

**ARTICLE TYPE: REVIEW****Mikroplastikler ve Halk Sağlığı  
Microplastics and Public Health**Cemile Öncü<sup>1\*</sup>, Mehmet Emin Aydemir<sup>2</sup><sup>1</sup> Harran Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye, dyt.cemileoncu@gmail.com, 0009-0000-9343-1472<sup>2</sup> Harran Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye, aydemiremin23@harran.edu.tr, 0000-0002-5849-1741**ÖZET**

Plastiklerin pratik kullanım özellikleri sayesinde üretimi gün geçtikçe arttırmaktadır. Ancak doğada uzun süre kalabilen plastiklerin çevreye birtakım olumsuz etkileri olmaktadır. Çevrede bulunan plastikler biyolojik, mekanik, kimyasal değişim sonucu 0.1-5000 mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) boyutlarında mikroplastik parçacıklara dönüşmektedir. Mikroplastikler çevre kirliliğine sebep olup doğal yaşamı etkilediğinden güncel araştırma konuları arasındadır. Mikroplastikler hafif yapıda olduklarından her yere kolaylıkla taşınabilmektedir. Bu sebeple mikroplastikler hava, kara ve suda bulunabilmektedirler. Çeşitli boyut ve şekillerde olan mikroplastikler özellikle suda bulunarak pek çok canlıya ulaşabilmektedir. Mikroplastikler gıdalara çevreden, hammaddeden, üretim aşamasında ve ambalajlamada kullanılan plastiklerden geçebilmektedir. İnsanların mikroplastiklere maruziyeti oral yol, solunum yolu ve temas yoluyla gerçekleşmektedir. İnsanlar kontamine su ve gıdaları tüketerek çeşitli mikroplastiklere maruz kalmaktadır. Mikroplastikler vücuda alındıktan sonra insan sağlığına olumsuz yönde etki etmektedir. Mikroplastiklerin çeşitli şekil ve boyutlara sahip olması, bazı gıdalardan ayrıştırılmasının zorluğu, sindirim sisteminde uğradığı yolların henüz bilinmemesi sebebiyle insan sağlığı üzerine etkileri net olarak bilinmemektedir. Bu derlemede mikroplastiklerin özellikleri ve oluşumu, gıdalarda bulunuşu ve halk sağlığı üzerine etkileri incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Plastik, Mikroplastik, Gıda, Besin, Halk Sağlığı**ABSTRACT**

Thanks to their practical use, the widespread use of plastics increases the production of plastics day by day. However, plastics that can remain in nature for a long time have some negative effects on the environment. The 0.1-5000 micrometre ( $\mu\text{m}$ ) sized particles formed by biological, mechanical, chemical degradation of plastics or as a result of direct production in the industry are called microplastics. Microplastics are among the current research topics as they cause environmental pollution and affect natural life. Since microplastics are lightweight, they can be easily transported anywhere. For this reason, microplastics can be found in air, land and water. Microplastics of various sizes and shapes can reach many living things, especially in water. The reason why aquatic environments are mostly investigated in the studies conducted in the literature is that microplastics can reach from algae, the simplest living things, to humans. Microplastics are a source of danger for aquatic organisms and humans. Human exposure to microplastics occurs through oral, inhalation and contact. Humans are exposed to various microplastics by consuming contaminated water and food. Microplastics can enter food from air, raw materials, plastics used in production and packaging. The effects of microplastics on human health are not clearly known because they have various shapes and sizes, are difficult to separate from some foods, and the pathways they undergo in the digestive system are not yet known. In this review, the formation of microplastics, their presence in foods and their effects on human health were examined.

**Keywords:** Plastic, Microplastics, Food, Nutrition, Human Health**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Cemile Öncü, Harran Üniversitesi, Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye, dyt.cemileoncu@gmail.com, 0009-0000-9343-1472**Atıf /Cite:** Öncü C, Aydemir ME. Mikroplastikler ve Halk Sağlığı. Mehes Journal. 2024;2(2):29-43.The journal is licensed under a [Attribution 4.0 International \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## GİRİŞ

Plastikler günlük hayatta sıklıkla kullanılan gözle görülebilen büyük boyutlardaki malzemelerdir. Ancak bilim dünyası tarafından sıklıkla tartışılmakta ve kirletici olarak görülmektedir. 5 milimetreden (mm) küçük boyuttaki plastik kalıntılar mikroplastik olarak tanımlanmaktadır. Mikroplastiklerin çoğu plastiklerin bozunmasıyla oluşmaktadır (1). Ekosisteme dahil olan mikroplastikleri büyük ve açık bir sistem olan çevreden uzaklaştırmak zordur (2). Bu nedenle mikroplastiklerin çeşitli gıdaların tüketimi yoluyla organizmaya alınması muhtemeldir. Literatürde bulunan çalışmalarda deniz ürünleri, tuz ve ambalaj malzemelerinden mikroplastik maruziyeti nicel olarak saptanmaya çalışılmış olsa da gıdaların tüketimi yoluyla gerçekleşen maruziyet büyük ölçüde bilinmemektedir (3). Yapılan çalışmalarda genel anlamda deniz ürünlerine yoğunlaşılsa da mikroplastikler hafif yapıda olduklarından havada ve karada da bulunabilmektedirler (3, 4). Ayrıca mikroplastikler işleme ve paketlenme esnasında da gıdaya bulaşabilmektedir (3). Mikroplastik kaynaklarının şekil, boyut, yoğunluk ve polimer çeşitliliği biyolojik etkilerinin ve risklerinin çeşitliliğine yansımaktadır (1). Mikroplastiklerin içerdiği katkı maddeleri, ağır metaller, hidrofobik organik kirleticiler insan ve çevre sağlığına olumsuz etkilerinin olabileceği endişesini ortaya çıkarmıştır (1, 4).

Mikroplastiklerin anlaşılması için yapılan analizlerin güvenilir olması ve analitik yöntemlerin kullanılması aynı zamanda laboratuvar birikimi, toksisite ve ayrışma çalışmaları da gerekmektedir. Mikroplastik araştırmaları yeni ortaya çıkan bir alan olduğundan analitik yöntemler henüz gelişme aşamasındadır. Ayrıca mikroplastiklerin boyutu, şekli, rengi, polimer türlerinin çeşitliliği ve karmaşık yapısı tutarlı bir sınıflandırmanın oluşumunu engellemiştir (2).

