

# TÜRKİYE'DE PLASTİK GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE ATIK İTHALATI RAPORU

TMMOB KİMYA MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ  
PLASTİK VE KAÇUK KOMİSYONU

---

HAZİRAN 2021

## İÇİNDEKİLER

1.Giriş .....	1
1.1.Büyüyen Plastik Endüstrisi ve Artan Plastik Tüketimi.....	1
1.2. Neden Plastik? .....	3
1.3. Plastiklerin Geri Dönüşümü .....	4
1.3.1 Mekanik Geri Dönüşüm .....	4
1.3.2. Kimyasal Geri Dönüşüm.....	5
1.3.3. Enerji Geri Kazanımı .....	5
1.4. Plastik Atıklar Kaynaklı Yaşanan Sağlık ve Çevre Sorunları.....	6
1.4.1 Plastiklerdeki Katkı Maddelerinin Halk Sağlığına Etkileri .....	6
1.4.2. Plastik Atıkların Yakılmasının Çevreye Etkileri.....	8
1.4.3. Mikroplastikler .....	8
1.5. Biyobozunur Polimerler ve Plastik Atıkların Azaltılmasındaki Rolü .....	10
2. Plastik Atık Yönetimi Politikaları.....	12
2.1.Dünya'daki Plastik Atık Yönetimi Politikaları .....	12
2.2. Türkiye'deki Plastik Atık Yönetimi Politikaları.....	16
3. Türkiye'deki Plastik Geri Dönüşümü ve İthalatı Verileri .....	19
4. Dünyadaki Plastik Atık Dolaşımı .....	20
5. Sonuç ve Öneriler .....	23
6.Kaynaklar .....	26

## ŞEKİL VE TABLO DİZİNİ

<b>Şekil 1.1:</b> 1950-2015 yılları arasında dünyadaki plastik üretimi .....	1
<b>Şekil 1.2:</b> Termoplastiklerin global üretimi yıllara göre artış .....	1
<b>Şekil 1.3:</b> Yıllara göre artan plastik üretimi ve cirosu .....	2
<b>Şekil 1.4:</b> En çok kullanılan polimerlerin(PE,PP,PVC,PS,PET ve ABS) ithalat verileri .....	2
<b>Şekil 1.5:</b> Plastiklerin alternatif ambalaj malzemelere göre yaşama döngü analizi.....	3
<b>Şekil 1.6:</b> Plastik türüne göre ambalajlarda yer alan geri dönüşüm simgeleri .....	4
<b>Şekil 1.7:</b> Okyanuslardaki mikroplastik kaynakları .....	9
<b>Şekil 1.8:</b> Okyanustaki mikroplastik miktarı artışı ve gelecek tahmini.....	10
<b>Şekil 1.9:</b> Dünyadaki biyoplastik ve biyobozunur plastik üretim kapasitesi.....	11
<b>Şekil 2.1:</b> Avrupa'da ülkelerinin plastik geri dönüşüm ve enerji korunumu oranları.....	14
<b>Şekil 2.2:</b> Avrupa Birliği ülkelerinin plastik ambalaj geri dönüşüm oranları.....	15
<b>Şekil 2.3:</b> Avrupa Birliği ülkelerindeki ana mineral atıklar hariç yerel olarak üretilen atık tedavi oranları.....	16
<b>Şekil 2.4:</b> Avrupa Birliği ülkeleri + (Norveç ve İsviçre)'nin plastik ambalaj atık yönetiminin değişimi .....	16
<b>Şekil 2.5:</b> Sıfır atık için eylem önceliklendirmesi.....	17
<b>Şekil 3.1:</b> Türkiye'de 2015-2020 yılları arasında plastik atık ithalatı.....	19
<b>Şekil 3.2:</b> Türkiye'de 2020 yılı atık ithalatının polimer tiplerine göre dağılımı.....	19
<b>Şekil 3.3:</b> Türkiye'de 2020 yılı polietilen atık ithalatının ülkelere göre dağılımı.....	20
<b>Şekil 4.1:</b> Çin'in 1988-2016 yılları arasında kümülatif plastik atık ithalatının ülkelere göre dağılımı.....	20
<b>Şekil 4.2:</b> Avrupa Birliği'nin plastik atık ihracatının yıllara ve ülkelere göre dağılımı.....	21
<b>Tablo 1.1:</b> Amerika Birleşik Devletleri'nde 2013 yılında plastik atıkların polimer tiplerine göre dağılımı	4
<b>Tablo 1.2:</b> Aktarma istasyonları bazında atık kalorifik değerleri .....	5
<b>Tablo 1.3:</b> Plastik katkıların kullanım alanları ve halk sağlığına etkileri .....	6
<b>Tablo 2.1:</b> Türkiye'de hedeflenen malzeme bazlı geri dönüşüm oranları .....	18
<b>Tablo 4.1:</b> Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nin en çok plastik atık ihracatı yaptığı ülkeler.....	22

