Alanya Mediterranean Microplastic Pollution Assessment

Microplastic Research Group

Executive Summary

The surface waters off Alanya hold microplastic densities 2 to 65 times above the highest value previously reported for Türkiye's Mediterranean coast, and 59–93% of the particles carry signatures of plastic recycling facilities. The report was commissioned after unusually heavy plastic/microplastic accumulation on the Alanya coast in June–July 2026 drew wide public concern.

Recycling-related microplastic pollution on Türkiye's coasts is not new. First signals date to 2017 press reports of illegal dumping around Adana, and the problem has recurred along Karataş (Adana), Adanalıoğlu, Tarsus, Mezitli and Erdemli (Mersin). In 2026, however, intense pollution was observed as far west as Kemer, a marked departure from previous years.

The report assesses the likely sources of this pollution and the physical mechanisms that may have carried it to Alanya. It is a preliminary assessment linking existing scientific evidence to new field data, not a full particle-tracking modelling study.

Approach and methods

The assessment combines three lines of evidence: field sampling, a targeted literature synthesis, and current meteorological and oceanographic data.

- **Field sampling.** Surface water was sampled at four stations from west to east – Konaklı, Kleopatra Beach, offshore Damlataş Cave and the Dim Stream mouth – chosen where public complaints were most frequent, plus a river-mouth reference. A manta trawl (0.60 × 0.25 m mouth, 330 µm mesh) was towed at ~2 knots for 15 minutes per station, following a standard protocol (Vural et al.). Particles were confirmed as plastic by hot-needle test.
- **Source fingerprinting.** A random subsample of 150 particles per station was classified with the morphological criteria of Gündoğdu & Avcıoğlu (2026). These go beyond the four classic categories (fragment, fibre, film, pellet) and define five "process-derived" sub-morphotypes carrying the marks of mechanical recycling: twisted/screwed fragments, deliberately cut particles, fibrous filaments, curled shavings/ribbons, and industrial pellets.
- **Wastewater check.** One-litre effluent samples were taken from the Konaklı and Alanya wastewater treatment plants (WWTPs), which had been publicly named as possible sources, and tested against explicit criteria for a WWTP origin.
- **Hydrometeorology and currents.** Precipitation data for the 2026 water year and spring season came from the Turkish State Meteorological Service (MGM). Surface current fields for January–July 2026 (start and end of each month) came from the Copernicus Marine Service.

Key findings

All four stations exceeded the highest microplastic density previously reported for Türkiye's Mediterranean coast (~520,000 particles/km²; Güven et al., 2017), and recycling-derived particles dominated everywhere.

Station (west → east)	Microplastics (particles/km²)	Recycling-derived share	Recycling-derived particles (particles/km²)	Field observation
1 – Konaklı coast	7,901,368	89%	~7.03 million	Patchy microplastic accumulations
2 – Kleopatra Beach	1,652,268	71%	~1.17 million	Local patches, no heavy pollution overall
3 – Offshore Damlataş Cave (~3 nmi)	34,053,278	93%	~31.67 million	Very dense, scattered windrows; floating packaging, single-use plastics and pellets
4 – Dim Stream mouth	1,015,137	59%	~0.60 million	River plume visible; no visible plastic accumulation

- **Damlataş is the hotspot.** Station 3 was ~4.3 times the next-highest station. Headlands are known sites of flow separation and eddy formation that trap floating material. Daytime sampling likely captured debris dispersed by waves and sea breeze, whereas evening complaints describe the same material gathered into dense slicks.
- **The river mouth was the cleanest station.** The Dim Stream catchment has no known recycling cluster, so the stream acts as a diluting freshwater input rather than a source. Excluding recycling-derived particles, Station 4 falls near the upper bound of earlier Turkish Mediterranean values. The source's nature, not proximity to a river mouth, determines the load.
- **A second accumulation zone at Konaklı.** The west-facing bay geometry likely retains material carried downstream by the current.
- **Local WWTPs are not the cause.** Effluents contained mainly small fibres typical of domestic wastewater. Only one particle of the complained-about shape and size was found at Konaklı WWTP and none at Alanya WWTP, against the 10–400 per litre that a WWTP origin would require.
- **Agricultural film is a likely second source.** Abundant transparent, cut film fragments point to recycling of greenhouse/mulch film around Gazipaşa and Anamur, which lie up-current (east) of Alanya.
- **A non-recycling background remains.** The non-recycling share (7–41%) is highest at the tourist centre (Station 2) and the river mouth (Station 4), consistent with tourism, single-use plastics and urban waste infrastructure.

Sources and transport dynamics

Three mutually reinforcing developments coincided in 2026 and explain why this year differs from previous ones.

1. **A surge in plastic waste imports.** After China's 2017 import ban, Türkiye became a main destination for European plastic waste. Annual imports tripled to around 800,000 tonnes, above the ~700,000 tonnes Türkiye collects and recycles from its own waste. Monthly imports rose from under 10,000 tonnes in January 2026 to over 60,000 tonnes in April 2026, the highest in a decade; April also included 11,700 t from the UK and 4,100 t from the USA. Recycling facilities in Adana and Mersin receive ~60% of all imports.
2. **Record rainfall and flooding.** In the 2025–2026 water year (October–May), the Mediterranean Region received 45% above normal precipitation, and spring 2026 was 86% above normal – both records in 66 years of MGM data. River flows and runoff in the Seyhan, Ceyhan and Asi (Orontes) basins rose far above normal. After the 2016–2017 floods, microplastic density in Mersin Bay rose 14-fold (Gündoğdu et al., 2018).
3. **Amplified leakage from recycling facilities.** Illicit discharges from Adana facilities raise microplastic concentrations in irrigation canals up to 132-fold downstream, carrying over 5.3 billion particles per hour from just three sampled canals (Gündoğdu & Avcıoğlu, 2026). Pellets and industrial copolymers appear only below discharge points, confirming a direct facility origin. Facility effluent also overloads the municipal Seyhan WWTP. Both pathways likely intensified during the record wet season.

Transport to Alanya. The dominant surface flow of the eastern Mediterranean, the Cilician/Asia Minor Current, runs westward from the Mersin–Adana coast towards the Gulf of Antalya and Alanya. Copernicus current fields for January–July 2026 show this westward pattern in all 14 snapshots, fragmented by eddies and weakening towards summer. Lagrangian modelling shows 90% of particles reach the coast in 33 days in summer and 51 days in winter (Macias et al., 2022). This lag of weeks to months links the winter–spring input to the June–July accumulation at Alanya.

Structural drivers. Türkiye's licensed plastic recovery capacity is ~1.125 million t/year, against a combined domestic and imported load above 4 million t/year. An estimated ~1 million t/year leaks directly into the environment. Fires at recycling facilities rose from 6 per year in 2017 to 150 per year in 2025. The EU Waste Shipment Regulation (2024/1157) subjects plastic waste exports to OECD countries such as Türkiye to prior informed consent from 21 May 2026 and bans exports to non-OECD countries from 21 November 2026, which may redirect further volumes to Türkiye.

The Alanya load is therefore a mix of regional (Adana/Mersin, Gazipaşa/Anamur), local (tourism, urban infrastructure) and secondary transboundary (Levantine basin) components. Local sources have been stable for years; the record rainfall is the one variable specific to 2026, and it likely amplified both recycling-derived and background pollution.

Recommendations

The report calls for preventing pollution at source, chiefly at plastic recycling facilities, alongside monitoring and local measures.

Recycling facilities and waste trade

1. Inspect all coastal recycling facilities through real-time effluent analysis rather than paperwork; revoke the permits of facilities without effective treatment/filtration until such systems are installed.
2. Introduce a legal zero-microplastic-leakage requirement for all recycling facilities and tie permit renewals to it.
3. Ban plastic waste imports, given that the import-based recycling model is marked by illegal dumping, fires and illicit discharges.
4. Have the State Hydraulic Works (DSİ) strictly inspect irrigation canals feeding the Seyhan and Ceyhan rivers, identify and close illicit discharge points, and take legal action.
5. Stop recycling facility effluent from entering municipal sewer systems, as shown by the overloading of the Adana Seyhan WWTP.
6. Apply the same inspection and effluent standards to agricultural (greenhouse) film recyclers in Gazipaşa, Anamur and Kazanlı, and monitor their washing and cutting releases as a separate source.
7. Phase out single-use plastics in tourism, especially on excursion and leisure boats.
8. Launch an initiative to reduce intensive plastic use in agriculture.
9. Map natural accumulation and eddy zones off headlands such as Damlataş and monitor them regularly, covering both daytime and evening hours.
10. Take measures and start clean-up operations now, ahead of the next tourist season.

The working hypothesis is that the microplastics on the Alanya coast originate largely from illicit discharges of Adana- and Mersin-based recycling facilities fed by imported waste. Accelerated and enlarged by the exceptional 2025–2026 rainfall, this load was carried west by the prevailing current and reached Alanya with a lag of weeks to months. The assessment is not conclusive proof, but it agrees closely with both the published literature and the field evidence. Confirming it quantitatively requires dedicated particle-tracking modelling and longer-term monitoring.

Key references

- Gündoğdu, S., & Avcıoğlu, S. (2026). Illicit discharges, global waste trade, and microplastic contamination in irrigation canals: evidence from Adana, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 198, 379.
- Gündoğdu, S., Çevik, C., Ayat, B., Aydoğan, B., & Karaca, S. (2018). How microplastics quantities increase with flood events? An example from Mersin Bay NE Levantine coast of Turkey. *Environmental Pollution*, 239, 342–350.
- Gündoğdu, S., Ayat, B., Aydoğan, B., Çevik, C., & Karaca, S. (2022). Hydrometeorological assessments of the transport of microplastic pellets in the Eastern Mediterranean. *Science of the Total Environment*, 823, 153676.
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., & Kıdeys, A. E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 223, 286–294.
- Macias, D., Stips, A., & Hanke, G. (2022). Model based estimate of transboundary litter pollution on Mediterranean coasts. *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113121.

- Ediboğlu Sakowsky, E., & Gündoğdu, S. (2024). An Imported Problem? Plastic Waste Effects on Türkiye's Environment. In *Plastic Waste Trade: A New Colonialist Means of Pollution Transfer* (pp. 217–246). Springer.
- Turkish State Meteorological Service (MGM) (2026). Areal cumulative precipitation report – 2026 water year; Seasonal precipitation report – spring 2026.

Alanya Kıyı Şeridinde Gözlenen Plastik/Mikroplastik Kirliliği

Ön Değerlendirme Raporu

Ağustos 2026

Prof. Dr. Sedat Gündoğdu
Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi
İstanbul Politikalar Merkezi, Sabancı Üniversitesi

BU RAPOR **ALANYA BELEDİYESİ** TARAFINDAN HAZIRLANMIŞTIR

İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti **1**

Giriş **3**

Raporun Amaç ve Kapsamı **5**

Raporun Yöntemi **5**

Bulgular 8

Sonuç **17**

Öneriler 18

Kaynakça **19**

Ekler **20**

YÖNETİCİ ÖZETİ

Haziran-Temmuz 2026'da Alanya kıyı şeridinde gözlemlenen ve kamuoyunda giderek daha fazla tartışılan plastik/mikroplastik kirliliği üzerine, Alanya Belediye Başkanlığı için hazırlanan bu ön değerlendirme raporu; (i) sahada yapılan gözlem ve örnekleme çalışmasını, (ii) konuyla doğrudan ilgili bilimsel literatürü ve (iii) güncel meteorolojik verileri bir araya getirerek, kirliliğin olası kaynaklarını ve bu kaynakların Alanya kıyısına nasıl taşınmış olabileceğini değerlendirmektedir. Rapor, kapsamlı bir parçacık izleme modelleme çalışması değil, mevcut bilimsel bilgi birikimini sahadaki bulgularla ilişkilendiren bir ön değerlendirmedir.