Gıdalarda mikroplastikleri ölçmenin zorlukları mikroplastikleri gıdadan ayırmanın güçlüğü, pişmiş gıdalardaki mikroplastik konsantrasyon belirsizliği ve değişen gıda matrisleri sebebiyle standartlaştırılmış analizlerin olmamasıdır. Bu nedenle çeşitli gıdalarda yapılan analizler karşılaştırılmalı ve daha fazla çalışma yapılmalıdır (3). Bu incelemede mikroplastikleri ve bulunduğu gıdaları özetlemekteyiz. Ayrıca yapmış olduğumuz bu incelemeyle insanların mikroplastiklere maruziyet yollarını ve olası sağlık risklerini de değerlendirmekteyiz. Yapılan literatür taraması sonucunda genel anlamda benzer gıdalar üzerinde çalışıldığı görülmüştür. Farklı gıdaların mikroplastik incelemelerinin yapılması, analiz yöntemlerinin geliştirilmesi ve mikroplastiklerin insanlar için toksik dozlarının belirlenmesi için çalışmaların yapılması önerilmektedir.

**Plastik Nedir?**

Plastikler polimer maddelerdir. Monomerlere polimerizasyon tepkimelerini katalize eden veya elastikiyet, sertlik, ultraviyole (UV) stabilitesi, alev geciktirici ve renk gibi fonksiyonel özellikler veren katkı maddelerinin (bisfenol A, nonilfenol vb.) eklenmesi ile oluşmaktadır. Plastikler %4-50 oranında katkı maddelerini içerebilmektedirler (5).

Plastikler farklı endüstrilerde kullanım kolaylığı, dayanıklılık, hafif olma özellikleri ve ucuz maliyet sebebiyle tercih edilmektedir. Sanayileşmiş toplumların vazgeçilmez malzemelerinden olan plastikler Avrupa'da ambalaj, inşaat ve otomotiv sektörlerinde sıklıkla kullanılmakta ve ambalajlar, bu üç sektör içinde plastik talebinin %40'ını oluşturmaktadır. Plastikler, gıda endüstrisinde, ambalajlama, hijyenin sağlanması, depolama, üretim ve işleme kolaylığı sağladığından yerini korumaktadır (6). Gıda ambalajlarında yaygın olarak kullanılan plastikler genişmiş polistiren (EPS) veya ekstrüde polistiren (XPS) gibi maddelerdir (7). Şişeler, poşetler, kaplar folyolar, tepsiler, kapaklar, gıda endüstrisinde kullanılan başlıca plastik ürünlerdir (8).

Plastik ürünler geri dönüşüme uygun özellikler kazanması amacıyla termoplastik reçinelerden, polietilen teraftalat (PET), yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE), düşük yoğunluklu polietilen (LDPE), polipropilen (PP), polivinil klorür (PVC), polistirenden (PS) oluşmaktadır (8). Üretimde plastiklerin istenilen özellikleri kazanması amacıyla plastikleştirici, antioksidan, yanmayı geciktiriciler, ultraviyole stabilizatörler, yağlayıcılar ve renklendiriciler eklenmektedir. En sık kullanılan katkı maddeleri fitalatlar, bisfenol A, nonilfenol ve alev geciktiricilerdir (4). Plastiklerle ilgili ekosistemlere verdiği zararlar hakkında kanıtlar bulunsa da yapılan çalışmalar henüz yeterli değildir. Plastiklerin biyolojik bozunmaları için tahmini süreler; plastik alışveriş çantası için 20 yıl, strafor bir bardak için 50 yıl, plastik bir şişe için ise 450 yıldır bu sebeple plastiklerin işlevi bittikten sonra da çevremizde bulunmaya devam edeceğinden insan sağlığına etkileri uzun yıllar sürebilmektedir (9).

**Mikroplastik Nedir?**

Mikroplastikler, çevrede bulunan plastiklerin biyolojik, mekanik, kimyasal değişim ve dönüşümleri veya endüstride direkt kullanılan mikro ve nano boyutlu parçacıkları kapsamaktadır (10). Mikroplastiklerin boyutları ile ilgili net bir bilgi olmamakla beraber kompozisyon, ağırlık, fiziksel ve kimyasal özellikleri çeşitlilik gösterdiği bildirilmektedir (9). Mikroplastikler, doğada 0.1-5000 mikrometre ( $\mu\text{m}$ ) boyutunda lifler, sferoitler, granüller, peletler, pullar veya boncuklar şeklinde heterojen karışımlar halinde bulunmaktadır (11).

Mikroplastiklerin şekilleri parçalanma şekli ve çevrede kaldığı süre ile farklılıklar göstermektedir. Mikroplastiklerin başlıca çeşitleri PP, PVC, PS, PET ve poliüretandır (12). Mikroplastikler oluşumlarına göre birincil ve ikincil mikroplastikler olarak adlandırılmaktadır. Birincil mikroplastikler halihazırda mikro boyutta üretilmiş olan mikroplastikleri, ikincil mikroplastikler ise plastiklerden mekanik, biyolojik ve ışınların etkisi ile parçalanıp ayrılan mikroplastikleri tanımlamaktadır (4). İlaç ve kişisel bakım ürünlerinde birincil mikroplastiklerin kullanımı Avustralya, Kanada, İtalya, Kore, Yeni Zelanda, İsveç, İngiltere ve ABD gibi ülkelerde yasaklansa da dünya genelinde mikroplastikler dış macunu, yüz temizleme ürünleri, oje vb. ürünlerde hava püskürtme teknolojisi, özel tıbbi uygulamalar, petrol ve gaz araştırmaları için sondaj sıvıları, endüstriyel aşındırıcılar, plastiğin işlenmesi gibi endüstriyel işlemlerde yaygın olarak kullanılmaktadır (12, 13). İkincil mikroplastiklerin oluşumunda mekanik, biyobozunma, fotobozunma gibi aktiviteler rol oynamaktadır. Bu bozunma sonucu lifler, fragmanlar, sferoidler, boncuklar, granüller, pelletler veya pullar şeklinde ikincil mikroplastikler oluşmaktadır. Birincil mikroplastiklere göre çevrede daha fazla miktarda bulunmaktadır (4). Mutfakta ve dış cephede kullanılan plastik malzemelerin yıpranması, plastik atıkların boşaltılması, geri dönüşüm tesislerinde atık toplama sırasındaki kayıplar, plastik malçlama, kompost katkısı olarak kullanılan sentetik polimerler, sentetik kıyafetlerde gerçekleşen aşınma, hijyen ürünlerinden lif salınımı, ulaşımda kullanılan araç lastiği döküntüleri, sentetik polimer bazlı boyalar ikincil mikroplastik kaynağı olabilmektedir. Mikroplastiklerin toksik organik kimyasalları (antibiyotikler, organoklorlu pestisitler, hormon bozucular) ve ağır metalleri absorbe etme özellikleri bulunmaktadır. Bu sebeple plastiklerin üretiminde kullanılan ağır metaller ve fitalatlar, bisfenol A gibi toksik maddeleri plastiklerden kopan mikroplastikler de içermektedir. Bu durumda mikroplastikler üzerinde bulundurduğu zararlı kimyasallarla canlılara taşınmaktadır. Mikroplastiklerin su kaynaklarına geçişi deniz canlıları ve insanlar için tehlike arz etmektedir. Deniz canlıları beslenirken plastik parçalarını besin zannederek yutabilmektedirler (12). Çevre ve gıda güvenliği tehlikelerinin kaynağı olan mikroplastik bulaşlarının asıl sebepleri plastiklerin uzun süren bozunması ile çevreye yayılmasıdır (4).