### **Kısaltmalar:**

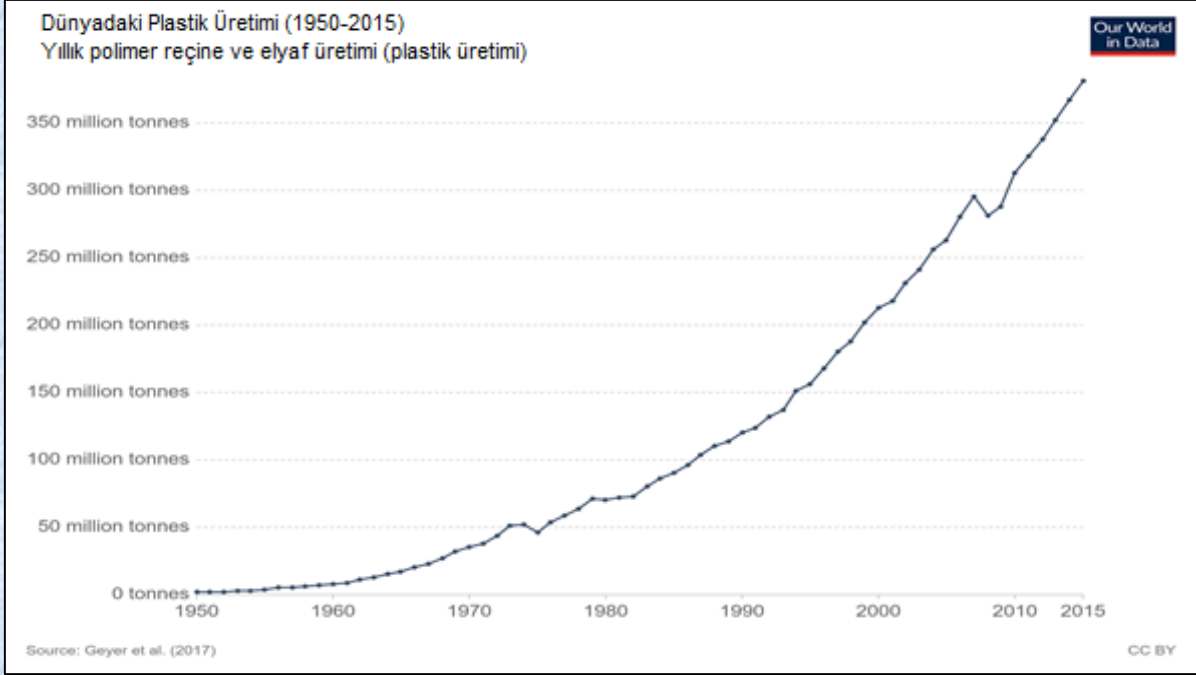
**ABS:** Akrilonitril bütadien stiren, **EPS:** Ekspand Polistiren, **HDPE:** Yüksek Yoğunluklu Polietilen, **LDPE:** Düşük Yoğunluklu Polietilen, **LLDPE:** Lineer Düşük Yoğunluklu Polietilen, **PE:** Polietilen, **PET:** Polietilen Terafitalat, **PP:** Polipropilen, **PS:** Polistiren, **PVC:** Polivinilklorür