Türkiye kıyılarında plastik geri dönüşümü kaynaklı mikroplastik kirliliği yeni bir olgu değildir. İlk sinyalleri 2017'ye, Adana merkezli yasadışı döküm faaliyetlerine dair basın haberlerine kadar uzanır. Önceki yıllarda Adana Karataş, Mersin Adanalıoğlu, Tarsus, Mezitli ve Erdemli kıyılarında sık sık görülen bu problem bu yıl Kemer'e kadar yoğun olarak gözlemlenmektedir. Bu yoğunluk, geçmiş yıllardan belirgin şekilde farklıdır. Rapor, bunun tesadüfi olmayan, birbirini güçlendiren üç gelişmenin aynı döneme denk gelmesinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır: (1) Türkiye'nin plastik atık ithalatının 2026 Nisan ayında son 10 yılın en yüksek seviyesine (60 bin ton/ay) sıçraması, (2) bu sıçramanın tam olarak Akdeniz Bölgesi'nin son 66 yılın en yüksek yağış ve taşkın döneminden geçtiği aya denk gelmesi ve (3) bu iki gelişmenin, Adana ve Mersin'de yoğunlaşan plastik geri dönüşüm tesislerinin (PGDT) kaçak deşarjlarını hem hacim hem taşınım hızı açısından aynı anda büyütmüş olması.

Çin'in 2017'de plastik atık ithalatını yasaklamasının ardından Türkiye, Avrupa'nın başlıca varış ülkelerinden biri haline gelmiştir. Yıllık ithalat, Çin yasağı öncesine göre 3 katına çıkarak 2025'te yaklaşık 800 bin tona ulaşmıştır. Bu miktar, Türkiye'nin kendi topladığı ve geri dönüşüme gönderdiği yıllık en yüksek hacmin (700 bin ton) üzerindedir. Yani kurulu geri dönüşüm kapasitesinin önemli bir kısmı, yerli atığa değil ithal atığa ayrılmış durumdadır. Adana ve Mersin'deki PGDT'ler, Türkiye'nin toplam plastik atık ithalatının yaklaşık %60'ının varış noktasıdır. Buna karşın Türkiye'nin resmî geri kazanım kapasitesi yıllık ~1,125 milyon ton ile sınırlıyken, yerli ve ithal atık yükü toplamda yıllık 4 milyon tonu aşmaktadır; bu açığın yarattığı baskı sonucunda yaklaşık 1 milyon ton/yıl düzeyinde plastiğin doğrudan çevreye karıştığı tahmin edilmektedir. PGDT'lerdeki yangın vakaları da 2017'de yılda 6'dan 2025'te yılda 150'ye çıkmıştır. AB'nin 2026'da yürürlüğe giren yeni Atık Sevkiyatı Tüzüğü, önümüzdeki dönemde Türkiye'ye yönelen atık hacminin daha da artabileceğine işaret etmektedir.

MGM verilerine göre, 2025-2026 su yılında (Ekim-Mayıs) Akdeniz Bölgesi normalin %45 üzerinde, 2026 ilkbahar mevsiminde ise normalin %86 üzerinde yağış almış; her iki dönem de son 66 yılın rekorunu kırmıştır. Bu yağış rejimi, Seyhan, Ceyhan ve Asi (Orontes) havzalarındaki nehir debilerini ve yüzey akışını olağanın çok üzerine çıkarmıştır. Geçmişte benzer bir örnek olarak, 2016-2017 kışında yaşanan taşkınların Mersin Körfezi'nde mikroplastik yoğunluğunu 14 kat artırdığı bilimsel olarak belgelenmiştir (Gündoğdu ve ark., 2018); bu yılki yağış rejiminin şiddeti göz önüne alındığında, benzer veya daha büyük ölçekli bir mikroplastik mobilizasyonu beklenmektedir.

Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından Adana'daki sulama kanallarında yürütülen bir çalışma, PGDT'lerin kaçak deşarjlarının kanal yukarısından aşağısına doğru mikroplastik derişiminde 132 kata varan bir artışa yol açtığını ve saatte 5,3 milyardan fazla parçacığın yalnızca örneklenen üç kanaldan taşınabileceğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada saptanan peletlerin ve endüstriyel kopolimerlerin yalnızca deşarj noktası aşağısında bulunması, kirliliğin doğrudan tesis kaynaklı olduğunu kanıtlamaktadır. Ayrıca bu tesislerin atık sularının, resmî olarak bağlı oldukları kentsel atık su arıtma tesislerinin (AAT) kapasitesini de aştığına dair somut görsel kanıtlar (Adana Seyhan AAT'sinden) mevcuttur. Bu iki mekanizma -doğrudan kaçak deşarj ve AAT kapasite aşımı- rekor yağış döneminde eş zamanlı olarak güçlenmiş olabilir.

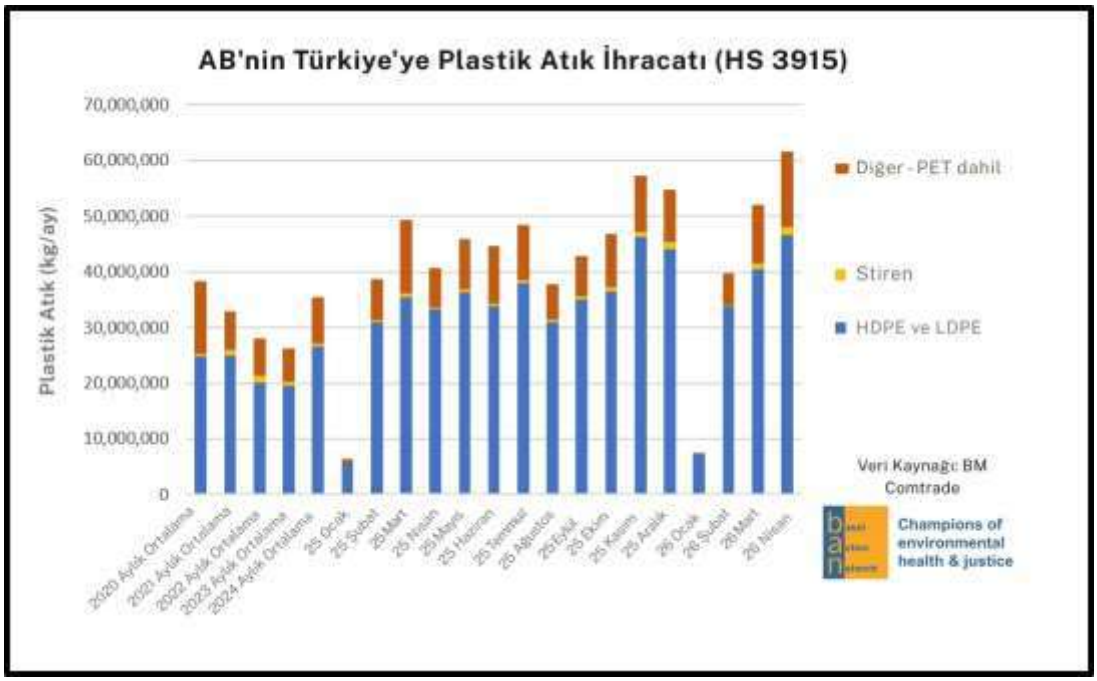
Doğu Akdeniz'in baskın yüzey akıntı sistemi (Kilikya/Asia Minor Akıntısı), Mersin-Adana hattından batıya, Antalya Körfezi ve Alanya yönüne doğru işlemektedir. Bilimsel modelleme çalışmaları, bu tür bir taşınımın haftalar-aylar mertebesinde bir gecikmeyle gerçekleştiğini

göstermektedir. Bu da kış-ilkbahar döneminde oluşan yoğun girdinin, tam olarak içinde bulunduğumuz Haziran-Temmuz döneminde kıyıda gözlenen birikime dönüşmüş olabileceğini açıklamaktadır.