Mikroplastiklerin besin zincirine katılması ile ilgili çalışmalar sınırlı olsa da hayvanların kontamine olmuş yemleri yemesi, suda yaşayan hayvanların mikroplastikle kontamine su ortamında bulunması ve bu hayvanlarla beslenen canlılar bunları tüketmesi ile besin zincirine katılımı gerçekleşmektedir (4). Mikroplastiklerin insan vücuduna etkileri ve olası riskleri, partikül boyutu ve konsantrasyonları ile ilgilidir. İnsanlar mikroplastiklere inhalasyon, oral yol

ve cilt teması ile maruz kalabilmektedir. İnsan derisi, kirleticiler için her ne kadar bariyer görevi görse de ciltte bulunan açık yaralar, ter bezleri, saç derisi gibi yollarla mikroplastik geçişi gerçekleşebilmektedir. 150 µm' den küçük boyuttaki partiküller mukozal membrandan absorbe edilebilirken 20 µm' den küçük olan partiküller ise organlara erişebilmektedir (9). Ayrıca mikroplastikler üzerinde farklı patojenik mikroorganizmalar veya antibiyotiğe dirençli genler bulunabilmekte, toprak ve su yoluyla çok daha uzağa taşınabilmektedir. Kirstein ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada Kuzey ve Baltık Denizi'ndeki mikroplastiklerde (polietilen (PE), PS ve PP) insan patojenlerinden olan *Vibrio parahaemolyticus*' un bulunabileceği doğrulanmıştır (14). Bu sebeple insan patojenlerinin de mikroplastiklerle taşınması ayrı bir tehlike olmaktadır. Hijyenik gıda tüketimi sağlandığında mikroplastiklerle taşınan patojenlerle hasta olma riski düşüktür. Ancak gelişmekte olan ülkeler yüksek oranda kirli su kaynaklarından su tüketimi gerçekleştirdiği için risk altında olmaktadır. Şimdiye kadar elde edilen verilere göre hidrofobik kalıcı organik kirleticiler insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olmamaktadır ancak mikroplastiklere bağlı uzun süre hidrofobik kalıcı organik kirleticilere maruziyet insan sağlığı üzerine kritik etkileri olabilmektedir. Aynı şekilde mikroplastiklere bağlı eser metallerin toksisitesi izin verilen limitleri aştığında tehlike oluşturmaktadır (13). Mikroplastiklerin vücuda alımı, sindirim sisteminde uğrayacağı yollar, emilim farklılığı ve dağılımı hakkında çok az şey bilindiğinden çalışmalar yetersiz kalmaktadır (5). Mikroplastiklerin çok farklı ve uzak bölgelerde de (kutuplar, dağ gölleri, okyanuslar) bulunması taşınmasında doğal süreçlerin de etkili olduğunu göstermektedir (12). Mikroplastiklerin çevreye salınma oranları ülkelerin yönetim stratejilerine bağlıdır (13). Mikroplastik kirliliğinin bu kadar kapsamlı olması sebebiyle başta Amerika ve İsveç gibi ülkeler yasal düzenlemelerle plastik tüketimini sınırlandırmıştır. Ülkemizde ise plastik kullanımını azaltmak amacıyla plastik poşetlerin kullanımına sınırlandırma getirilmesi amacıyla ücretlendirme getirilmiştir (12).

### **Mikroplastiklerin İnsan Sağlığı Üzerine Etkisi**

Çevrede yaygın olarak bulunan mikroplastiklerin insan sağlığı üzerine olumsuz etkileri henüz tam olarak belirlenemese de akciğer inflamasyonu, genotoksik etkilere sebep olduğu ve toksik kimyasallara aracı olması olumsuz etkilerindedir. Mikroplastiklerin sağlığa olumsuz etkileri kendisinden ve üretimde kullanılan monomer veya katkı maddelerinden kaynaklanabilmektedir. Mikroplastiklerin içermiş olduğu ağır metaller ve hidrofobik organik kirleticiler gibi kimyasallar karsinojenik, mutajen ve teratojenik etkilere sebep olmaktadır (4).

Mikroplastiklerin insan vücuduna alımı genel olarak yiyecek ve içeceklerin tüketimi ile gerçekleşmektedir. Kent suyunun atık ve çöp sızıntısı ile mikroplastiklerle kirlenmesi de risk teşkil etmektedir. Mikroplastikler içme suyunun geçtiği plastik boruların UV ışınları, suyun klorlanması varlığında foto-yaşlanma ile bozunup PVC mikroplastiklerini salması ile içme suyu tüketiminde insan vücuduna geçebilmektedir. Bunun yanında gıdaların paketlenmesinde kullanılan plastikler, şişe ve kaplardan salınan mikroplastiklerin alınmasıyla da insan vücuduna geçebilmektedir. Gıdaların bulunduğu plastik kaplar ve ambalajlar mekanik aşınmaya uğrayabileceği gibi ısı ve UV ışın ile de bozunmakta ve böylece depolama süresince mikroplastiklerin gıdaya geçişi olabilmektedir (13).