## 1. GİRİŞ

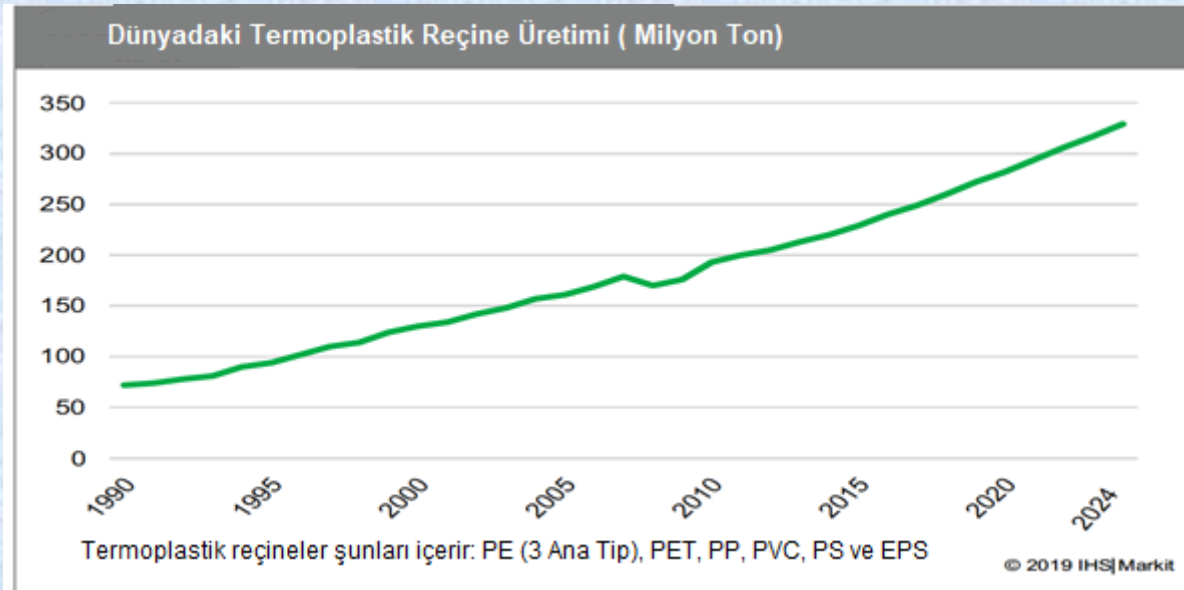
### 1.1. BÜYÜYEN PLASTİK ENDÜSTRİSİ VE ARTAN PLASTİK TÜKETİMİ

Ticari plastik üretimi 1950'lerde başlamasına karşın plastiklerin üretimi ve küresel ticareti 1980'lerden günümüze itibaren çok hızlı artış göstermiştir. 2015 yılında küresel çapta plastik üretimi 400 milyon tona yaklaşmıştır. (Ritchie Hannah, Max Roser, 2018)



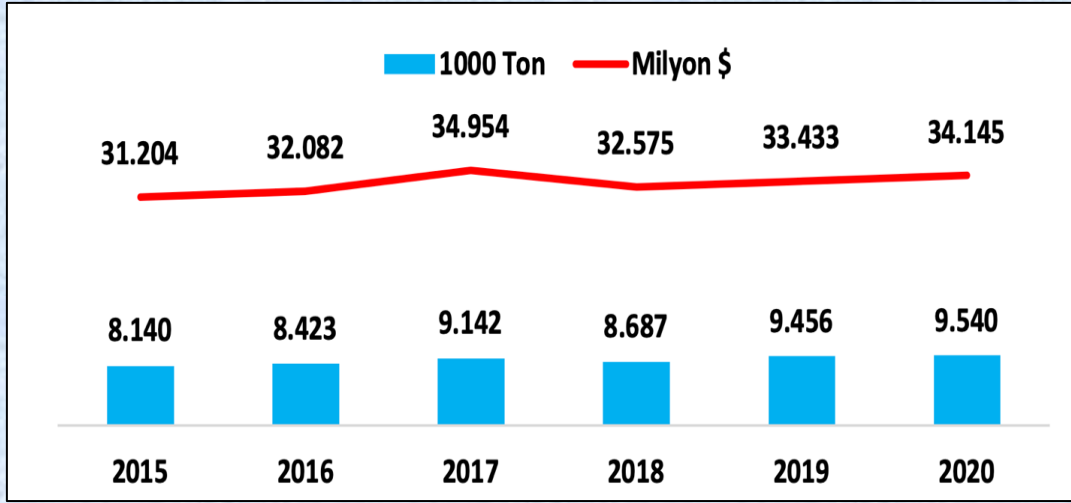
Şekil 1.1: 1950-2015 yılları arasında dünyadaki plastik üretimi (Ritchie Hannah, Max Roser, 2018)

1989'dan 2019'a kadar termoplastiklerin üretimi sürekli olarak artmış ve Şekil 1.2'de görülebileceği gibi son tüm üretim yarısı sadece son 17 yılda yapılmıştır. (IHS Markit, 2019)



