunda mikroplastikler oluşabilir.  |
| Malç filmler                    | Düşük yoğunluklu polietilen (LDPE) | Bazı çiftçiler bitkileri su kaybından korumak için plastik malçlama filmleri kullanırlar. Bu plastikler güneşe maruz kaldıklarında parçalanacak ve mikroplastikleri oluşturacaktır.                  |
| Araba Lastikleri (doğal kauçuk) | Pollizopren                        | Lastikler esas olarak doğal kauçuktan yapılmış olsalar da katkı maddeleri de içerirler ve toksisiteyi şu anda test edilmektedir.   |
| Köpük                           | Polistiren (PS)                    | Köpükler, nakliye ve depolama sırasında ürünleri korumak için ev yalıtımında ve pakette yaygın olarak kullanılmaktadır. Köpüklerin hasar görmesi ve parçalanması sonucu mikroplastikler açığa çıkar. |
| Sim Su ve Meşrubat Şişeleri     | tereftalat (PET)                   | Simler kolayca yınlır ve makyajdan ve oyuncaklardan ayrılıp toprağı kirletebilir.  |
|                                 | polietilen                         | Uygun olmayan şekilde atılan su ve meşrubat şişelerinin bozulması toprağı kirletebilir.  |
| Giyisiler                       | Polyesterler ve poliamidler        | Sentetik lifler yıkama sırasında mikrofibrleri serbest bırakır ve kanalizasyondan elde edilen gübrelerle toprağı karıştır.   |

## MİKROPLASTİKLER TOPRAK ORGANİZMALARININ SAĞLIĞINI ETKİLEYEBİLİR

Toprak organizmaları, mikroplastik tükettikleri takdirde hastalanabilirler. Raporlar bu duruma toprak solucanlarında ve sıçrar kuyruklularda rastlanabileceğini işaret ediyor. Mikroplastik tüketen toprak solucanlarında, iltihaplanma ve bağırsak hasarı gibi rahatsızlıklar gözlemlendi [7]. Ayrıca, mikroplastik tüketimi toprak solucanlarının bağırsıklık sisteminin alarm vermesine neden oldu. Mikroplastik tüketen sıçrar kuyrukluların bağırsıklık sisteminde bulunan yararlı bakterilerinde değişiklikler meydana geldi. Hem toprak solucanları hem de sıçrar kuyruklular mikroplastikleri yuttuktan sonra daha yavaş büyüdü, daha az yavru yaptı ve daha sık öldü.

Bütün bunlar nematodlar için oldukça kötü haberler gibi duruyor; fakat iyi bir haber de var. Bilim insanları bu organizmalarda mikroplastığın zaman içinde birikmediğini gözlemlədiler. Bu da sonuçta çok fazla zarar görmeyecekleri anlamına geliyor. Bununla birlikte, mikroplastik partiküllerinin toprak besin ağı boyunca mantar gibi mikroplardan sıçrar kuyruklulara, akarlara veya mikroplardan solucanlara ve sonra tavuklara [9] -ve belki de insanlara- geçmesi muhtemel duruyor. Mikroplastiklerin toprak besin ağına nasıl hareket ettiği hakkında hâlâ çok fazla bilgimiz yok; ancak bu konudaki araştırmalar hızla ilerliyor. Bu endişelere rağmen, bilim insanlarının iyi haberleri de var. Bir araştırma ekibi, toprak solucanlarının bağırsaklarındaki bazı bakterilerin yutulan mikroplastikleri sindirmesi sonucunda mikroplastiklerin yüksek oranlarda bozulmaya uğradığını bildirdi [10]. Bu da bakterilerin topraktaki mikroplastiklerin yok edilmesini hızlandırabileceği anlamına geliyor. Diğer toprak omurgasızları da aynı şeyi yapabilir mi? Bunu henüz bilmiyoruz.