Globalde plastik üretiminin %16'sını oluşturan plastik tekstil lifi, parçalanarak havada lif benzeri mikroplastik yayılımına sebep olmaktadır. Hava ile de kontamine olabilen mikroplastikler hem iç hem de dış mekanlarda risk teşkil edebilmekte bu sebeple açık tezgahlarda satılan ürünlerin tüketilmesi de mikroplastik maruziyet kaynaklarından. Bu sebeple ortamda ve havada bulunan bu mikroplastikler solunum yolu ile de vücuda alınmaktadır. Bu mikroplastiklerin bir kısmı tolere edilse de bu parçacıklar bazı zamanlarda akciğerde inflamasyona sebep olabilmektedir. Ayrıca bu partiküllerde bulunan kontaminantlar ve katkı maddeleri de insan sağlığına olumsuz yönde etki etmektedir (4, 15).

Mikroplastikler, inert kabul edilse de bağışıklık sisteminde bulunması bağışıklık sistemi ile ilgili sağlık sorunları ortaya çıkarabilmektedir. Makrofajların görevini yapamaması sonucu uzun süreli bir yangı süreci ve doku hasarı oluşabilmektedir. Bu durumda asıl önemli olan mikroplastiklerin emilip sistemik dolaşıma katılıp katılmayacağı, çeşitli dokulara girip giremeyeceği veya diyetle alımı ile bağırsakta kalıp kalmayacağı önemli sorulardır. İnsanlarda boşaltım sistemi yolu ile %90 oranında mikroplastiklerin atıldığı tahmin edilmektedir. Mikroplastiklerin bağırsaklarda emilimi boyutuna bağlı olarak değişmekle beraber emilim oranı çok düşüktür. Birkaç mikron ve daha küçük boyuttaki partiküller fagositoz ve endositoz yoluyla direkt, 10 µm boyutuna kadar olan partiküller ileumda bulunan lenf dokusu tarafından, 130 µm olan daha büyük partiküller persorpsiyon şeklinde paraselüler yol ile dokulara girebilirken, 150 µm' den büyük olan partiküller emilememektedir. 150 µm gibi büyük partiküller ancak bağışıklık sistemi, bağırsak yangısı gibi lokal etkilere sebep olabilmektedir. Mikroplastiklerin emilim miktarları ile ilgili çok fazla bilgi olmamakla beraber biyoyararlanımın 2 µm aralığındaki partiküller için %0,04-0,3 olduğu tahmin edilmektedir (5). Küçük boyuttaki mikroplastikler organizmada dağılıp dokulara ulaşabilmekte hatta kan-beyin bariyerini bile aşabilmektedir (11). Lenf dolaşımına geçen bu parçacıklar bu sayede karaciğer,

kas ve beyin dokularına geçebilmektedirler. Bu parçacıkların lenf dokusuna geçişinden sonra enflamatuar yanıt ve sitokin oluşumu gözlenmektedir (16). Mikroplastiklerin toksisitesi hakkında yapılan çalışmalar ile halk sağlığına etkileri merak konusu olmuştur (5).

Plastik boru üretiminde kullanılan vinil klorür karaciğerde anjiyosarkom ve hepatosellüler karsinoma sebep olduğundan Uluslararası Kanser Araştırmaları Ajansı (IARC) tarafından birinci derece kanserojen olarak tanımlanmıştır. Su arıtma ve endüstride kullanılan akrilamid ise metaboliti olan glisidamid ile çeşitli kanser türlerinin ortaya çıkmasında etkilidir (5). Wu ve ark. (17)'nin yapmış olduğu bir çalışmada PS kaynaklı mikroplastiklerin hücre canlılığını azalttığı ve yaşam sürecini etkilediği bulunmuştur. Bu bilgiler ışığında mikroplastiklere maruz kalmanın epitel hücrelerin yaralanması ve bağırsak bariyer disfonksiyonu, oksidatif stres ve transkripsiyonel seviyedeki değişikliklere sebep olan sitotoksosite ile ilişkili bulunmuştur.

İnsanların yılda mikroplastik alımı belli faktörler (yıllık/günlük tüketim, vücut ağırlığı ve mikroplastik içeriği) değerlendirilerek tahmin edilebilmektedir (13). Cox ve ark. (18)'nin yaptığı bir çalışmada Amerikan diyetine dayanarak günlük alınan kalori miktarının %15' ini karşılayan belli başlı gıdalarla (balık, sofr tuzları, musluk suyu, rafine ve çığ şekerler) mikroplastiklere maruziyet oranı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada insanlar için tüketime bağlı mikroplastik alımı yaşa ve cinsiyete bağlı olarak yıllık 39000-52000 parçacık arasında değişmektedir. Ek olarak şişe su tüketimine bağlı mikroplastik alım miktarı yıllık 90000 parçacık sadece musluk suyu tüketenlerde ise 4000 parçacık olarak tespit edilmiştir. Mikroplastiklerin yutulması vücutta halihazırda bulunan mikroplastiklere etkiyerek de vücut üzerinde olumsuz etkilere sebep olabilmektedir, mikroplastiklerin boyutu organlar arasında taşınmayı etkilemektedir. Bu sebeple 1,5 µm' den küçük mikroplastiklerin organlara taşınma ve birikme olasılığı da yüksek olmaktadır. Mikroplastiklerin vücuda alınmasıyla yapılarındaki monomer, katkı maddeleri ve içerdiği toksinlerle insan vücudunda oksidatif stres ve kansere sebep olmaktadır. Mikroplastikler boyutlarına bağlı olarak organizmada akciğer ve bağırsakta hücrenel alım veya bağırsakta paraselüler taşıma yolu ile dokulara geçebilmektedir. Mikroplastiklerin derin dokulara ulaşmasında boyut, çözünürlüğü ve yüzey kimyası önemlidir. Birkaç mikron veya daha küçük boyuttaki parçacıklar akciğer ve bağırsaktaki hücreler tarafından alınabilmekte 10 µm' ye kadar olan parçacıklar ise ileumun Peyer plaklarında özel hücreler tarafından alınabilmektedir. 130 µm boyutundaki partiküller paraselüler taşıma yolu ile dokuya girebilmektedir. Bu bilgiler ışığında mikroplastiklerin insan sağlığı için riskleri hala belirsizdir (18). Mikroplastiklerin insan hücreleri üzerine toksik etkileri oksidatif stres, bariyer

özellikleri, sitotoksisite ve bağışıklık tepkileridir. İnsan organizmasına tehlikeleri hakkında çok az çalışma bulunmasından bir doz-yanıt ilişkisini tahmin etmek mümkün olmamaktadır (13).