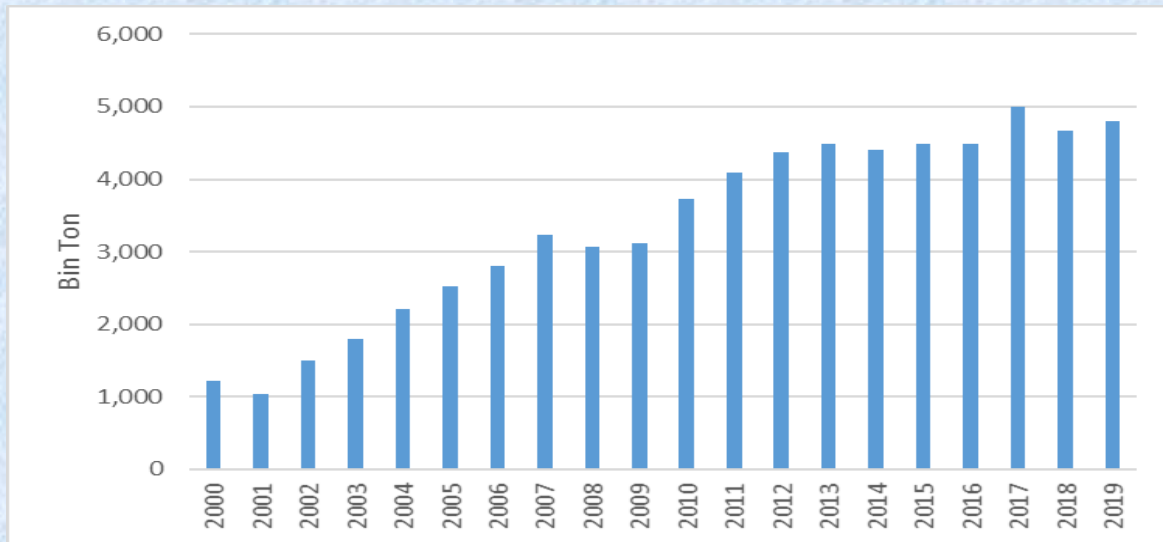
Şekil 1.2: Dünya'daki termoplastik reçine üretiminin yıllara göre artışı (IHS Markit, 2019)

Türkiye’de plastik endüstrisi, Şekil 1.3’de görülebileceği gibi 10 milyon tona yaklaşan toplam üretimi, 33 milyar dolar civarındaki cirosu, 5 milyar dolara yaklaşan direkt ihracatı ve son 10 senede, Gayri Safi Milli Hasıla büyümesini aşan yıllık büyümeye sahiptir. (Türkiye Plastik Ambalaj Sektör Raporu, 2019).



Şekil 1.3: Yıllara göre artan plastik üretimi ve cirosu (Türkiye Plastik Ambalaj Sektör Raporu, 2019).

Fakat ülkemizde bu endüstriyi besleyecek petrokimya endüstrisi aynı oranda büyümemiştir ve bu durumun sonucu olarak sektör ithal hammaddeye dayalı olarak büyümüştür. Ülkemizdeki tek entegre petrokimya tesis olan PETKİM LDPE başta olmak üzere HDPE, PVC, PP üretmektedir. PET ve PS üreten tesislerle birlikte toplam üretim 1 milyon tonun biraz üzerindedir. Buna karşın Şekil 1.4’de görülebileceği gibi polimer ithalatı 2000-2019 yılları arasında yaklaşık olarak 5 kat büyümüştür (Dış Ticaret İstatistikleri, 2021)



Şekil 1.4: En çok kullanılan polimerlerin (PE, PP, PVC, PS, PET ve ABS) ithalat verileri (Dış Ticaret İstatistikleri, 2021)

1960’lı ve 1970’li yıllarda küçük atölyelerde el presleriyle başlayan üretim günümüzde modern binlerce çalışanı olan firmalarla devam etmektedir. Petrokimya endüstrisinin zayıflığına rağmen plastik endüstrisinin bu denli büyümesinin sebebi artan iç piyasa ve ihracat pazarlarındaki talep oluşmuştur. 2020 yılında 9,54 milyon tonluk toplam plastik mamul üretimi içerisinde 4 milyon ton ile plastik ambalaj malzemelerinin başı çekmektedir. (Türkiye Plastik Ambalaj Sektör Raporu, 2019).



Kentleşme, tüketim alışkanlarının değişmesi ve market zincirlerinin ülke geneline yayılmasıyla büyük bir plastik ambalaj endüstrisi ortaya çıkardı. Türkiye’de plastik ambalaj malzemeleri sektörünün %67’si esnek ambalaj, %18’i tekstil ambalajları ve %15’i de sert plastik ambalaj malzemelerinden oluşmaktadır. Plastik ambalaj malzemeleri sektöründe 1450 civarında firma faaliyet göstermekte olup, firmaların %61’i İstanbul’da bulunmaktadır. (Türkiye Plastik Ambalaj Sektör Raporu, 2019).

Türkiye kişi başına plastik tüketimini artıran hazır ve paketlenmiş gıda tüketiminin artışına paralel olarak Batı Avrupa’nın seviyesi olan kişi başına 70 kilograma çıkacağını ve TÜİK’in nüfus tahmine göre 2030 yılında nüfusun 100 milyona ulaşacağını düşünürsek on yıl içerisinde 7 milyon ton plastik atığın bertaraf ve geri kazanımı problemiyle baş başa kalacağız.