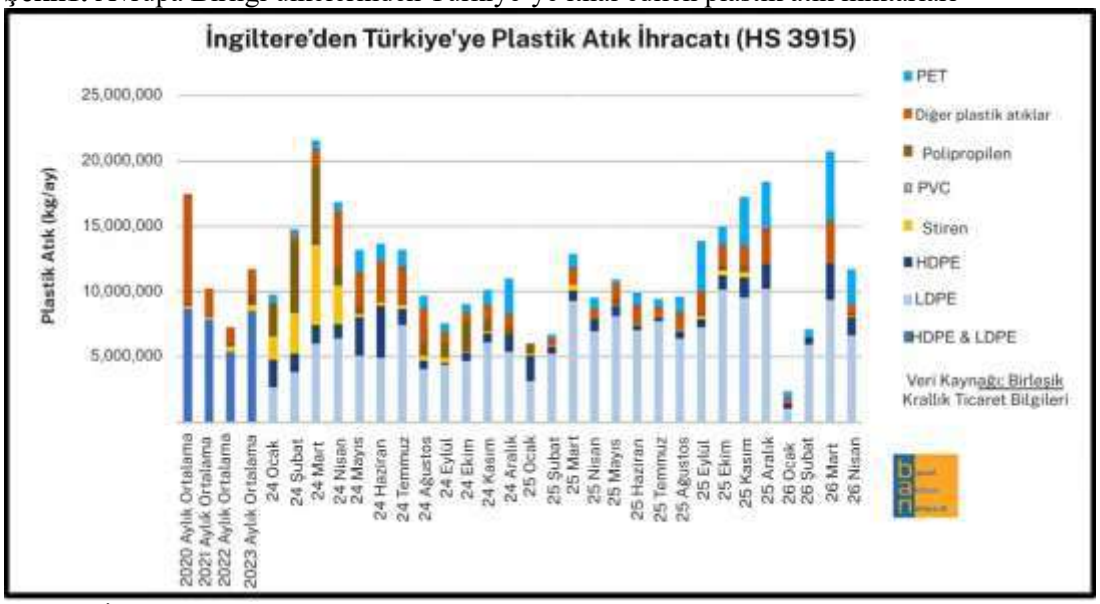
Alanya kıyı şeridinde batıdan doğuya dört istasyonda (Konaklı, Kleopatra Plajı, Damlataş Mağarası açıkları, Dim Çayı önü) yapılan örnekleme, uluslararası standart protokoller izlenerek gerçekleştirilmiş ve elde edilen parçacıklar geri dönüşüm tesisi kaynaklı olup olmadığını belirlemek amacıyla bilimsel bir morfoloji kriterine göre incelenmiştir. Sonuçlar çarpıcıdır: dört istasyonun tamamında ölçülen mikroplastik yoğunlukları (1 ila 34 milyon parçacık/km² arasında), Türkiye'nin Akdeniz kıyısında daha önce bilimsel literatürde bildirilmiş en yüksek değerin (yaklaşık 520 bin parçacık/km²) 2 ila 65 katı arasında bulunmuştur. İstasyonların %59 ila %93'ü arasında değişen oranlarda geri dönüşüm tesisi kaynaklı olduğu belirlenen parçacıklar taşıdığı tespit edilmiştir. Bunun yanında kirliliğe kaynak olabileceği iddiası bulunan Konaklı ve Alanya AAT'lerin çıkış sularından da örnekleme yapılmış ancak örneklerdeki mikroplastiklerin şekil ve boyutlarından hareketle yaygın olarak şikayete konu olan mikro ve makroplastik kirleticilere katkı sunduklarına dair bir kanıta rastlanılmamıştır.
İlginç bir bulgu olarak, Dim Çayı'nın hemen önündeki istasyon beklenenin aksine en düşük yoğunluğu göstermiştir. Bu, Dim Çayı havzasının görece temiz olması ve akarsuyun bu noktada bir kirletici değil seyreltici işlevi görmesiyle açıklanabilir. En yoğun kirlilik ise Damlataş Mağarası'nın yaklaşık 3 mil açığındaki istasyonda tespit edilmiştir; bu durumun, kıyı çıkıntılarının doğal bir birikim noktası oluşturmasından ve örnekleme saatinin (gündüz) kamuoyu şikayetlerinin yoğunlaştığı akşam saatlerinden farklı dalga/akıntı koşullarını yansıtmasından kaynaklanabileceği değerlendirilmektedir. Örneklerde ayrıca yoğun miktarda şeffaf ve belirli bir şekilde kesilmiş/kırpılmış mikroplastikler saptanmış olup, bunların Gazipaşa, Anamur ve Çukurova bölgesindeki tarımsal örtü (sera) plastiklerini toplayıp geri dönüşüm yapan faaliyetlerle de bağlantılı olabileceği düşünülmektedir.
Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Alanya kıyısında gözlemlenen mikroplastik kirliliğinin, Adana ve Mersin'de yoğunlaşan ve önemli ölçüde ithal atıkla beslenen plastik geri dönüşüm tesislerinin kaçak deşarjlarından kaynaklandığı; bu kirliliğin, 2025-2026 sezonunun istisnai yağış ve taşkın rejimiyle hızlanarak ve büyüyerek, baskın doğu-batı yönlü Akdeniz akıntı sistemi aracılığıyla haftalar-aylar mertebesindeki bir gecikmeyle Alanya kıyısına ulaşmış olabileceği, makul bir çalışma hipotezi olarak öne sürülmektedir. Bu değerlendirme kesin bir kanıt niteliği taşımamakta, ancak hem literatürdeki bulgularla hem de sahadaki gözlemlerle güçlü şekilde örtüşmektedir. Turizm faaliyetleri, kentsel atık yönetimi altyapısı ve atık su arıtma tesisleri gibi bölgede uzun süredir var olan diğer kaynaklar da kirliliğe katkı sağlıyor olabilir; ancak bu kaynaklar yıllardır sabit kalırken, bu yıla özgü tek değişken olan rekor yağış/taşkın rejiminin, hem PGDT kaynaklı hem de genel arka plan kirliliğini birlikte büyütmüş olması muhtemeldir.
Rapor, kirliliğin kaynağında önlenmesine yönelik olarak şu adımları önermektedir: kıyı bölgesindeki tüm PGDT'lerin gerçek zamanlı atık su analizine dayalı olarak denetlenmesi ve yeterli arıtma/filtreleme sistemi bulunmayan tesislerin çalışma izinlerinin iptal edilmesi; tüm geri dönüşüm tesislerine yasal olarak sıfır mikroplastik sızıntısı zorunluluğu getirilmesi; ithal atığa dayalı geri dönüşüm modelinin bu haliyle sürdürülemez olduğu göz önüne alınarak plastik atık ithalatının durdurulması; Seyhan ve Ceyhan nehirlerine bağlanan sulama kanallarının DSİ tarafından sıkı şekilde denetlenerek kaçak deşarj noktalarının tespit edilmesi; PGDT atık sularının kentsel atık su sistemine verilmesinin engellenmesi; turizm sektöründe (özellikle gezi/eğlence teknelerinde) tek kullanımlık plastik kullanımının kademeli olarak sonlandırılması; ve tarımda yoğun plastik örtü kullanımının azaltılmasına yönelik bir planın hayata geçirilmesi. Ayrıca, bu ön değerlendirmenin bulgularını niceliksel olarak doğrulamak üzere, güncel akıntı verileriyle Alanya'ya özel bir parçacık izleme (Lagrangian) simülasyonunun yapılması ve Gazipaşa/Anamur'daki tarımsal örtü geri dönüşüm tesislerinin de aynı denetim standartlarına tabi tutulması önerilmektedir.

Giriş

Türkiye, Çin'in 2017 sonunda plastik atık ithalatını yasaklamasının ardından Avrupa'nın başlıca varış ülkelerinden biri haline gelmiştir (Gündoğdu vd., 2025). Yasak öncesi 6 yıllık dönemde Türkiye yalnızca AB'den toplam 189.259 ton plastik atık ithal ederken, yasak sonrası yıllık ithalat bu miktarın 3 katına çıkmış; 2018'de 437 bin tona, 2024'te ise yaklaşık 800 000 bin tona ulaşmıştır. 2026 yılı verilerine bakıldığında Ocak ayında 10 bin ton altında plastik atık ithalatı, Nisan ayında 60 bin ton sınırını aşarak son 10 yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. Bununla birlikte Türkiye Nisan 2026'da 11.7 bin ton İngiltere'den, 4.1 bin ton da Amerika Birleşik Devletlerinden plastik atık ithal etmiştir.



Şekil1. Avrupa Birliği ülkelerinden Türkiye'ye ithal edilen plastik atık miktarları



Şekil 2. İngiltere'den Türkiye'ye ihraç edilen plastik atık miktarları

Bu değerler Türkiye'nin kendi topladığı ve geri dönüşüm sistemine gönderdiği yıllık en yüksek sayı olan 700 000 tonluk miktarın oldukça üzerindedir. Bu durum da Türkiye'nin kurulu geri

dönüşüm kapasitesinin önemli bir kısmının ulusal olarak toplanan plastik atıklara değil küresel kuzey ülkelerinin atıklarına ayrıldığını ortaya koymaktadır. Adana ve Mersin'deki geri dönüşüm tesisleri (PGDT), Türkiye'nin toplam plastik atık ithalatının yaklaşık %60'ının varış noktasıdır (Ediboğlu Sakowsky & Gündoğdu, 2024). Bu durumun yarattığı çevresel riskler 2017 yılından beri gerek çeşitli basın kuruluşlarına gerekse de bilimsel raporlara yansımış olsa da, buna dair düzenleyici çerçeve dalgalı bir seyir izlemiştir. İlk olarak Aralık 2019'da %80 ithalat kotası (yerli girdi zorunluluğu %20) gelmiş, daha sonra Eylül 2020'de %50 kota ve karışık atık yasağı devreye alınmış ancak ortaya çıkan görüntülerde bir değişim olmadığı için Mayıs 2021'de etilen polimer (HDPE/LDPE, ithalatın ~%70'i) ihracat yasağı getirilmiştir. Ancak bu yasak sektör lobisi baskısıyla uygulamaya girdikten 7 gün sonra Temmuz 2021'de %1 kontaminasyon limitiyle yeniden açılmıştır. Sahada bu %99 saflık kuralının uygulandığına dair kanıt bulunmamaktadır. İthal edilen atıklarda %99 saflık %99 geri dönüştürülebilirlik olarak değerlendirilmiştir. AB, 2026'dan itibaren Atık Sevkiyatı Tüzüğü (2024/1157) üzerinde yeni bir düzenlemeye gitmiş, 21 Mayıs 2026'dan itibaren Türkiye gibi OECD ülkelerine yapılan tüm plastik atık sevkiyatları PIC (önceden bilgilendirilmiş onay) prosedürüne tabi tutulmuş, 21 Kasım 2026'dan itibaren de OECD-dışı ülkelere ihracat tamamen yasaklanmıştır. Bu yeni düzenleme ile birlikte önümüzdeki dönemde Türkiye'nin OECD dışı ülkelere gidemeyen atıkların da eklenmesiyle ciddi miktarda atığın varış noktası haline gelmesi beklenmektedir.

Türkiye'de Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Sisteminin Yapısal Sorunları

Türkiye'nin yıllık belediye atığı üretimi 32-33 milyon ton olup, bunun %8-13'ü (~3,3 milyon ton) plastiktir. TÜİK'e göre 2024'te 2934 lisanslı atık geri kazanım tesisinden 1263'ü plastikle ilişkilidir (toplam kapasite ~1,125 milyon ton). Yerli + ithal plastik atık yükü toplamda yıllık ~4 milyon tonun üzerinde, bunun da yaklaşık 1 milyon tondan fazlasının doğrudan çevreye karıştığı depolanan ya da işlenen plastiğin de önemli bir kısmının çevreye karıştığı tahmin edilmektedir (Gündoğdu 2026). Kritik bir yapısal sorun olarak belediye atıklarının %80-90'ı hâlâ düzenli/düzensiz depolama sahalarına gitmektedir. Plastik atıklar da dâhil atıkların genelinin kompozisyonunu ortaya koyan resmi bir istatistik açıklama sisteminin olmaması resmî geri dönüşüm oranı beyanları (2017: %13 → 2022: %30 → 2024 projeksiyonu: %36) ile bağımsız tahminler (2022 için %11,9) arasında ciddi bir fark olmasına neden olmaktadır. Bu, Türkiye'yi OECD içinde en düşük atık geri kazanım oranına sahip ülkelerden biri yapmaktadır. Bu genel yetersizlik, hem yerli hem ithal atığın PGDT'ler üzerinden çevreye sızma riskini yapısal olarak artırmaktadır. Ayrıca PGDT'lerdeki yangınlar 2017'de yılda 6'dan 2025'te yılda 150'ye çıkmıştır (aylık 12-15 vaka). Bu yangınlar yangın esnasında dioksin/furan gibi kalıcı organik kirleticileri açığa çıkarmakta, söndürme esnasında da önemli miktarda plastik partikülün ve yanma ürünlerinin su ve toprak üzerinden dolaylı bir kirlilik yolu oluşturmaktadır.

Akdeniz ve Türkiye Kıyılarının Arkaplan Kirlilik Düzeyleri

Alanya'da ölçtüğünüz değerleri anlamlandırmak için, "normal/beklenen" arkaplan mikroplastik kirlilik düzeylerini bilmek gerekir. Havza ölçeğinde, Akdeniz, dünya su hacminin yalnızca %1'ini oluşturmasına karşın küresel mikroplastik yükünün ~%7'sini taşımaktadır (Cebelitarık'tan sınırlı giriş + ~100 yıllık su yenilenme süresi nedeniyle kapan etkisi). Güncel verilere göre Türkiye günlük 144 ton yıllık toplamda ise ~50.000 ton/yıl ile Akdeniz toplam sızıntısının %18,9-19,1'ini oluşturmaktadır (Mısır %42,5-43,1 ile birinci, İtalya %7,5-7,6 ile üçüncü). Modelleme çalışmaları Türkiye kıyılarına ulaşan kirliliğin %97'sinin ülkenin kendi karasal kaynaklarından geldiğini göstermektedir (Liubartseva vd. 2018). Saha çalışmaları İskenderun Körfezi'nde toplanan plastiğin ~1/3'ü yabancı kaynaklı (ağırlıklı Lübnan/Suriye), Samandağ'da bu oranın %52'ye çıktığını ortaya koymaktadır. Bu durum da yakın sınır komşularından denize karışan plastik atıkların önemli ölçüde en yakın kıyıya ulaştığı hipoteziyle örtüşmektedir.