## TOPRAK OMURGASIZLARINI KORUMAK İÇİN NE YAPABİLİRİZ?

Bilim insanlarının mikroplastiklerin toprak ve toprakta yaşayan organizmalar üzerindeki etkilerine ilişkin önemli soruları yanıtlama konusunda neden daha fazla ilerleme kaydetmediğini merak edebilirsiniz. Ne yazık ki bu çalışmalar çok sayıda zorlukla karşı karşıya kalıyor. Örneğin, bütün toprak tiplerindeki her tip mikroplastik miktarını ölçmek için güvenilir bir yöntem henüz sahip değiliz. Ayrıca birçok çalışma, açık havada toprakta yapılan uzun vadeli çalışmalar yerine laboratuvarda yapılan kısa vadeli deneylerden oluşuyor. Plastik türlerinin ve plastiklerde bulunan katkı maddelerinin çok çeşitli olması, her şeyin gerçek dünya koşullarında test edilmesini imkânsız kılmaktadır. Laboratuvar deneyleri sadece belirli bir dereceye kadar bilgilendiricidir. Ayrıca bütün toprak organizmaları laboratuvar ortamında yaşayamadığı için bu deneyleri yürütmek çok zordur. Ancak içiniz rahat olsun: Bilim insanları bu sorunları çözmek için ellerinden geleni yapıyorlar. Bu arada, sizin de yardımcı olabileceğiniz yollar var!

Her tür ve boyuttaki plastiğin gelecekte çevreye karışmasını en aza indirmek için hepimiz elimizden geleni yapmalıyız. En önemli yollardan bazılarını zaten biliyor olabilirsiniz! Plastik bardak veya pipet gibi tek kullanımlık plastik ürünlerden kaçınin. En sevdiğiniz metal veya yeniden kullanılabilir plastik bardağı ve metal bir pipeti seçin ve bunları öğle yemeği çantanızda hazır bulundurun! Plastik atıkları doğru geri dönüşüm konteynerine koymak da oldukça önemli: Bu, suya ve toprağa karışan plastik miktarını azaltmaya yardımcı olabilir. Ayrıca, bazı saç kremleri gibi içeriğinde mikroplastik bulunan güzellik ürünlerinden kaçınin! Mikroplastik içermeyen alternatif ürünler mevcut ve bazı akıllı telefon uygulamaları kendiniz için en iyisini seçmenize yardımcı olabilir. Çevreye salınan plastik fiberlerin sayısını azaltmak için, eski kıyafetlerinizi sırf artık onları istemediğiniz için atmamayı deneyebilirsiniz! Bunun yerine, onları satmaya, bağışlamaya veya yaratıcı bir şekilde yeniden kullanmaya çalışın. Güçlerimizi birleştirelim ve minik toprak süper kahramanlarımızı daha fazla mikroplastik kirliliğinden kurtaralım. Her türlü çabaya değer!

## ACKNOWLEDGMENTS

We thank Frank Ashwood (Forestry Commission UK), Shin Woong Kim (Freie Universität Berlin), and Devdutt Kamath (University of Guelph) for kindly allowing us to use their soil invertebrate pictures. We thank C. Reinhart, D. Daphi, and Eva Leifheit (Freie Universität Berlin) for the pictures of plastics. We thank Anderson Abel de Souza Machado, Alice A. Horton, and Taylor Davis for their work on the book chapter on microplastics which was the starting point for this article. MR acknowledges funding from an ERC Advanced Grant (694368). This work was also partly funded by the German Federal Ministry of Education and Research BMBF within the Collaborative Project Bridging in Biodiversity Science-BİBS (phase 2, funding number 01LC1501B). We thank Helen Phillips, Rémy Beugnon, and Malte Jochum, the editors of the Soil Biodiversity collection, for such a great and important initiative. Last, but not least, we thank our young reviewers for their comments.

## REFERANSLAR

- [1] Coleman, D. C., Callaham, M. A., and Crossley, D. A. Jr. 2018. *Fundamentals of Soil Ecology*, 3rd Edn. London: Academic Press. p. 376.2.
- [2] Potapov, A. 2020. Springtails — worldwide jumpers. *Front. Young Minds*8:545370. doi: 10.3389/frym.2020.5453703.
- [3] Erktan, A., Pollierer, M., and Scheu, S. 2020. Soil ecologists as detectives discovering who eats whom or what in the soil. *Front. Young Minds*8:544803. doi: 10.3389/frym.2020.5448034.
- [4] Barreto, C., and Lindo, Z. 2020. Armored mites, beetle mites, or moss mites: the fantastic world of oribatida. *Front. Young Minds*8:545263. doi: 10.3389/frym.2020.5452635.
- [5] Barreto, C., and Lindo, Z. 2020. Decomposition in peatlands: who are the players and what affects them? *Front. Young Minds*8:107. doi: 10.3389/frym.2020.001076.
- [6] de Souza Machado, A. A., Horton, A., Davis, T., and Maaß, S. 2020. Microplastics and their effects on soil function as a life-supporting system. In: *The Handbook of Environmental Chemistry*, eds D. He and Y. Luo. Cham: Springer. p. 1–24.7.
- [7] Rodriguez-Seijo, A., Lourenço, J., Rocha-Santos, T. A. P., da Costa, J., Duarte, A.C., Vala, H., et al. 2017. Histopathological and molecular effects of microplastics in *Eisenia andrei* Bouché. *Environ. Pollut.*220:495–503. doi: 10.1016/j.envpol.2016.09.0928.
- [8] Zhu, D., Qing-Lin, C., Ana, X., Yanga, X., Christiec, P., Ked, X., et al. 2018. Exposure of soil collembolans to microplastics perturbs their gut microbiota and alters their isotopic composition. *Soil Biol. Biochem.*116:302–10. doi: 10.1016/j.soilbio.2017.10.0279.
- [9] Huerta Lwanga, E., Mendoza Vega, J., Quej, V.K., de los Angeles Chi, J., Sanchezdel Cid, L., Chi, C., et al. 2017. Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain. *Sci. Rep.* 7:14071. doi: 10.1038/s41598-017-14588-210.
- [10] Huerta Lwanga, E., Thapa, B., Yang, X., Gertsen, H., Salánki, T., Geissen, V., et al. 2018. Decay of low-density polyethylene by bacteria extracted from earthworm's guts: a potential for soil restoration. *Sci. Total Environ.*624:753–7. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.12.144