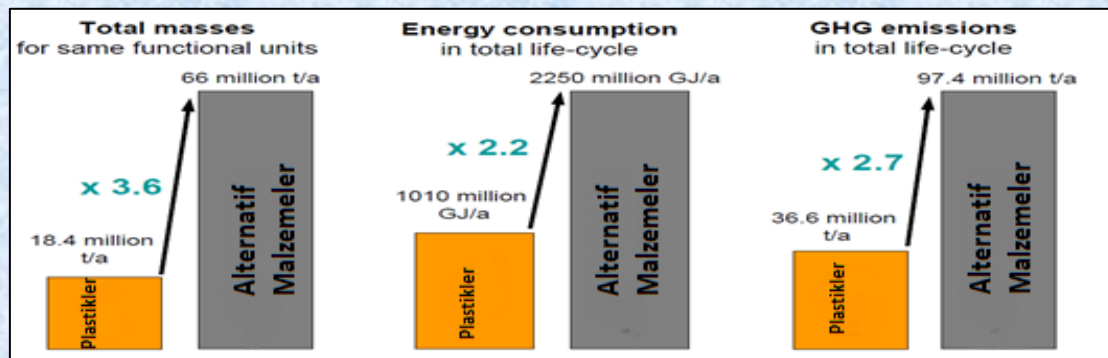
Ayrıca 2020 yılında hayatımıza giren COVID-19 pandemisi ile tek kullanımlık plastiklerin kullanımı daha da artmıştır. Sadece tek kullanımlık 4 gramlık polipropilen dokumasız kumaştan imal edilen cerrahi maskelerin dahi Türkiye’de yaklaşık 120 bin ton ekstra plastik atığa sebep olduğu tahmin edilmektedir.

## 1.2. NEDEN PLASTİK?

Kentlerde sürdürülen yaşam tarzı ambalajlı gıdaya talebi her gün daha artırmaktadır. Aile ölçeği küçüldükçe daha küçük porsiyonlar ve daha çok ambalaj talebi oluşmaktadır. Ayrıca ambalaj gıda güvenliğinin sağlanmasında, israfın azalmasında büyük rol oynamaktadır. Türkiye kişi başına 93 kilogram gıda israfıyla dünyada üçüncü sıradadır. (Food Waste Index Report, 2021) Türkiye’de günlük 6 milyon ekmek çöpe gitmekte ve ekmeğin ambalaja konulması zorunluluğu ile bu rakamın yarı yarıya düşürülebileceği tahmin edilmektedir.

Sıradaki soru hangi ambalajı, hangi malzemeyi kullanacağımızdır. Mühendislerin bu soruya mutlak bir cevabı olamaz, bu cevap uygulamaya bağlı olarak değişmektedir. İyi malzeme veya kötü malzeme değil doğru seçim vardır. Ambalaj malzemesi seçilirken tüm yaşam döngüsü ve yeniden kullanma imkanları da düşünülmalıdır.

Plastik ambalajların hafiflik, dayanıklılık özellikleri yanı sıra yaşam döngüsündeki karbon emisyonu karşılaştırıldığında Şekil 1.5’de görülebileceği üzere alternatif kağıt, cam, metal ambalajlara göre 3.6 kat daha az malzeme, 2.2 kat daha az enerji ve 2.7 kat daha az sera gazları salınımı yaptığını göstermektedir. (Bernd Brandt, Harald Pilz, 2011).



**Şekil 1.5:** Plastiklerin alternatif ambalaj malzemelere göre yaşama döngü analizi (Bernd Brandt, Harald Pilz, 2011)

Bu analiz ürünün tüm kullanım süresi düşünüldüğünde tekrar kullanılabilir olması veya olmamasıyla değişmektedir. PET üzerinden yapılan çalışmada 1 kg saf (virjin) hammadde üretimi için 77 MJ enerji gerekirken, geri dönüşümden eldesi ise 42 ile 55 MJ enerji gerektiğini göstermiştir. Bu bize tek kullanımlık plastik ambalajların bu farkı hızlıca kapatabileceğini göstermektedir. (Area, Umberto; Mastellone, Maria Laura; Perugini, Floriana, 2003)

### 1.3. PLASTİKLERİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ:

Atık yönetim hiyerarşisi gereği azaltma, yeniden kullanım geri dönüşümden önce gelmektedir. Plastiklerin geri dönüşümü, üç temel bölüme ayrılabilir. Birincil geri dönüşüm mekanik geri dönüşüm, ikincil geri dönüşüm kimyasal geri dönüşümdür. Literatürde üçüncül geri dönüşüm olarak enerji geri kazanımı olarak da gösterilmektedir fakat bunun geri dönüşüm olup olmadığı tartışılmaktadır.