### **Gıdalarda Mikroplastiklerin Varlığı**

Gıda, üretim ve işleme sürecinde işçilerin kıyafetlerinden, işlemede kullanılan makinelerden ve parçalarından veya havada bulunan mikroplastikler ile kontamine olabilmektedir (5, 13). Kontaminasyonda çevresel etkenler, hammaddelerin kontaminasyonu ve ambalaj malzemeleri etkindir. Gıda üretiminde tüm proseslerde gıda ile temas edebilecek tüm malzemeler gıda için bir tehlike kaynağı olabilmektedir. Bu sebeple gıda ile temas eden maddeler yönetmelik ile düzenlenmektedir. Yönetmeliklere rağmen mikroplastiklerin varlığı gıda güvenliği tehlikelerini ortaya çıkarmaktadır (5).

Yüksek sıcaklıklar plastiklerin bozunup mikroplastiklere dönüşmesinde bir etkindir. Günümüzde hazır, sıcak yiyecek ve içeceklerin konulduğu içi hidrofobik bir plastik tabaka ile kaplanmış tek kullanımlık kâğıt bardak veya tabaklar kullanılmaktadır (13). Burada kullanılan plastik çoğunlukla polietilendir. Sıcak ürünün bu plastiğe temas etmesi bir tehlikedir. Bunun yanı sıra PS, PP, PE ve PET' ten yapılmış plastik gıda kaplarının kullanılması da ayrıca bir tehlikedir (19, 20).

Du ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada paket servis kaplarında sunulan yemekler sonucu ortaya çıkan mikroplastik oranları araştırılmıştır. Kaplara sıcak suya daldırıp yıkama ve doğrudan yıkama gibi farklı yıkama şekilleri uygulanmış ve bu işlemler sonucunda mikroplastik oranları araştırılmış bu oran 3-29 mikroplastik/kap bulunmuştur. Bu çalışmada paket servis kaplarında bulunan mikroplastiklerin atmosferik serpinti ve kapların iç yüzeylerindeki dökülmelerden kaynaklandığı belirtilmiştir (19).

Bir gıda paketinin açılmasında, bir içeceğin tüketilmek üzere şişenin bükülmesiyle ve poşet çayları demleme gibi günlük faaliyetler sonucu mikroplastikler kolayca açığa çıkmaktadır (5).

### **İçeceklerde mikroplastik**

#### **Sularda mikroplastik**

Mikroplastiklerin en önemli kaynaklarından biri olan su hem direkt tüketimi hem de gıda işlemede kullanılmasından dolayı kronik maruziyete sebep olmaktadır. Mikroplastikler içme suyuna kanalizasyon taşmaları sonucu geçebilmektedir. Ayrıca endüstriyel atıklar ve ambalajlamada kullanılan plastiklerden geçebilmektedir. Arıtma sistemleri ile



mikroplastiklerin %90'ı sudan uzaklaştırılabilir. Ancak arıtma sistemlerindeki deformasyon ile de mikroplastikler içme sularına geçebilmektedir (4). Suların ambalajlanmasında kullanılan şişe ve kapaklar mikroplastiklerin ana kaynağıdır. Diğer içeceklerde de bu durum gözlemlenmiş ve küresel bir sorun haline gelmiştir (5). Schymanski ve ark. (21)'nin yaptığı bir çalışmada 11 adet tek kullanımlık şişelerden alınan su numunelerinde 14 partikül/litre oranında mikroplastığe rastlanılmıştır. Bu oran geri dönüşümlü 15 adet plastik şişede ise 118 partikül/litre olarak tespit edilmiştir. Bu durum geri dönüşümlü plastik şişelerde mikroplastik salınımının daha fazla olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

### Çayda mikroplastik

Çay; içerdiği polifenoller, tanin, kafein gibi içeriklerle anti-aging, kalp koruyucu, zihinsel uyanıklılık gibi faydaları bulunan sağlıklı bir içecektir. Atmosferde bulunan mikroplastikler direk çaya geçebileceği gibi çay ve çay bahçelerinde bulunan PVC ve PE' den üretilen tarımsal plastik filmleri, çay üretiminde kullanılan ekipmanların plastik ambalajlarından ve gübreleme ile mikroplastikler çaya geçebilmektedir. Çayda bulunan mikroplastikler polietilen teraftalat ve polietilen kaynaklıdır. Çaydaki mikroplastiklerin azaltılması için çay ekiminden paketlenmesine kadar olan tüm aşamaların kontrolü sağlanmalı ve mikroplastik girdileri azaltılmalıdır (22). Hernandez ve ark.'nın da yapmış olduğu bir çalışmada 95°C' de demleme sıcaklığında çayda bulunan mikroplastikler göz ardı edilerek sadece poşetlerin saldığı mikroplastik ve nanoplastik oranları değerlendirilmiştir (23). Sonuç olarak bir fincandaki tek bir poşet çaydan 11,6 milyar mikroplastik salındığı tespit edilmiştir. Çay poşetlerinden salınan naylon ve PET parçalarının seviyeleri diğer gıdalarda birkaç kat daha yüksek olmasıyla dikkat çekmiştir. Bazı işletmeler, mikroplastik girdisini azaltmak amacıyla ambalajlama da plastik poşetler yerine alüminyum poşetler, kâğıt poşetler, kâğıt-alüminyum kompozit kutular kullanabilmektedir. İnsan sağlığına etkileri hakkındaki eşik değeri belirleyebilmek için çalışmalar henüz yeterli değildir (22).

### Sütte mikroplastik

Kaliteli protein kaynaklarından olan süt, günlük yaşamda sıklıkla tüketilmektedir (24, 25). Geniş bir endüstriye sahip olan süt ve süt ürünleri de üretim aşamasından tüketimine kadar olan süreçte mikroplastiklerle kontamine olabilmektedirler. Süte mikroplastiklerin geçişi, aksatılan hijyen uygulamaları, üretimde kullanılan ekipmanlar, çevre, ambalaj ve sulardan geçebilmektedir (26). Muniasamy ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada Meksika'da 8 farklı markadan toplam 23 süt numunesi toplanmıştır (26). Sonuç olarak her ne kadar diğer gıdalardan

az da olsa sütte de mikroplastik tespit edilmiştir. Mikroplastik parçacıklar mavi, kahverengi, pembe, kırmızı renginde lifler ve parçalar şeklinde olduğu belirtilmiştir. Tespit edilen mikroplastik oranları ise  $6,5\pm 2,3$  parçacık  $L^{-1}$  ile  $3\pm 2-11\pm 3.54$  parçacık  $L^{-1}$  arasında olduğu saptanmıştır.