Burada bahsedilmesi gereken önemli bir nokta da, Akdeniz'in kirliliğine dair yapılan modelleme çalışmalarının temsil ettiği verilerin 2018 öncesi dönemi yani Türkiye'nin henüz plastik atık ithalatında ciddi bir varış noktası olmadığı dönemleri temsil etmesidir. Dolayısıyla mevcut durumdaki kirliliğin bu değerlerin çok üzerinde olduğu tahmin edilmektedir.

Raporun Amaç ve Kapsamı

Bu rapor, ilk sinyallerini 2017 yılında Adana merkezli yasadışı döküm faaliyetlerine dayanan basın raporlarıyla veren plastik atık ithalatı kaynaklı kirliliğin Temmuz 2026 içerisinde Alanya kıyı şeridinde mikroplastik formunda gözlemlenmesi ve kamuoyunda giderek daha fazla tartışılması sonucu Alanya Belediye Başkanlığı için, plastik/mikroplastik kirliliğinin olası kaynaklarını ve bu kaynakların kıyıya taşınmasında rol oynayabilecek fiziksel mekanizmaları değerlendirmek amacıyla yazılmıştır.
Rapor, (i) sahada yapılan gözlem ve örnekleme çalışmasına, (ii) yayımlanmış bilimsel literatüre ve (iii) güncel meteorolojik verilere dayanmaktadır. Bu, kapsamlı bir parçacık izleme modelleme çalışması değildir. Rapor varolan bilimsel bilgileri saha çalışmasından elde edilen bulguları bir araya getirmektedir.

Raporun Yöntemi

Meteorolojik/hidrolojik bağlam

Deniz kirliliği kaynakları sadece noktasal girdilerle değil aynı zamanda yayılı girdilerle de söz konusu olabilmektedir. Dolayısıyla dönemsel olarak gözlenen yoğun kirliliğin ilgili dönemdeki yağış rejimi ile ilişkisi olup olmadığının tespiti konunun daha isabetli olarak ele alınmasını mümkün kılacaktır. Bu bağamda Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) 2026 su yılı kış ve ilkbahar mevsimi alansal yağış raporları ile ilgili basın açıklamaları üzerinden ilgili bölgelerdeki yağış miktarları derlenmiştir (Tablo 1; Tablo 2). 2026 kış-ilkbahar sezonunun istisnai ölçekte yağışlı geçmiş olması ve bunun karasal kaynaklı (özellikle PGDT yasadışı döküm ve deşarjı kaynaklı) mikroplastik girdisini olağanın çok üzerinde artırıp artırmadığının anlaşılmasına yardımcı olacaktır.

Tablo 1. 2026 Su Yılı (1 Ekim 2025 – 31 Mayıs 2026, 8 aylık dönem)

Bölge / Ölçek	2026 Su Yılı (mm)	Normal (1991-2020)	Değişim (norm.)	Not
Türkiye geneli	650,9	484,5 mm	+%34	Son 66 yılın zirvesi (bazı bölgelerde)
Akdeniz Bölgesi	884,0	609,8 mm	+%45	Geçen yıla göre +%100'den fazla

Tablo 2. 2026 İlkbahar Mevsimi (Mart-Mayıs)

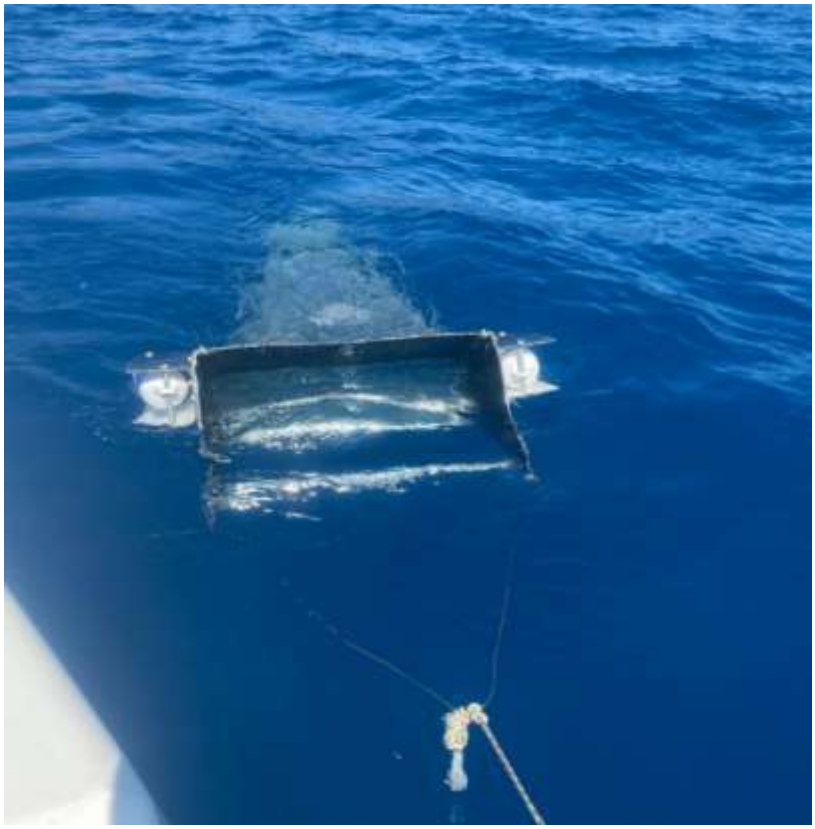
Bölge / Ölçek	2026 İlkbahar (mm)	Normal (1991-2020)	Değişim (norm.)	Not
Türkiye geneli	263,2	—	+%54	Son 66 yılın en yüksek ilkbahar yağışı
Akdeniz Bölgesi	308,8	166,1 mm	+%86	Geçen yıla göre +%100'den fazla

Literatür sentezi

Rapor kapsamında incelenen alanı da içine alan Doğu Akdeniz kıyılarında mikroplastik taşınımı PGDT kaynaklı kirlilik ve Akdeniz ölçeğinde parçacık taşınım modellerine dair çalışmalar ve bu kapsamda online akıntı haritası sağlayan bilgiler derlenmiştir. Literatür taraması, incelenen sahayı doğrudan ilgilendiren dört tematik eksen etrafında yürütülmüştür: (i) Seyhan Nehri ve bağlantılı sulama kanalları çevresindeki PGDT'lerin kaçak deşarj kaynaklı mikroplastik kirliliğini konu alan saha çalışmaları; (ii) Aralık-Ocak dönemindeki yoğun yağış ve taşkın olaylarının kıyısal mikroplastik yüklerini nasıl artırdığını gösteren önce-sonra karşılaştırmalı saha çalışmaları; (iii) İskenderun ve Mersin körfezleri ile Doğu Akdeniz Türkiye kıyılarında yürütülmüş yüzey suyu, sediman ve biota örneklemesine dayalı karakterizasyon çalışmaları; ve (iv) Akdeniz ölçeğinde hidrodinamik modelleme yoluyla plastik parçacıkların kaynak-alıcı ilişkilerini ve sınır ötesi taşınımını nicelleştiren modelleme çalışmaları. Bunun yanında daha önce soruna dair gerçekleştirilen kaçak deşarj ve yasadışı döküm haberlerine de yer verilmiştir. Her çalışma için örnekleme/modelleme yöntemi, çalışma sahası ve elde edilen temel bulgular, mevcut sahadaki gözlemlerle karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla ayrı ayrı özetlenmiştir.

Saha gözlemi

Alanya kıyı şeridinde mikroplastik kirlilik yoğunluğunun tespiti ve örnekler içerisinde Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından bildirilen ve geri dönüşüm proseslerinden kaynaklanan mikroplastik partikül şekillerinin oranını tespit etmek amacıyla 4 ayrı örnekleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Örnekleme çalışması Vural ve ark. (2026) tarafından bildirilen standart örnekleme protokolü izlenerek gerçekleştirilmiştir. Yüzey suyu örneklemeleri, mikroplastiklerin su yüzeyindeki dağılımını belirlemek amacıyla manta tipi örnekleme ağı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Örnekleme çalışmalarında 0,60 m × 0,25 m ağız açıklığına sahip, 330 µm göz açıklıklı manta ağı kullanılmıştır (Şekil 3). Her örnekleme istasyonunda manta ağı tekne tarafından yaklaşık 2 knot hızla çekilmiş ve 15 dakika süreyle yüzey taraması yapılmıştır.



Şekil 3. Yüzey suyu örneklemesinde kullanılan Manta Ağı

Örnek alınan lokasyonlar şekil 4'te verilmiştir. Örnekleme lokasyonları en fazla şikayet gelen noktalarda ve bir de ek olarak Dim çayı nehir ağzı yakınlarında çekilmiştir.



Şekil 4. Örnekleme yapılan istasyonlar.

Rapor kapsamında istasyonlarda tespit edilen mikroplastikler Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından bildirilen kriterlere göre değerlendirilmesi sonucu elde edilen oranlar üzerinden belirlenmiş ve geri dönüşüm tesisi kaynaklı olduğu düşünülen plastikler buna göre değerlendirilmiştir. Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından geliştirilen morfolojik alt-sınıflandırma kriterinde, klasik dört mikroplastik kategorisinin (fragman, fiber, film, pelet) ötesine geçilerek, parçacık yüzeyinde mekanik geri dönüşüm işlemlerine (yıkama, kesme, öğütme, ekstrüzyon) özgü deformasyon izleri temel alınan beş "işlem-kökenli" alt-morfotip tanımlanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından bildirilen geri dönüşüm kaynaklı olması muhtemel plastiklere ait özellikler

Ana morfoloji	Alt-morfotip	Tanımlayıcı özellik	Olası oluşum süreci
Fragman	Bükülmüş/vidalanmış (twisted/screwed) fragman	Kıvrık, bükülü yüzeyler, ısıl bozulma, düzensiz kalınlık	Parçalama/ekstrüzyon sırasında ısıl yumuşama ve mekanik gerilim
Fragman	Kasıtlı kesilmiş (deliberately cut) parçacık	Düz kenarlar, keskin doğrusal kesim hatları, minimal aşınma	Film, levha veya ambalajın mekanik kesimi
Fiber	Fibröz iplikçik	Esnek, ipliksi, uniform/konik kalınlık	Sentetik tekstil/plastik filament salınımı
Film	Kıvrılmış talaş/şerit	Kurdele morfolojisi, translusent yüzey	Plastik film ve esnek malzemelerin öğütülmesi/aşınması
Pelet/küre	Endüstriyel pelet	Düzgün yüzey, uniform yuvarlak/silindirik geometri	Taşıma veya peletleme sırasında ham hammadde (resin) kaybı