#### 1.3.1 MEKANİK GERİ DÖNÜŞÜM:

Geri dönüşüm metotları arasında mekanik geri dönüşüm en düşük maliyetli ve güvenilir olması nedeniyle tercih edilmektedir. Termoplastikler makromolekül olduğu için kırılıp, tekrar eritilip şekillendirilebilir. En çok kullanılan polimer tipleri sırasıyla HDPE, LLDPE/LDPE PP, PET, PS, PVC dir. Toplama ve ayırma kolaylığı için Tablo 1.1'de görülebileceği için plastik ambalajlar 1'den 7'ye kadar olmak üzere sınıflandırılmıştır. İlgili simgelerin ambalajların üzerinde yer alması gerekmektedir. (Natalie Rudolph, Raphael Kiesel, Chuanchom Aumnate, 2017)

Tablo 1.1: Amerika Birleşik Devletlerinde 2013 yılında plastik atıkların polimer tiplerine göre dağılımı (Natalie Rudolph, Raphael Kiesel, Chuanchom Aumnate, 2017)

Polimer	Üretilen		Geri Dönüştürülen	
	Miktar(kt)	Plastik Atık İçindeki Yüzdesi	Miktar(kt)	Plastik Atık İçindeki Yüzdesi
PET	4,680	14,39	930	19.87
HDPE	5,580	17,16	570	10.22
PP	7,400	22,76	40	0.54
LDPE/LLDPE	7,460	22,94	470	6.30
PS	2,270	6,98	30	1.32
PVC	900	2,77	-	-
Diğerleri	4,230	13.00	960	22.70
Toplam	32,520	100.00	3000	100.00



Şekil 1.6: Plastik türüne göre ambalajlarda yer alan geri dönüşüm simgeleri

Mekanik geri dönüşüm için en önemli aşama ayırma sürecidir. En yaygın kullanılan ayırma yöntemi yoğunluğa göre ayırma yöntemi olan daldırma yüzdürme veya köpüklü yüzdürmedir. Yoğunluk farkı yüksek olan veya biri yüzen bir batan plastikler için örneğin PET (1.33-1.40 g/cm<sup>3</sup>) ile HDPE (0.950-0.980 g/cm<sup>3</sup>) başarılı bir şekilde ayrılabilir. Islak ayırma yöntemi yanı sıra siklon kullanarak tiroelektrik olarak ayırma yapılmaktadır. Daha ileri ayırma için UV/VIS, NIR, Lazer gibi spektrofotometrik ayırma teknolojileri de mevcuttur.

Mekanik geri dönüşüm sonrası granül haline getirmek ve son mamül için işlerken plastikler ısıl bozunmaya uğrarlar.



### 1.3.2. KİMYASAL GERİ DÖNÜŞÜM:

Mekanik geri dönüşümü uygun olmayan veya karışık plastik atıklar için tamamlayıcı bir yöntemdir. Amaç plastikleri daha düşük molekül ağırlığına sahip bileşiklere ve monomere çevirmektir. Kimyasal geri dönüşüm metodları literatürde çeşitli kategorilere ayrılmaktadır fakat temelde iki başlığın altında toplanabilir; depolimerizasyon ve piroliz.

- Depolimerizasyon: Polimerizasyon tersi olan polimerleri oligomer veya monomere çevirme işlemidir. Bu yöntem PET, poliamid, poliüretan gibi kondenzasyon polimerizasyonu ile üretilen plastikler içindir.
- Piroliz: Havasız ortamda plastiğin yakılma sürecidir. Elde edilen hidrokarbon buharı çeşitli waxlar, yağlar ve gazlar içerir. Çeşitli ayırma ve saflaştırma süreçlerinden sonra elde edilen piroliz yağı tekrar petrokimya endüstrisinin ana girdisi olan nafta veya buna benzer rafinasyon ürünleri ile belli oranda karıştırılarak tekrar monomer üretimi ve onda polimer üretimde kullanılabilir. Bu method en çok kullanılan plastik türleri olan polietilen, polipropilen, polistiren gibi polimerden plastik mamüller için uygulanabilir. (Chemical Recycling 101, 2021)

Kimyasal geri dönüşümle ilgili akademik araştırmalar devam etmektedir. Global petrokimya şirketleri son yıllarda bu alana büyük yatırımlar planlamaktadır. Çünkü kimyasal geri dönüşümle elde edilen plastik tonunda 2.3 ton daha az karbondioksit salınımı yaptığını gösteren çalışmalar mevcuttur. (Harish Jeswania, Christian Krügerb, Manfred Russc, Maik Horlacherc, Florian Antonyd, Simon Hanne, Adisa Azapagica, 2021) Fakat bu alanda yeterli sayıda araştırma yapıldığı söylemek zordur.