**EDITED BY:** Rémy Beugnon, German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv), Germany

**CITATION:** Barreto C, Rillig M, Waldman W and Maaß S (2021) How Soil Invertebrates Deal With Microplastic Contamination. *Front. Young Minds.* 9:625228. doi: 10.3389/frym.2021.625228

**CONFLICT OF INTEREST:** The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

**COPYRIGHT** © 2021 Barreto, Rillig, Waldman and Maaß. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

## YOUNG REVIEWERS



### **ASTÈRE, AGE: 8**

My age is 8. I like reading, doing DIY, drawing, coloring, art, maths, writing, and history. My favorite books are Harry Potter and Percy Jackson.



### **JUNIE, AGE: 10**

I have many hobbies but the ones that I do the most are cooking, reading, drawing, and sewing. I go to a primary school in a big city in the UK and my age is 10. My favorite books are Percy Jackson, books by Judy Blume, Scarlet and Ivy, and North child.

## AUTHORS

### **CARLOS BARRETO**

At a very young age, Carlos realized that he liked animals, maybe too much. In school, science was always his favorite discipline, all the way through to high school. That is when he decided that he wanted to do something that involved science and animals. He tried to be a vet; it did not work out. No regrets. So, he became an ecologist a few years later, and since then, he has been working with little animals (mostly insects and mites) in tropical forests, iron ore and limestone caves, boreal forests, urban fields, and peatlands on three continents: South America, North America, and Europe. \*cbarreto@uwo.ca; +[orcid.org/0000-0003-2859-021X](https://orcid.org/0000-0003-2859-021X)



### **MATTHIAS C. RILLIG**

Matthias likes soil and all the critters in it, not just the animals. Actually, his favorite are the fungi. His favorite soil process is soil aggregation, the formation of the little crumbs of soil. Matthias is a professor at Freie Universität Berlin and gets to think about soil and what is going on in there all day. Currently he is very interested in how soils are being affected by a wide range of factors, including microplastics. +[orcid.org/0000-0003-3541-7853](https://orcid.org/0000-0003-3541-7853)





**WALTER R. WALDMAN**

Walter is a proud Brazilian chemist who loves music, chemistry, food, cinema, and polymers. His first experiment involved chewing gum and the hair of an ex-friend. The experiment did not end well for all the participants, but the adhesive power of polyisoprene was confirmed, and a polymer scientist was born that day. Now he tries to understand the role of polymer degradation on the impact of microplastics. When he has some free time, you can find him reading something about chemistry and polymers. And eating... [+orcid.org/0000-0002-7280-2243](https://orcid.org/0000-0002-7280-2243)

**STEFANIE MAAR**

Stefanie wanted to become a make-up artist or costume designer but due to lack of art skills, she moved on to something completely different: biology. When she was introduced to tropical insects and mites of tree bark during her studies, she became fascinated by their beauty and diversity. She then worked on soil insects and mites and has become a passionate and curious soil ecologist who wants to understand the feeding relationships, reactions to pollutants (like microplastics), and distribution patterns of her beloved soil creatures. [+orcid.org/0000-0003-4154-1383](https://orcid.org/0000-0003-4154-1383)

**TRANSLATOR****EGE OKUMUŞ**