#### Diğer içeceklerde mikroplastikler

Sewwandi ve ark. (13)'nin yaptığı bir literatür tarama çalışmasında bira, şarap gibi alkollü içecekler için yapılan çalışmalarda bu içeceklerin 100-3000  $\mu m$  boyutunda çoğunluğu PA, polietilen adipat (PEA) ve PET gibi polimerlerle kontamine olduğu tespit edilmiştir. Paketlenmiş alkolsüz içecekler, enerji içecekleri ve plastik ambalajlı soğuk çaylar farklı oranlarda mikroplastik içermektedir. Liebezeit ve Liebezeit'nin 24 Alman birasında mikroplastik üzerine yaptığı bir çalışmada tüm numunelerde mikroplastik bulunmuştur (27). Prata ve ark.'nin yaptığı bir çalışmada ise polietilen tıplarla kapatılmış beyaz şarapta mikroplastik varlığı araştırılmıştır (28). Bu çalışmada sonuç olarak  $5.857$  parça  $L^{-1}$  oranında mikroplastik tespit edilmiştir.

#### Su ürünlerinde mikroplastik

Su ürünlerinde mikroplastikler hem karadan hem de su kaynaklarındaki faaliyetler sebebiyle bulunmaktadır. Denizlerde bulunan plastiklerin %80'inin karadan bulaştığı tahmin edilmektedir. Bu plastiklerin boyutuna bağlı olarak çeşitli deniz canlıları tarafından yutulması ile bu canlılar mikroplastik kaynağı olmaktadır (29). Ayrıca denizlerde bulunan mikroalglerinde mikroplastiklerden etkilendiği ve fotosentetik aktivitenin düştüğü bildirilmiştir (9). Mikroplastikler sucul hayvanların sindirim sistemi kanalında birikmekte ve bu sebeple tüketim öncesi bazı balıkların sudan arındırılıp bağırsaklarının çıkarılması işlemleri mikroplastiklere maruziyetinin doğrudan etkisini önleyebilmektedir. Çıkarılan bağırsaklar hayvan yemlerinde kullanıldığında dolaylı yoldan mikroplastikler ile kontaminasyon gerçekleşmiş olmaktadır. Ancak sardalya, hamsi gibi bütün halde yenen balıklar ve kabuklular gastrointestinal sistem ile tüketilebildiği için risk teşkil etmektedirler (4).

Sucul organizmalardan bir bütün olarak tüketilen midye, mikroplastiklerin doğrudan kaynağıdır. Gedik ve Eryaşar Türkiye'de 23 farklı konumdan kıyılardan toplanan Akdeniz midyeleri ile yapmış olduğu çalışmada midyelerin %48' inde mikroplastikler tespit edilmiştir (30). Midyelerde bulunan mikroplastik miktarı 0,69 parçacık/midye ve 0,23 madde/g yumuşak doku olarak bulunmuştur. Bu mikroplastiklerin %80' ini PET (32,9), PP (28,4) ve PE (19,4)

'ler oluşturmuştur. Bu çalışmada Türkiye' de midyelerden kaynaklı yıllık mikroplastiklere maruziyet oranı 1918 mikroplastik/yıl olarak tahmin edilmiştir. Bu bağlamda gıdaların sık tüketilmesi toksik etkiler oluşturabilmektedir. Hafif yapıda olup havada da bulunabilen mikroplastikler tezgâhta açıkta satılan balıklar için ayrı bir risk kaynağıdır (13).

Curren ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada 4 farklı lokasyondan Singapur'un yerel marketlerinden temin edilen karideslerin mikroplastik içeriği incelenmiştir (31). Tüketiminde bağırsakları çıkarılmayan karideslerin tüketiminin insanların mikroplastiklere maruziyetinin bir yolu olduğunu bildirmektedir.

### **Yumurtada mikroplastik**

Yumurta ucuz, kolay elde edilebilen ve ulaşılabilen, protein değeri yüksek, vitamin ve mineral içeriğiyle değerli bir besindir. İnsan plasentasında mikroplastiklerin varlığı yumurtada da mikroplastiklerin bulunabileceğini akıllara getirmiştir. Çin'de 5 farklı üreticiden toplanan yumurtalar deneyde kullanılmış ve yumurtalarda 50-100 µm parçacık boyutunda ve yaklaşık 11,67±3,98 parçacık konsantrasyonunda mikroplastik bulunduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yumurta beyazında sarısına oranla daha fazla mikroplastik olduğu belirtilmiştir (32).

### **Balda mikroplastik**

Karmaşık bir karbonhidrat içeriği olan ve aynı zamanda nektar ve bitki salgılarını içeren bal, değerli bileşenleri ile insan sağlığına faydalı doğal bir besindir. Ancak çevresel kaynaklı kimyasal kirleticilerin kaynağı olabilmektedir. Hava, toprak ve su ortamlarını kirleten endüstriyel ve tarımsal faaliyetler arıcılık uygulamalarının yanı sıra balda kimyasal kirliliğe sebep olabilmektedir. Bu kimyasallar toksik olup organizmalarda birikebildiğinden gıda zincirine de dahil olabilmekte ve insan sağlığı için riskli olabilmektedir. Arılar, balı üretebilmek için geniş alanlarda uçmakta ve bu sırada nektar, polen, bitki reçinesi ve su toplamaktadırlar. Bu esnada çevresel kirleticilere temas ederek, bunları biriktirir ve ürünlerine aktarabilirler (33). Arı balında mikroplastik kaynağı olarak arıcıların tulum gibi tekstil malzemeleri, havada bulunan mikroplastikler ve arıların mikroplastikleri kovana taşınması ile gerçekleşmektedir (13). Basantes ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada cam kaplarda bulunan 14 adet bal mikroplastikler yönünden değerlendirilmiştir (34). Sonuç olarak balda boyutları 5,15-226,01 µm olan 30-114 adet parçacık tespit edilmiştir. Balda bulunan mikroplastiklerin kaynağının genel olarak PP, PE ve poliakrilamid olduğu belirtilmiştir.