### 1.3.3. ENERJİ GERİ KAZANIMI:

Atık yakarak ısıtma, buhar üretmek veya buhar üreterek elektrik üretimi yöntemidir. İlk çöp yakma tesisi 1885 yılında A.B.D inşa edildi, o yıllardaki amacı sadece kentsel katı atığı azaltmak idi. 1970 lerde Avrupa'da enerji kazanımı teknolojilerinin gelişmesi ve petrol krizi etkisiyle tesisler çoğaldı. Ayrıca yakıt olarak çimento ve kireç fırınlarında kullanımı arttı. (T Rand, J. Haukohl, U. Marxe, 2000)

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İSTAC, A.Ş. tarafından İstanbul için 2009 yılında yapılan bir çalışmada alınan numuneler kurutulmuş ve kalorifik değerleri tespit edilmiştir. Tablo 1.1'de görülebileceği gibi ambalaj atıklarını ayrılarak yakıldığında yüksek ısı değerleri sağlanabilir. (Fatih Saltabaş, Yavuz Soysal, Şenol Yıldız, Vahit Balahorli, 2009)

**Tablo 1.2:** Aktarma istasyonları bazında atık kalorifik değerleri (Fatih Saltabaş, Yavuz Soysal, Şenol Yıldız, Vahit Balahorli, 2009)

Aktarma İstasyonu	Organik Kısım Alt Kalorifik Değeri	Ambalaj Atıkların Alt Kalorifik Değeri	Karışık Atık Alt Kalorifik Değeri
Aydınlı	917	2167	1425
Küçükbakkalköy	462	3584	1644
Hekimbaşı	400	3327	1637
Baruthane	326	2508	1160
Halkalı	657	2736	1780
Yenibosna	243	3750	1669



#### 1.4. PLASTİK ATIKLAR KAYNAKLI YAŞANAN SAĞLIK VE ÇEVRE SORUNLARI:

Plastik malzemelerin bazıları, uzun süre kullanılmak üzere ve bir bölümü ise kısa süreli bir kullanım için tasarlanıp üretilirler. Kullanılan plastikler kulanımları sonucu atılırlar. Atılan plastikler doğada bozunmadan uzun süre kalarak doğanın kirlenmesine sebep olurlar.

Plastik atıklarını üretim atıkları ve tüketim atıkları olmak üzere iki şekilde tanımlamak mümkündür. Üretim sırasında oluşan atıklar kaliteye uymayan, hatalı ve bozuk parçalar, parçanın üretilmesi sırasında oluşan kırıntılar, deneme üretimleri sırasında oluşan parçalardan meydana gelen atıklar üretim atıkları olarak adlandırılır. Kullanım sonrası oluşan evsel, endüstriyel, ulaşım ve tarımsal alanlarda kullanılan plastiklerin atıkları ise tüketim atıkları olarak adlandırılırlar.

Plastikler, özellikle termoplastikler kulanımları sonunda geri kazanılarak tekrar tekrar işlenerek yeni ürünlerin yapımında kullanılabilirler. Ancak bu tür plastiklerin defalarca işlenmeleri zamanla özelliklerini kaybetmelerine neden olduğundan daha fazla geri kazanılamazlar ve atılırlar. Termosetleri yeniden ısıyla şekillendirmek mümkün olmadığından ya parçalanarak veya öğütülerek bazı plastiklere katılarak kullanılabilirler veya atılırlar.

Plastiklerin büyük bir çoğunluğu biyolojik olarak bozunmazlar. Ancak kimyasal ve fiziksel olaylar sonucu kara ve denizlerde parçalanarak küçük parçalara ayrılırlar. Ultraviyole radyasyonu, ısı değişimleri, rüzgar ve denizdeki dalgalar gibi etkenler parçalanmalarını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca deniz yüzeyinde olan plastikler su yüzey sıcaklığının dibe göre daha fazla olması nedeniyle ve UV radyasyonunun etkisiyle derinlerde olanlara göre daha hızlı parçalanırlar. Karada ise plastikler asitli ortam ve kimyasallarla rüzgarında etkisiyle parçalanırlar.

##### 1.4.1 PLASTİKLERDEKİ KATKI MADDELERİNİN HALK SAĞLIĞINA ETKİLERİ:

Çeşitli plastik katkı maddelerinin insan sağlığına olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bisfenoller, fitalatlar, dioksinler, polisiklik aromatik hidrokarbonlar, nonilfenoller zararlı katkı maddeleri arasında sayılabilir. Katkıların haricinde polimerizasyondan artan stiren gibi zararlı monomerlerin de sağlık için olumsuz etkileri bulunmaktadır. (Okunola A Alabi, Kehinde A. Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu, Olufiropo E. Alalade, 2019)