İstasyonlardan elde edilen örnekler mikroskop altında Tablo 3'teki kritere göre incelenmiş ve bu kriterler uyarınca geri dönüşüm tesisi atık suyu kaynaklı olup olmadığı rastgele seçilen 150

mikroplastik partikül üzerinden değerlendirilmiştir. Buradaki amaç elde edilen mikroplastik konsantrasyonlarının sayılamayacak düzeyde fazla olmasıdır. Böylelikle seçilen alt örnek üzerinden her istasyon için genellemeye gidilmiştir. Ayrıca partiküllerin plastik olup olmadığı Vural ve ark. (2026) tarafından bildirildiği şekilde sıcak iğne testi ile test edilmiştir.
Bunun yanında Konaklı ve Alanya AAT'lerin çıkış sularından da 1 litre çıkış suyu örneği alınmış ve bu örneklerin içerisindeki mikroplastik varlığı incelenmiştir.
Bu çalışma kapsamında AAT çıkış suyu noktaları dışındaki 4 istasyonda yapılan örneklemelerde 80-110 m^3 su süzüldüğü varsayılmaktadır. Dolayısıyla çalışma kapsamında yapılan örneklemelerde elde edilen mikroplastiklerin AAT kaynaklı olduğu iddiasını test etmek için aşağıdaki kriterler göz önüne alınmıştır:
1- AAT çıkış suyundan alınan örneklerin içerisinde litrede 330 mikrondan daha büyük 10-400 mikroplastik partikül olmalı
2- Tüm partiküllerin de % 59- 93 oranında Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından belirtilen partikül tipinde olmalı
3- AAT çıkışına yakın istasyonlarda mikroplastik miktarı daha fazla olmalı (İST 4 gibi)

Bulgular

Aşırı Yağışlar ve Taşkın Etkisi

Meteorolojik raporlar Akdeniz ve Karadeniz bölgelerinin, 8 aylık dönemde son 66 yılın en yüksek yağış seviyesine ulaştığını ve bunun da, MGM kayıtlarının başladığı 1960'lardan bu yana ölçülen en yüksek değerler olduğunu ortaya koymaktadır. 2026 yılı Nisan ayında plastik atık ithalatının son 10 yılın en yüksek seviyesine (60 bin ton/ay) sıçraması, Akdeniz Bölgesi'nin aynı ay içinde bulunduğu ilkbahar mevsiminin rekor yüzey akışıyla (%86 üzeri anomali) zamansal olarak örtüşmektedir; bu, PGDT kaynaklı kirlilik potansiyeli ile onu taşıyacak hidrolojik kapasitenin aynı dönemde eş zamanlı olarak güçlendiğine işaret etmektedir.
Aşırı yağış ve taşkın olayları, kıyısal mikroplastik yükünü iki farklı ama birbirini güçlendiren mekanizma üzerinden artırabilir: (i) doğrudan yüzey akışı ve nehir debisindeki ani artışla karasal kaynaklı mikroplastiklerin kısa sürede denize taşınması ve (ii) yüksek debili/bulanık akış koşullarında kaçak deşarjların hem seyrelme nedeniyle iz sürülmesinin güçleşmesi hem de düzenli denetimlerin aksaması sonucu fiilen artması.
Gündoğdu ve ark. (2018), Aralık 2016-Ocak 2017'de Mersin'de yaşanan ve 10 günde 371,4 kg/m² yağışa ulaşan taşkın olaylarının etkisini sel öncesi/sonrası karşılaştırmalı örnekleme ile belgelemiştir. Çalışmaya göre sel sonrası Mersin körfezinde ortalama mikroplastik yoğunluğu 14 kat artmış (539.189'dan 7.699.716 MP/km²'ye), örneklerde daha önce hiç görülmeyen 8 yeni polimer türü ortaya çıkmıştır. Yazarlar bu çeşitlenmeyi, taşkının yalnızca zaten çevrede birikmiş plastiği yıkayıp taşımadığını, aynı zamanda normalde denize ulaşmayan -elektronik, tıbbi malzeme, gıda ambalajı gibi farklı endüstriyel kaynaklardan gelen- plastik atığın da bu dönemde sisteme dâhil olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, taşkın dönemlerinin yalnızca "yıkama" etkisiyle değil, aynı zamanda normalde tesis içinde tutulması beklenen atığın (PGDT dâhil) bu dönemde kontrolsüz şekilde çevreye karışmasıyla da ilişkilendirilebileceğine işaret etmektedir.
Bu ilişkiyi doğrudan destekleyen bir diğer bulgu, Gündoğdu ve Avcıoğlu (2026) tarafından raporlanmıştır. Adana'daki PGDT'lerin Seyhan Nehri'ne bağlı sulama kanallarına yaptığı kaçak deşarjlar, kanal yukarısından aşağısına doğru mikroplastik konsantrasyonunda 132 kata varan bir artışa yol açmakta ve saatte 5,3 milyardan fazla parçacığın bu yolla sadece örneklenen üç kanaldan Seyhan Nehrine taşınabileceği hesaplanmaktadır. Bu şekildeki kanalların sayısı göz önüne alındığında bu miktarın önemli miktarda fazla olabileceği tahmin edilmektedir. Bu çalışmada tespit edilen peletler ve endüstriyel kopolimerler yalnızca deşarj noktası aşağısında bulunarak kirliliğin doğrudan tesis kaynaklı olduğunu doğrulamaktadır. Sulama kanallarının kış/ilkbahar döneminde artan yağış ve taşkın suları ile birlikte taştığı ve bu suların doğrudan Seyhan Nehri'ne ve oradan Akdeniz'e karıştığı göz önüne alındığında, yoğun yağışlı bir sezonun hem mevcut kaçak deşarjların

taşınım hacmini artırdığı hem de -denetimlerin taşkın koşullarında güçleşmesi nedeniyle- ek deşarjlara zemin hazırlamış olabileceği değerlendirilmektedir.
Gündoğdu ve ark. (2022) tarafından İskenderun Körfezi'nde yürütülen bir başka çalışmada yapılan hidrometeorolojik değerlendirme de, kıyı bölgesindeki pelet konsantrasyonlarının büyük ölçüde rüzgâr ve yüzey akışı gibi hidrometeorolojik koşullarla ilişkili olduğunu ve Seyhan, Ceyhan ile Asi nehirlerinin bu taşınımda üç ana kaynak olarak öne çıktığını göstermiştir. Bu üç çalışma birlikte değerlendirildiğinde, geçtiğimiz kış-ilkbahar döneminin bölgesel olarak yoğun yağışlı ve taşkınlı geçmesinin, hem doğrudan yüzey akışı yoluyla hem de PGDT kaynaklı kaçak deşarjların bu dönemde artmış/daha az denetlenebilir olması yoluyla, Adana-Mersin-Antalya kıyılarında gözlenen mikroplastik yükündeki artışla mekanik olarak ilişkilendirilebileceği söylenebilir.

İthalat artışı ve kaçak deşarj riski arasındaki ilişki

Türkiye'nin resmî plastik geri kazanım kapasitesi ve yerli toplama hacmi ile karşılaştırıldığında, tek bir ayda 60 bin tonu aşan bir ithalat girişi bile kapasitenin önemli bir kısmını anlık olarak zorlayabilecek büyüklüktedir. Gündoğdu & Avcıoğlu (2026)'nun Adana'daki sulama kanallarında saptadığı mikroplastik derişim artışı, yalnızca PGDT'lerin doğrudan/kaçak deşarj hatlarından değil, aynı zamanda bu tesislerin yıkama ve proses sularının resmi kanaldan bağlı olduğu belediye atık su arıtma tesislerine (AAT) aşırı yük bindirerek bu tesislerin arıtma kapasitesini -özellikle ön arıtma/ızgara-kum tutucu kademelerinde- aşan bir mikro-mesoplastik partikül girdisi yoluyla da alıcı ortama ulaşabileceğini düşündürmektedir (Şekil 5). Diğer bir deyişle, kapasite baskısı arttıkça -ister kayıt dışı doğrudan deşarj ister resmî AAT'nin işlevini yitirmesi şeklinde olsun- çevreye sızan mikroplastik/makroplastik miktarının da orantılı şekilde artması beklenir. 2026'daki ithalat sıçraması, bu nedenle yalnızca "daha fazla atık" anlamına gelmemekte, aynı zamanda "daha fazla sızma riski" anlamına da gelmektedir.