### **Etlerde mikroplastik**

Kanatlıların mikroplastiklerle bulaşı çiftliklerde bulunan atıklardan, aynı zamanda kirlenmiş yem ve sulardan kaynaklanmaktadır. Mikroplastiklerin kanatlılarda fizyolojik problemlere sebep olmasının yanında tüketiminin de insan sağlığına olumsuz etkileri olmaktadır. Yin ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada mikroplastiklerin kanatlı sağlığı üzerine etkileri araştırılmıştır (35). Mikroplastikler kanatlılarda gastrointestinal sistemde, karaciğerde ve kas dokularında tespit edilmiştir. Mikroplastikler kendi başlarına bir tehlike olabileceği gibi patojenlerin veya kalıcı organik kirleticilerin vektörü olarak daha tehlikeli hale gelebilmektedir. Bu bağlamda mikroplastik bulaşmış et veya et ürünleri patojenler açısından da risk teşkil edebilmektedir.

Gıdalarımızı mikroplastikler bırakarak kirleten bir diğer etken ambalajlardır. Ancak bu esnada gıdalara ambalajdan farklı oranlarda mikroplastik kontamine olabilmektedir. Kedzierski ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada ekstrüde polistirenden (XPS) yapılan gıda tepsilerinde muhafaza edilen tavuk etleri, mikroplastik kontaminasyonu yönünden araştırılmıştır (7). Gıda tepsisi ve sızdırmaz film arasında sıkışmış olan etlerin 4-18,7 MP-XPS/kg seviyesinde mikroplastik bulundurduğu tespit edilmiştir. Bu partiküller yıkama işlemi ile etten uzaklaştırılamayacağından gıda ile insan vücuduna alımı gerçekleşir. İnsanların bu partikülleri yutması ile gerçekleşecek sağlık riskleri literatürde net değildir. Polistiren malzemeler gıdaya uygun olsa da mikroplastiklerin toksisitesi, stirenin desorpsiyonu ve pişirme sırasında ortaya çıkabilecek bozunma ürünleri önemli bir sorundur.

### **Tuzda mikroplastik**

Tuz, gıdalarda tek başına veya ikincil ürün olarak kozmetik ve ilaç sanayide ise katkı maddeleri, stabilizörler ve koyulaştırıcılar olarak kullanılmaktadır. Bu sebeple günlük olarak kullanımı mikroplastiklere kronik maruziyet kaynaklarındandır (5). Gündoğdu'nun ülkemizde yaptığı bir çalışmada deniz, göl ve kaya tuzları mikroplastik içerik karşılaştırılmış ve bunun sonucunda mikroplastik oranının en fazla olduğu tuzların 16–84 madde/kg ile deniz tuzlarının, mikroplastik oranının en az olduğu tuzların ise 9–16 madde/kg ile kaya tuzu olduğu tespit edilmiştir (37).

### **Taze sebze ve meyvelerde mikroplastik**

Bitkiler kanalizasyon, organik gübreleme, tarımsal film ve atmosferik birikim sebebiyle kirliliğe maruz kalmaktadır (37). Bitkilerde bulunan mikroplastik kalıntılarının bir kısmı yıkama ile azaltılabilirken bitkilerin yenilebilir bölgelerindeki kirlilik adsorpsiyon sebebiyle bir problemdir (5). Ksilem dokusundan geçebilecek büyüklükten daha büyük partiküllerin tespiti

mikroplastiklerin taze sebze ve meyvelere tarımsal faaliyetler sırasında, nakliye ve satın alma sürecinde kirletebildiği akıllara getirmektedir (38).

Sebzelerin yenilebilir kök kısımlarının mikroplastiklerle kirlenme eğilimi fazla olduğundan havuç ve yapraklarının hücre aralarında, turplarda mikroplastiklerle karşılaşabilmektedir. Mikroplastiklerin kökler yoluyla alındığı diğer sebzeler arasında buğday, mısır, turp ve İtalyan marulu bitkileri bulunmaktadır (13).

## SONUÇ

Günümüzde oldukça popüler hale gelen mikroplastik kirliliği insan ve çevre sağlığı açısından önemli bir konudur. Mikroplastikler yapısı gereği hayatın her alanında bulunabilmektedir. Bu sebeple mikroplastiklerin insanlara kontaminasyon yolu çok çeşitlidir. Mikroplastiklerle kontamine olmuş gıdaların tüketimi insanların mikroplastiklere maruz kalma yollarından biridir. Özellikle su ve su ürünleri mikroplastikler açısından en riskli gıdalar olarak kabul edilse de tüm gıdalar mikroplastik taşıma riski mevcuttur. Mikroplastiklerin insan sağlığına olumsuz etkileri bilinse de bu konuda yapılmış çalışmalar henüz yetersizdir. Literatürde mikroplastik analiz yöntemleri, insanlar için toksik değerleri ve insan sağlığına etkileri henüz tam olarak aydınlatılmamıştır. Ayrıca mikroplastiklerin gıdalarda analiz yöntemleri de kısıtlıdır. Sonuç olarak halk sağlığını korumak adına mikroplastiklerin hızlı ve güvenilir bir şekilde tespit edilmesi için yeni yöntemlerin geliştirilmesi, mikroplastiklerin gıdada bulunma oranları, bulaş kaynakları, insan sağlığına etkileri için daha detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

## Bilimsel Sorumluluk Beyanı

Yazarlar, çalışma tasarımı, veri toplama, analiz ve yorumlama dahil olmak üzere makalenin bilimsel içeriğinden, yazımdan, ana çizginin bir kısmından veya içeriğinin hazırlanmasından, bilimsel olarak gözden geçirilmesinden ve makalenin son halinin onaylanmasından sorumlu olduklarını beyan ederler.

## Etik Onay

Çalışmamız derleme çalışması olduğu için etik onaya ihtiyaç duyulmamıştır.

## Çıkar Çatışması

Yazar(lar), bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması ile ilgili herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

## Yazar Katkıları

Cemile ÖNCÜ: Literatür Tarama, Yazma.

Mehmet Emin AYDEMİR: Literatür Tarama, Yazma.

**Mali Destek/Finansman**

Yok.