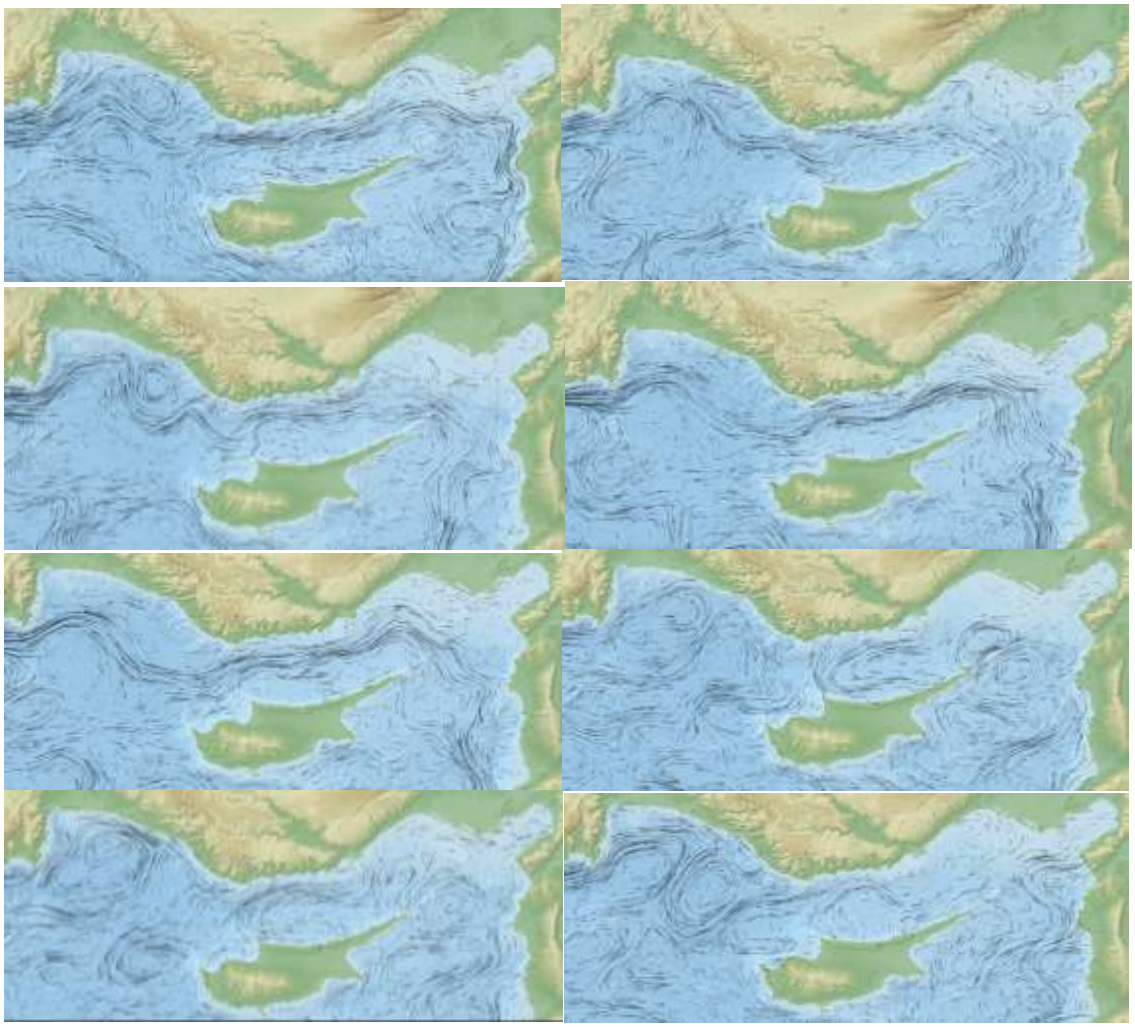


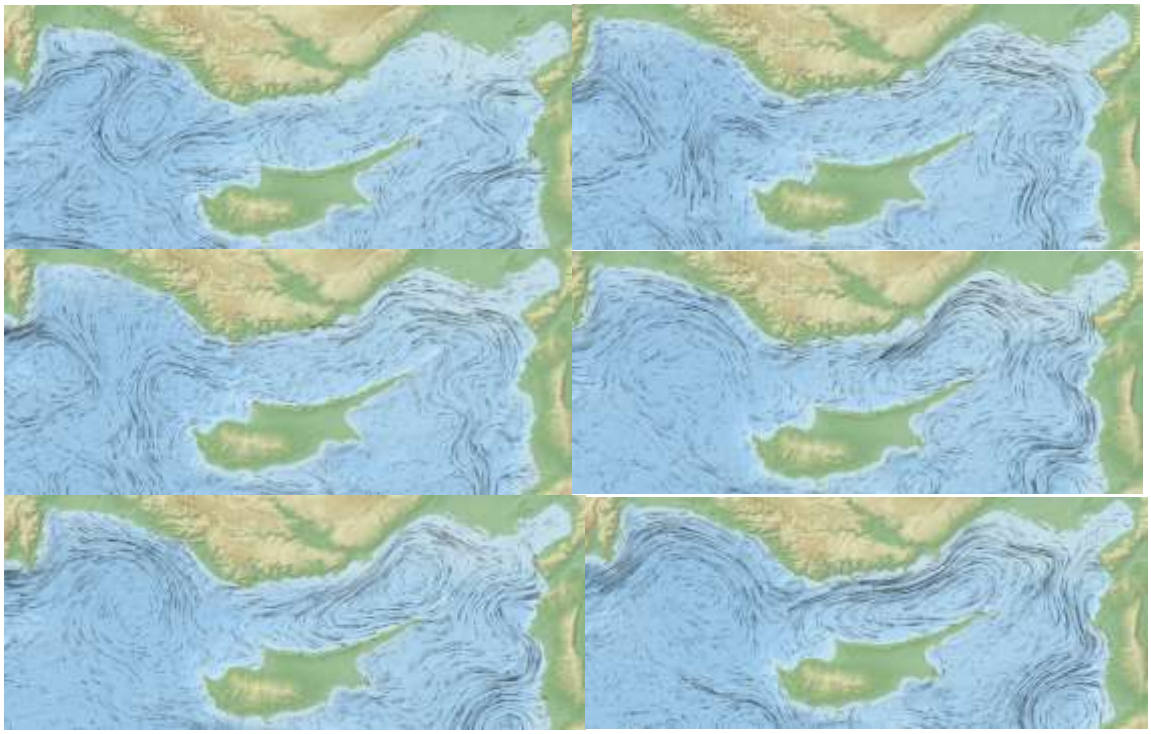
Şekil 5. Adana/Seyhan Atık Su Arıtma Tesisi içerisindeki mikroplastikler

Buna göre, rekor yağış sonrası artan yüzey akışının hem kaçak deşarj hacmini hem de AAT'lere ulaşan yükü eş zamanlı olarak artırmış olabileceği, PGDT dolayısıyla Adana-Mersin kaynaklı mikro-mesoplastik akısının bu sezonda çift mekanizma (doğrudan kaçak deşarj + AAT kapasite aşımı/işlev kaybı) üzerinden olağanın üzerinde gerçekleşmiş olabileceği tahmin edilmektedir.

Bölgesel Akıntı Rejimi

Doğu Akdeniz'in yüzey dolaşımı, Kilikya/Levanten kıyısından (İskenderun-Mersin-Anamur hattı) batıya, Antalya Körfezi yönüne işleyen bir akıntı sistemi ("Asia Minor Akıntısı" / Kilikya Akıntısı) içerir (Şekil 6). Gündoğdu et al. (2018), Mersin Körfezi'nde fırtına sonrası Şubat-Nisan boyunca kalıcı hale gelen, kıyı boyunca doğudan batıya işleyen bir akıntı sistemi tanımlamıştır (Özsoy & Sözer, 2006; Uysal et al., 2008 atfıyla). Macias et al. (2022)'nin genelleştirmesi de bu sistemi desteklemektedir. Kuzey kıyı ülkeleri (Türkiye bu konumdadır) için sınır-ötesi kirlilik tipik olarak genel siklonik/saatin tersi yönlü Akdeniz dolaşımı nedeniyle doğu komşularından gelir. Bu nedenle Adana/Mersin kaynaklı girdinin baskın akıntı ile batıya, Antalya Körfezi ve Alanya'ya taşınması fiziksel olarak tutarlıdır.





Şekil 6. Yoğun mikroplastik kirliliği gözlenen Doğu Akdeniz'in Ocak-Temmuz 2026 arası hakim akıntı sistemleri. Her bir satır bir ayı (yukarıdan aşağı Ocak, Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz) sol panel ayın başını sol panel de ayın sonunu göstermektedir.

Copernicus Deniz Servisi'nden (Copernicus Marine Service; Avrupa Komisyonu adına Mercator Ocean International tarafından işletilen, uydu ve in-situ gözlemlerle sayısal modellere dayalı güncel analiz ve tahmin sistemi) elde edilen Ocak-Temmuz 2026 dönemine ait ay başı/ay sonu yüzey akıntı görüntülerinin görsel incelemesi (Şekil 4 ve Şekil 5), yukarıda tanımlanan batı yönlü Kilikya/Asia Minor Akıntısı'nın on dört karenin tamamında baskın örüntü olarak sürdüğünü, ancak bu akışın kesintisiz değil girdap (eddy) yapılarıyla parçalı biçimde ilerlediğini göstermektedir; kış aylarında (Ocak-Mart) akıntı alanı görece geniş ölçekli ve güçlü bir batı bileşeni sergilerken, yaz aylarına (Haziran-Temmuz) doğru bu bileşen zayıflamakta ve kıyıya yakın kesimlerde daha lokal ölçekli döngüler öne çıkmaktadır. Bu gözlem, taşınım mekanizmasını Adana ve Mersin kaynaklı girdiyle ilişkilendiren hipotezle fiziksel olarak tutarlıdır; ancak burada vurgulanması gereken kritik nokta, bu illerdeki kirlilik yükünün yalnızca PGDT kaynaklı doğrudan kaçak deşarjlardan ibaret olmayabileceğidir.

Gündoğdu et al. (2022), rüzgâr/dalga/akıntı üçlüsünün kıyı zonundaki pelet birikimini kontrol ettiğini göstermiştir. Kış fırtınaları sırasında (örn. Ocak, Mart, Ekim fırtına örnekleri) güneybatı yönlü rüzgârlar (11-14 m/s) hem karadan denize yüzey akışı taşımakta hem de kıyı boyunca güçlü "alongshore" akıntılar (0,4-0,5 m/s) oluşturmaktadır. Aynı çalışmada net hava kütlesi taşınımının fırtına sonrası neredeyse tüm istasyonlarda karaya doğru olduğu bulunmuştur, yani rüzgâr, açık denizdeki malzemeyi kıyıya sürükleyen ikinci bir mekanizma olarak işlev görür.

Macias et al. (2022)'nin Lagrangian modeli, parçacıkların kıyıya ulaşma süresinin mevsime göre değiştiğini göstermektedir. Homojen başlangıç senaryosunda parçacıkların %90'ı yazın 33 günde, kışın 51 günde kıyıya ulaşmaktadır (ortalama taşınan mesafe kışın ~480 km, yazın ~190 km). Bu, kış-ilkbahar döneminde (Aralık-Mayıs) oluşan yoğun nehir/sel kaynaklı girdinin, birkaç haftalık-birkaç aylık bir gecikmeyle yaz başında (tam da içinde bulunduğumuz Temmuz ayında) kıyıda gözlenen birikime dönüşebileceği anlamına gelir. Bu, "neden şimdi?" sorusuna verilebilecek en güçlü zamansal açıklamadır.

Macias et al. (2022)'ye göre, ortalama olarak kıyı çöpünün %30-55'i "yerel" kökenlidir (150 günlük geriye dönük entegrasyonda 30 km'den az mesafe kat edilerek kıyıya vurma). Bu, Alanya

kıyısındaki yükün muhtemelen hem yerel/bölgesel (Alanya PGDT'leri+kısa mesafeli karasal girdi) hem de bölge-ötesi (Adana/Mersin'den taşınan+sınır-ötesi) bileşenlerin bir karışımı olduğu anlamına gelir. Dolayısıyla tek bir kaynaktan değil çoklu ama benzer bir kaynaktan söz etmek mümkündür.

Örnekleme çalışması sonuçları

Örnekleme çalışmaları esnasında örneklenen mikroplastikler içerisinde doğal yollarla meydana gelen parçalanma ve belirli bir amaç için makine yoluyla yapılan parçalanma ayrımının nasıl olduğuna dair bir örnek şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7. Sol üst tarafta bir bütün olarak plastik parçacıkta başlayan çatlamaları göstermektedir. Bu belirgin çatlamalar UV, dalga, kimyasal ya da farklı faktörlerin yardımıyla gerçekleşmektedir. Sağ üst şekilde ise Tablo3'te tanımlanan ve bir proses sonucu ortaya çıkan çapak, kırpıntı ya da talaş formundaki mikroplastik görülmektedir. Alttaki taraftaki görüntü ise yine geri dönüşüm tesislerindeki kırma eleme makinası içerisine atılan ambalaj ya da torba formundaki ince plastiklerin kopma sonucu aldıkları hal görülmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlar Tablo 4'te özetlenmiştir. Dört istasyonun batıdan doğuya (İstasyon 1 → İstasyon 4) dizilimi, Bölüm "Bölgesel Akıntı Rejimi"nde tanımlanan doğudan batıya işleyen Kilikya/Asia Minor Akıntısı ile birlikte okunduğunda, ilk bakışta beklenenin tersi bir örüntü ortaya çıkmaktadır: akıntının kaynağa en yakın (doğu) ucundaki İstasyon-4 (Dim Çayı önü) en düşük yoğunluğu (1.015.137 adet/km², %59 PGDT-ilişkili), akıntı yönünde ilerideki (orta-batı) İstasyon-3 (Damlataş Mağarası açıkları) ise en yüksek yoğunluğu (34.053.278 adet/km², %93 PGDT-ilişkili) göstermektedir. Bu görünürdeki çelişki, aslında sahadaki gözlemlerle birlikte değerlendirildiğinde tutarlı bir açıklamaya kavuşmaktadır. Burada bir diğer bulgu da Konaklı AAT ve Alanya AAT çıkış sularından elde edilen partiküllerin içerisinde çoğunlukla evsel atık su

sitemlerinde yaygın olarak görülen fiber tipli partiküllerin ve boyut olarak da istasyonlardan elde edilenlerden daha küçük olan partiküller olduğudur.

Tablo 4. İstasyonlara göre elde edilen sonuçlar.

İstasyon Adı	**Konumu**	**Saha Gözlemi**	**Mikroplastik Konsantrasyonu (adet/km²)**	**Geri Dönüşüm Tesisi Olduğu Düşünülen Partiküllerin Oranı**	**Toplam tespit edilen Konsantrasyon içerisindeki oranı (adet/km²)**
İstasyon-1	Konaklı White Otel ve Piknik AlanıKıyıları	Çalışma esnasında yer yer mikroplastik birikintileri görüldü.	7.901.368	%89	7.032.217,52
İstasyon-2	Kleopatra Plajı önü	Örnekleme esnasında yoğun partikül birikimine yer yer rastlanılsa da genel olarak yoğun bir kirlilik göze çarpmadı.	1.652.268	%71	1.173.110,28
İstasyon-3	Damlataş Mağarası Açıkları	Örnekleme esnasında farklı hatlar şeklinde ve dağınık bir formda çok yoğun mikroplastik birikimi gözlendi. Ayrıca yüzer olarak daha büyük ambalajların ve tek kullanımlık plastiklerin de varlığı yoğun şekilde gözlendi. Bunun yanında istasyonda pelet orarak tanımlanan plastikler de gözlendi.	34.053.278	%93	31.669.548,54
İstasyon-4	Dim Çayı Önü	Örnekleme esnasında nehir karışımı bariz belliyken yüzeyde gözle görülür bir mikroplastik ya da genel olarak plastik birikimi gözlenmemiştir.	1.015.137	%59	598.930,83

İstasyon 1 ve İstasyon 2
İstasyon-3'teki yoğun birikimin batıya doğru kısmen dağılarak İstasyon-2'de daha düşük ama yine de dikkate değer bir düzeye (1.652.268 adet/km²) gerilediği, ardından İstasyon-1'de (7.901.368 adet/km², %89 PGDT-ilişkili) tekrar belirgin şekilde yükseldiği görülmektedir. Bu ikinci yükseliş, Konaklı kıyı şeridinin batıya bakan koy/plaj geometrisinin, akıntı yönünde taşınan malzeme için ikinci bir doğal tutulma/biriktirme bölgesi oluşturabileceğine işaret etmektedir -kıyı çizgisi geometrisinin (koy, çıkıntı, plaj eğimi) yüzer malzemenin nihai olarak nerede karaya vurduğunu belirleyen önemli bir yerel etken olduğu bilinmektedir.



Şekil 8. İstasyon 1'den elde edilen yüzey suyu örnekleri içerisindeki mikroplastik miktarları



Şekil 9. İstasyon 2'den elde edilen yüzey suyu örnekleri içerisindeki mikroplastik miktarları

İstasyon 3
Bu istasyondaki aşırı yüksek değer (bir sonraki en yüksek istasyonun ~4,3 katı) iki olası mekanizma ile açıklanabilir. Birincisi, Damlataş burnu gibi kıyı çıkıntıları, oşinografik olarak akış ayrılması ve

girdap oluşumu için bilinen odak noktalarıdır. Doğudan batıya taşınan yüzer malzeme bu tür çıkıntıların açığında birikme/yakalanma eğilimi gösterebilir ki bu da istasyonun neden akıntı yönünde "ara bir toplanma noktası" olarak öne çıktığını açıklayabilir. İkincisi ve saha gözlemleriyle doğrudan örtüşen bir diğer etken, örnekleme saatinin gündüz olmasıdır. Kamuoyuna yansıyan şikayetlerin çoğunlukla akşama doğru ya da sabah erken saatlerde yoğunlaşan, "kümelenmiş/toplu" görünümdeki birikintilere dayandığı düşünülürse, gündüz saatlerinde daha güçlü olan dalga etkisinin ve deniz meltemi kaynaklı yüzey karışımının, birikintileri dağıtarak (İstasyon-3'te "dağınık, hatlar şeklinde" olarak tarif edilen dağılım) manta ağı ile örneklenebilir hale getirdiği, ancak akşam saatlerinde rüzgar/akıntı yönünün değişmesi ve deniz yüzeyinin sakinleşmesiyle aynı malzemenin gözle daha çarpıcı "toplu" şeritler halinde kıyıya yaklaşabildiği düşünülebilir. Bu senaryo gündüz örneklemesi ile akşam şikayetleri birbirini çürüten değil, aynı olgunun günün farklı saatlerindeki iki farklı görünümünü yansıtan tamamlayıcı gözlemlerdir. Nitekim İstasyon-3'te tespit edilen dağınık dağılım biçimi, toplam yükün şikayetlerde tarif edilenden az olduğu değil, o anki hidrodinamik koşullar altında farklı bir uzamsal formda bulunduğu anlamına gelmektedir.



Şekil 10. İstasyon 3'ten elde edilen yüzey suyu örnekleri içerisindeki mikroplastik miktarları

İstasyon 4

Nehir ağzı istasyonlarının tipik olarak yüksek kirlilik göstermesi beklenir. Ancak bu istasyonda tam tersi gözlenmiştir. Saha gözlemi, nehir karışımının (tatlı su plajı) yüzeyde bariz şekilde ayırt edilebildiğini, buna karşın gözle görülür bir mikroplastik/plastik birikimi olmadığını kaydetmektedir. Bu durum, Dim Çayı'nın -Seyhan, Ceyhan gibi yoğun PGDT baskısı altındaki nehirlerin aksine- görece temiz bir havzaya sahip olmasıyla açıklanabilir. Havzasında bilinen bir PGDT yoğunlaşması bulunmaması, nehrin bu noktada bir "kirletici kaynak" değil, yalnızca bir "seyreltici tatlı su girdisi" işlevi görmesine yol açmış olabilir. Bu bulgu aynı zamanda metodolojik açıdan önemlidir: yüksek mikroplastik yükünün kaynağının otomatik olarak "en yakın nehir ağzı" olmadığını, kaynağın niteliğinin (o havzada PGDT olup olmadığının) belirleyici olduğunu göstermektedir. Bunun yanında Bu istasyonda PGDT kaynaklı mikroplastiklerin çıkmasıyla kalan konsantrasyonun Güven ve ark. (2017)'nin bildirdiği aralığın üst sınırına (520.213 adet/km²) yakın olduğu ve literatürdeki Türkiye Akdeniz kıyısı değerleriyle benzeştiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 11. İstasyon 4'ten elde edilen yüzey suyu örnekleri içerisindeki mikroplastik miktarları

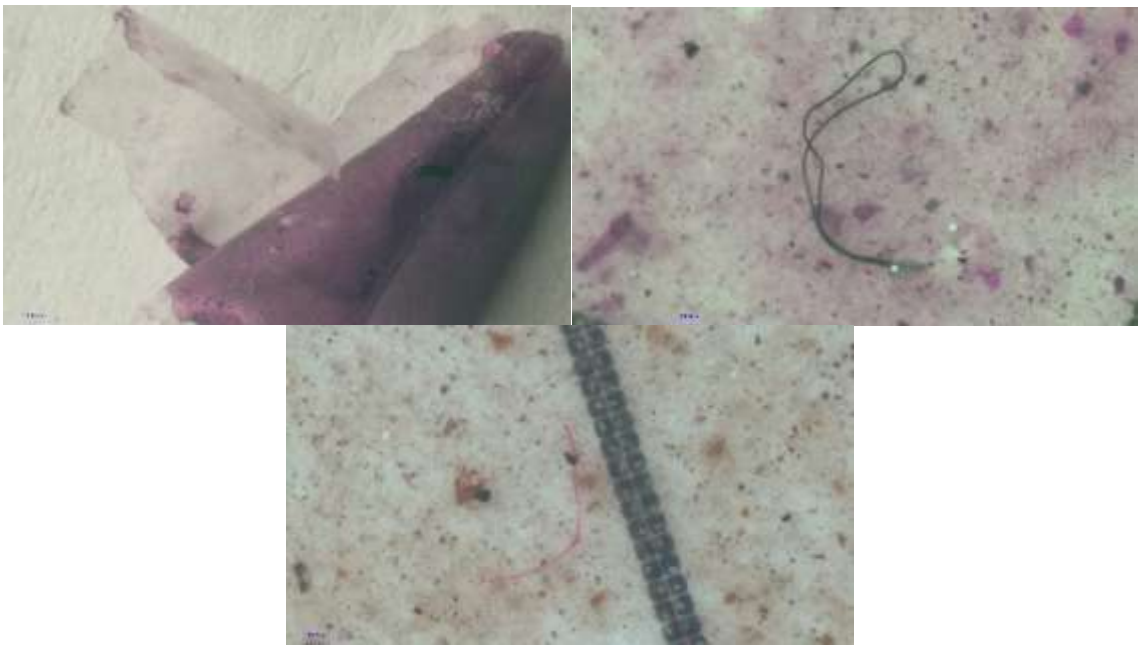
İstasyon bazlı bulgular, raporun genel hipotezine uzamsal bir katman eklemektedir. Kirliliğin kaynağı tek bir noktadan (örn. yalnızca Dim Çayı) değil, doğudan (Adana/Mersin PGDT'leri + Gazipaşa/Anamur sera örtüsü geri dönüşümü) batıya taşınan ve kıyı geometrisinin elverdiği noktalarda (Damlataş çıkıntısı, Konaklı koyu) biriken dağınık bir yüktür. Buna yerel turizm/altyapı kaynaklı bir arka plan yükü de eklenmektedir.

Raporun geri dönüşüm kaynaklı kirliliğe odaklanmasının nedeni, bu kaynağın tek kaynak olması değildir. Bölgedeki diğer kaynakların (turizm, altyapı, AAT) yıllardır sabit kalan, mevsimsel olarak aşırı değişmeyen kaynaklar olmasına karşın, geri dönüşüm kaynaklı bileşenin 2025-2026 sezonunun istisnai yağış/taşkın rejimiyle birlikte hem hacim hem taşınım hızı açısından bu yıla özgü, açıklanabilir bir sıçrama göstermiş olmasıdır. Nitekim yoğun yağış ve taşkının, yalnızca PGDT kaynaklı kaçak deşarjı değil, aynı zamanda turizm/kentsel kaynaklı arka plan yükünü de (yüzey akışıyla taşınan çöp, AAT bypass olayları) orantılı şekilde artırmış olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla rapordaki nedensellik zinciri, yalnızca PGDT'ye özgü değil, bölgedeki tüm karasal kaynaklı mikroplastik girdisini büyüten ortak bir hidrolojik zorlayıcı olarak okunmalıdır.