**KAYNAKÇA**

1. Koelmans AA, Redondo-Hasselerharm, PE, Nor NHM, de Ruijter VN, Mintenig, SM, Kooi M. Risk assessment of microplastic particles. *Nat Rev Mater* 2022;7(2):138-152.
2. Shim WJ, Hong SH, Eo SE. Identification methods in microplastic analysis: a review. *Anal methods* 2017;9(9):1384-1391.
3. Kwon JH, Kim JW, Pham TD, Tarafdar A, Hong S, Chun SH et al. Microplastics in food: a review on analytical methods and challenges. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17(18):6710.
4. Atakan O, Yüceer M, Caner C. Mikroplastikler ve Gıda Güvenliği. *Akad Gıda* 2021;19(4):433-441.
5. Udovicki B, Andjelkovic M, Cirkovic-Velickovic T, Rajkovic A. Microplastics in food: scoping review on health effects, occurrence, and human exposure. *Int J Food Contam* 2022;9(1):7.
6. Jadhav EB, Sankhla MS, Bhat RA, Bhagat DS. Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environ Nanotechnol Monit Manag* 2021;16,100608.
7. Kedzierski M, Lechat B, Sire O, Le Maguer G, Le Tilly V, Bruzard S. Microplastic contamination of packaged meat: Occurrence and associated risks. *Food Packaging Shelf* 2020; 24,100489.
8. Geueke B, Groh K, Muncke J. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. *J Clean Prod* 2018;193,491-505.
9. Akçay S, Törnük F, Yetim H. Mikroplastikler: Gıdalarda bulunuşu ve sağlık üzerine etkileri. *EJOSAT* 2020; (20),530-538.
10. Peixoto D, Pinheiro C, Amorim J, Oliva-Teles L, Guilhermino L, Vieira MN. Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review. *Estuar Coast Shelf Sci* 2019; 219,161-168.
11. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA J* 2016;14(6), e04501.
12. Arı M, Öğüt S. Mikroplastikler ve çevresel etkileri. *Düzce Üniv Bil ve Tek Derg* 2021; 9(2), 864-877.
13. Sewwandi M, Wijesekara H, Rajapaksha AU, Soysa S, Vithanage M. Microplastics and plastics-associated contaminants in food and beverages; Global trends, concentrations, and human exposure. *Environ Pollut* 2023; 317, 120747.
14. Kirstein IV, Kirmizi S, Wichels A, Garin-Fernandez A, Erler R, Löder M, et al. Dangerous hitchhikers? Evidence for potentially pathogenic *Vibrio* spp. on microplastic particles. *Mar Environ Res* 2016;120,1-8.
15. Sridharan S, Kumar M, Singh L, Bolan NS, Saha M. Microplastics as an emerging source of particulate air pollution: A critical review. *J Hazard Mater* 2021; 418,126245.
16. Wright SL, Kelly FJ. Plastic and human health: a micro issue?. *Environ Sci Technol* 2017;51(12), 6634-6647.
17. Wu S, Wu M, Tian D, Qiu L, Li T. Effects of polystyrene microbeads on cytotoxicity and transcriptomic profiles in human Caco-2 cells. *Environ Tox* 2020; 35(4),495-506.
18. Cox KD, Covernton GA, Davies HL, Dower JF, Juanes F, Dudas SE. Human consumption of microplastics. *Environ Sci Technol* 2019; 53(12),7068-7074.
19. Du F, Cai H, Zhang Q, Chen Q, Shi H. Microplastics in take-out food containers. *J Hazard Mater* 2020;399,122969.
20. Zhou G, Wu Q, Tang P, Chen C, Cheng X, Wei XF et al. How many microplastics do we ingest when using disposable drink cups?. *J Hazard Mater* 2023;441,129982.
21. Schymanski D, Goldbeck C, Humpf HU, Fürst P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Res* 2018;129,154-162.
22. Xing D, Hu Y, Sun B, Song F, Pan Y, Liu S, et al. Behavior, Characteristics and Sources of Microplastics in Tea. *Hortic* 2023; 9(2),174.
23. Hernandez LM, Xu EG, Larsson HC, Tahara R, Maisuria VB, Tufenkji N. Plastic teabags release billions of microparticles and nanoparticles into tea. *Environ Sci Technol* 2019; 53(21),12300-12310.
24. Thorning TK, Raben A, Tholstrup T, Soedamah-Muthu SS, Givens I, Astrup A. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *FNR* 2016; 60(1), 32527.
25. Demirgöl F, Sağdıç O. Fermente süt ürünlerinin insan sağlığına etkisi. *Avr Bil Tekn Derg* 2018; (13), 45-53.

26. Kutralam-Muniasamy G, Pérez-Guevara F, Elizalde-Martínez I, Shruti VC. Branded milks–Are they immune from microplastics contamination?. *Sci Total Environ* 2020;714, 136823.
27. Liebezeit G, Liebezeit E. Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food Addit Contam Part A* 2014; 31(9), 1574-1578.
28. Prata JC, Paço A, Reis V, da Costa JP, Fernandes AJS, da Costa FM et al. Identification of microplastics in white wines capped with polyethylene stoppers using micro-Raman spectroscopy. *Food Chem* 2020; 331, 127323.
29. Horton AA, Walton A, Spurgeon DJ, Lahive E, Svendsen C. Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci Total Environ* 2017; 586, 127-141.
30. Gedik K, Eryaşar AR. Microplastic pollution profile of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis*) collected along the Turkish coasts. *Chemosphere* 2020; 260, 127570.
31. Curren E, Leaw CP, Lim PT, Leong SCY. Evidence of marine microplastics in commercially harvested seafood. *Front Bioeng Biotechnol* 2020; 8, 562760.
32. Liu Q, Chen Z, Chen Y, Yang F, Yao W, Xie Y. Microplastics contamination in eggs: Detection, occurrence and status. *Food Chem* 2022; 397, 133771.
33. Nowak A, Nowak I. Review of harmful chemical pollutants of environmental origin in honey and bee products. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2023; 63(21), 5094-5116.
34. Diaz-Basantés MF, Conesa JA, Fullana A. Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants. *Sustain* 2020;12(14), 5514.
35. Yin K, Wang D, Zhang Y, Lu H, Wang Y, Xing M. Dose-effect of polystyrene microplastics on digestive toxicity in chickens (*Gallus gallus*): Multi-omics reveals critical role of gut-liver axis. *J Adv Res* 2023; 52, 3-18.
36. Gündoğdu S. Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food Addit Contam Part A* 2018; 35(5), 1006-1014.
37. Tympa LE, Katsara K, Moschou PN, Kenanakis G, Papadakis VM. Do microplastics enter our food chain via root vegetables? A raman based spectroscopic study on *Raphanus sativus*. *Mater* 2021; 14(9), 2329.
38. Aydın RB, Yozukmaz A, Şener İ, Temiz F, Giannetto D. Occurrence of microplastics in most consumed fruits and vegetables from Turkey and public risk assessment for consumers. *Life* 2023;13(8), 1686.