Örneklerde yoğun olarak gözlenen şeffaf, belirli bir şekilde kırpılmış/kesilmiş mikroplastikler, Adana/Mersin PGDT'lerinden farklı, ayrı bir kaynağa işaret ediyor olabilir. Gazipaşa ve Anamur çevresinde yoğun şekilde faaliyet gösteren tarımsal örtü (sera örtüsü) faaliyetleri ve bunları geri dönüştürmek üzere alan PGDT'leri de önemli bir kaynak olarak kabul edilebilir. Sera örtüleri tipik olarak şeffaf plastik filmlerden oluşur ve geri dönüşüm esnasında tıpkı diğer plastikler gibi mekanik olarak kesilip parçalanır. Bu süreç, tam olarak Tablo 3'te tanımlanan kesim/öğütme kaynaklı deformasyon izlerini üretir. Gazipaşa ve Anamur'un Alanya'nın doğusunda, yani baskın batı yönlü akıntının yukarısında konumlanmış olması, bu kaynağın da -Adana/Mersin PGDT'lerine ek olarak- Alanya kıyısına ulaşabilecek fiziksel bir konuma sahip olduğunu düşündürmektedir.

Tablo 4'te her istasyonda geri dönüşüm kaynaklı olmayan bir pay da (İstasyon 1: %11; İstasyon 2: %29; İstasyon 3: %7; İstasyon 4: %41) bulunmaktadır. Bu payın, özellikle turizm yoğunluğunun en yüksek olduğu İstasyon-2 (Kleopatra Plajı, kentsel/turistik merkez) ve nehir etkisinin baskın olduğu İstasyon-4'te belirgin şekilde yüksek olması, bu bileşenin PGDT'den bağımsız, bölgeye özgü diğer kaynaklarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Yoğun turizm faaliyetleri (tek kullanımlık plastikler, plaj/tekne kaynaklı atık) ve kentsel atık yönetimi altyapısının yetersizliği (düzensiz depolama, kıyı şeridine yakın çöp sızıntısı), arka plan konsantrasyonu olarak belirttiğimiz hâlihazırda var olan mikroplastik kirliliğinin nedenleri arasında gösterilebilir. Ayrıca mikroplastik

kirliliğinin deniz ortamına ulaşması açısından önemli bir yol olarak görülen AAT'lerin, Alanya özelinde gözlenen kirliliğe olan katkısı da önemli bir tartışma konusudur. Bu bağlamda gerek yapılan saha çalışması esnasındaki gözlemlerde gerekse de literatürde AAT çıkış sularının içerdiği mikroplastik profilinden anlaşılan, bu katkının mevcut mikroplastik istilasının bir nedeni olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen verilere dayanarak AAT çıkış suyundan yapılan örneklemede 10-400 adet mikroplastiğin, kirlilik şikayetlerine konu olan şekil ve boyutta olması gerekirdi. Ancak yapılan örneklemede Konaklı AAT çıkış suyunda sadece bir adet bu özellikte mikroplastiğe rastlanmış, Alanya AAT'de ise bu özelliklerde bir mikroplastiğe rastlanılmamıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Konaklı ve Alanya AAT örneklerindeki mikroplastikler

Sonuçlar

Yukarıdaki bulgular birlikte değerlendirildiğinde, aşağıdaki nedensellik zinciri makul bir çalışma hipotezi olarak önerilebilir:

1. Bu değerlendirme, Alanya'ya özgü literatürden elde edilen akıntı-taşınım mekanizmasının, yapılan saha çalışmasıyla desteklenerek genelleştirilmesiyle ortaya konulmuştur.
2. 2025-2026 su yılı ve özellikle ilkbahar mevsimi, Akdeniz Bölgesi'nde (ve özellikle Adana-Hatay-Mersin illerinde) 66 yıllık ölçüm tarihinin rekor yağışına sahne olmuştur (MGM, 2026).
3. Bu yağış rejimi, Seyhan-Ceyhan-Asi havzalarındaki nehir debilerini ve yüzey akışını olağanın çok üzerine çıkarmıştır.
4. Aynı bölgede yoğunlaşan plastik geri dönüşüm tesisleri artan yüzey akışı ile seyreltilmeden/hızlandırılmış biçimde mikroplastik ve makroplastik kalıntılarını alıcı ortama taşımıştır.
5. Doğu Akdeniz'in baskın yüzey akıntı rejimi (Kilikya/Asia Minor Akıntısı), bu girdiyi kıyı boyunca batıya, Antalya Körfezi ve Alanya yönüne taşımaya elverişlidir; rüzgâr kaynaklı kıyıya yığılma bu süreci güçlendirir.
6. Akdeniz yüzey akıntıları girdap baskın ve yüksek değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla tek yönlü/basit bir taşınım şeması değil dönemsel yağış ve yüzey akış girdilerinin de olabileceği unutulmamalıdır.

7. Taşınımın mevsimsel gecikmesi (haftalar-aylar mertebesinde), kış-ilkbahar döneminde oluşan girdinin yaz başında (Temmuz 2026) kıyıda gözlenen yoğun birikime dönüşmüş olabileceğini açıklar.
8. Buna ek olarak, Levanten havzasından gelen sınır-ötesi girdi (Suriye, Lübnan, Mısır) ikincil ama göz ardı edilemeyecek bir bileşen olarak katkı sağlıyor olabilir.
9. Konaklı ve Alanya AAT'lerden alınan örnekler üzerine yapılan inceleme, bu tesislerin mevcut mikroplastik istilasına katkısının önemsiz seviyede olduğu tespit edilmiştir.
10. Kaynak atfı, kesin biçimde ancak plastik morfoloji parmak izi analizi ile yapılmıştır.
11. Alanya'da toplanan örneklerde morfolojik alt-sınıflandırma kirliliğin önemli ölçüde PGDT kökenli olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak yine de bu rapora ek olarak Adana/Mersin/Antalya kaynaklı olası girdiyi tam olarak hesaplamak için daha uzun süreli ve geniş kapsamlı bir çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Öneriler

1. PGDT kaynaklı kirliliğin önlenmesi için ilk olarak kıyı bölgelerindeki tüm tesisler atık su mikroplastik içeriği açısından belgeye dayalı değil gerçek zamanlı analize dayalı olarak denetlenmeli, atık suyu çıkışında etkili bir arıtma/filtreleme sistemi olmayan tesislerin çalışma izinleri iptal edilmeli ve bu sistemler kurulana kadar da çalışmalarına izin verilmemelidir.
2. Yasal düzenleme ile tüm geri dönüşüm tesislerine sıfır mikroplastik sızıntısı yasal zorunluluğu getirilmeli ve tüm izinler bu zorunluluğa bağlı olarak yenilenmelidir.
3. Yapılan çalışmalar ve saha gözlemleri ortaya çıkan kirliliğin önemli ölçüde ithal atıklarla beslenen PGDT'lerinden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda yoğun yasadışı döküm, yangın ve kaçak deşarj ile karakterize olan bu ithal atığa dayalı geri dönüşüm yaklaşımının durdurulabilmesi için atık ithalatı yasaklanmalıdır.
4. Adana bölgesinden Seyhan ve Ceyhan Nehrine katılan tüm sulama kanalları DSİ sorumluluğunda olduğundan bu kanalların DSİ tarafından sıkı bir denetimden geçirilip kaçak deşarj noktaları tespit edilerek gerekli yasal ve idari işlemler yapılmalı ve bu noktalar kapatılmalıdır.
5. PGDT atık sularının kentsel atık su sistemine verilmesi engellenmelidir. Adana Seyhan AAT'sinden de anlaşılacağı üzere bu tesislerin atık suları kentsel atık su arıtma tesislerinin çalışmasını engellemektedir.
6. Saha gözlemlerinde karşılaşılan bir diğer olgu olan tek kullanımlık plastikler sorununun ortadan kaldırılması için özellikle gezi ve eğlence teknelerinde tek kullanımlık plastik kullanımının kademeli olarak sonlandırılmasına dair bir plan oluşturulmalıdır.
7. Saha çalışmalarında yoğun olarak gözlenen tarımsal örtü plastikleri parçalarının önlenebilmesi için tarımda yoğun plastik kullanımının azaltılması girişimi başlatılmalıdır.
8. Gazipaşa, Anamur ve Kazanlı bölgesindeki tarımsal örtü (sera) geri dönüşüm işletmelerinin de PGDT'lerle aynı denetim ve atık su standartlarına tabi tutulması; bu işletmelerin yıkama/kesim süreçlerinden kaynaklanan mikroplastik salınımının ayrı bir kaynak olarak izlenmesi önerilir.
9. İstasyon-3 (Damlataş açıkları) gibi kıyı çıkıntılarının açığında oluşabilecek doğal birikim/girdap bölgelerinin belirlenmesi ve bu noktaların düzenli (gündüz ve akşam saatlerini kapsayan) izlenmesi, hem kirliliğin gerçek boyutunun hem de günlük döngüsünün doğru anlaşılması açısından gereklidir.
10. Kirliliğin turizm faaliyetleri açısından sorun oluşturduğu düşünüldüğünde önümüzdeki turizm sezonu için önlemlerin şimdiden alınarak paralel olarak da temizlik faaliyetlerine başlanması gerekmektedir.

Kaynakça

Ediboğlu Sakowsky, E., & Gündoğdu, S. (2024). An Imported Problem? Plastic Waste Effects on Türkiye's Environment with Specific Emphasis on Relevant Multilateral Environmental Agreements. In Plastic Waste Trade: A New Colonialist Means of Pollution Transfer (pp. 217-246). Cham: Springer Nature Switzerland.

Gündoğdu, S., & Avcıoğlu, S. (2026). Illicit discharges, global waste trade, and microplastic contamination in irrigation canals: evidence from Adana, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 198, 379.

Gündoğdu, S., Ayat, B., Aydoğan, B., Çevik, C., & Karaca, S. (2022). Hydrometeorological assessments of the transport of microplastic pellets in the Eastern Mediterranean. Science of the Total Environment, 823, 153676.

Gündoğdu, S., Çevik, C., Ayat, B., Aydoğan, B., & Karaca, S. (2018). How microplastics quantities increase with flood events? An example from Mersin Bay NE Levantine coast of Turkey. Environmental Pollution, 239, 342-350.

Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., & Kıdeyş, A. E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. Environmental pollution, 223, 286-294.

Guerrini, F., Mari, L., & Casagrandi, R. (2021). The dynamics of microplastics and associated contaminants: Data-driven Lagrangian and Eulerian modelling approaches in the Mediterranean Sea. Science of the Total Environment, 777, 145944.

Macias, D., Stips, A., & Hanke, G. (2022). Model based estimate of transboundary litter pollution on Mediterranean coasts. Marine Pollution Bulletin, 175, 113121.

Anadolu Ajansı (15.07.2026). Türkiye genelinde rekor kıran yağışlar Akdeniz ve Karadeniz'de son 66 yılın zirvesine ulaştı.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2026). Alansal Kümülatif Yağış Raporu — 2026 Su Yılı (güncelleme: 10.06.2026).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2026). Alansal Mevsimlik Yağış Raporu — 2026 İlkbahar Mevsimi (güncelleme: 22.06.2026).

Vural, T., Çetinkaya, S., Yeğen, V., Şapcıoğlu, S., & Gündoğdu, S. (2025). Protocol for extraction and analysis of microplastics in freshwater, sediment, and fish samples. STAR protocols, 6(3).

EKLER

1- Saha çalışmasına ait görüntüler








2- Örneklenen plastiklere ait görüntüler