**Tablo 1.3:** Plastik katkıların kullanım alanları ve halk sağlığına etkileri (Okunola A Alabi, Kehinde A. Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu, Olufiropo E. Alalade, 2019)

Zararlı Katkılar	Kullanımları	Halk Sağlığına Etkileri	Kullanıldıkları Plastik Türleri
<b>Bisfenol A</b>	Plastikleştiriciler	Estrojen Taklidi, Yumurtalık Bozukluğu	PVC, PC
<b>Fitalatlar</b>	Plastikleştiriciler	Testesteron İle Etkileşim, Sperm Hareketliliği	PS, PVC
<b>Kalıcı Organik Kirlenmeler (POPs)</b>	Pestisitler, Alev Geciktiriciler vb.	Nörolojik ve Üreme Bozuklukları	Tüm Plastikler
<b>Dioksinler</b>	PVC'nin düşük sıcaklıklarda yanması ile oluşur	Karsinojen, Testesteronu Engelleme	Tüm Plastikler
<b>Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAHs)</b>	Pestisitler	Gelişim ve Üreme Toksikitesi	Tüm Plastikler
<b>Poliklorlu Bifeniller (PCBs)</b>	Elektrikli Ekipmanlar	Tiroid Hormonunu Engelleme	Tüm Plastikler
<b>Stiren monomeri</b>	Kalıntı ürün	Karsinojen, DNA eklentileri oluşturabilir	PS
<b>Nonilfenol</b>	Antistatik, Yüzey Aktifler	Estrojen Taklidi	PVC

---

#### 1.4.1.1 BİSFENOLLER:

En yaygın kullanılan bisfenol olan bisfenol A (BPA), kadınlarda östrojeni taklit eden bir endokrin bozucudur. BPA'ya maruz kalan kadınlar, polisiklik over sendromu, obezite, tekrarlayan düşükler, endometriyal hiperplazi ve kısırlık gibi hasarlı sağlık sistemine sahiptir. BPA, tiroid hormonu eksen gen ekspresyonunu değiştirir, böylece metabolizma ve gelişme gibi biyolojik işlevlerini değiştirir ve hipotiroidizme neden olur. Çocukların ve üreme çağındaki kadınların yüksek BPA konsantrasyonuna maruz kalması, benzer konsantrasyona maruz kalan yetişkinlere kıyasla çocukların daha yüksek savunmasızlığı ve kadınlarda BPA'ya karşı gelişen fetüs nedeniyle büyük bir halk sağlığı sorunudur. Çalışmalar idrardaki BPA konsantrasyonu ile karaciğer enzim anormallikleri, kardiyovasküler hastalık ve tip 2 diyabet arasında güçlü bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, BPA ile ilişkili nöro-davranışsal bozukluklar, erkeğin anormal üretra / penis gelişimi, kadınlarda erken cinsel olgunlaşma ve meme ve prostat kanserlerinde artış bildirilmiştir.

(Okunola A Alabi, Kehinde A. Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu, Olufiropo E. Alalade, 2019)

BPA'nın kullanımı yarattığı sağlık sorunları sebebiyle, Türkiye'de ve dünyanın pek çok ülkesinde, başta biberonlarda olmak üzere yasaklanmıştır. Yasaklardan sonra BPA yerine genellikle bisfenol S (BPS) ve bisfenol F (BPF) kullanılmaya başlanmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 2013-2014 yıllarında yapılan bir çalışmada, BPA, BPS ve BPF'nin idrardaki konsantrasyonları incelenmiştir. Farklı yaş gruplarında yapılan çalışmalarda, her üç maddenin de idrarda önemli miktarda bulunduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada BPA'nın yasaklanması ile BPA maruziyetinin azaldığı ancak BPS ve BPF'nin arttığı sonucuna varılmış ancak BPA'nın sağlık etkilerinin doğrudan BPS ve BPF'ye uyarlanmasının doğru olmayacağı, bununla birlikte olası sağlık etkileri sebebiyle bisfenollerin yerine başka maddeler kullanılması için çalışmalar yapılması önerilmiştir. (Hans-Joachim Lehmler, Buyun Liu, Manuel Gadogbe, Wei Bao, 2018)

BPA ve BPS'nin fareler üzerindeki etkilerini karşılıklı olarak incelemek için yapılan bir çalışmada, BPA veya BPS maruziyetinin, plasental hücrelerin birleşim bölgesi içindeki dağılımını değiştirdiği kavramını güçlendirmekte ve bunu hormon dengesini değiştirerek başarılabilirliğini öne sürmektedir. Çalışmada, bu çıkarımların plasental gelişimi farekinden farklı olan insanlarla ilişkilendirirken dikkatli olunması önerilmiştir. (Ashish Jain, Nancy D. Denslow, Mohammad-Zaman Nouri, Sixue Chen, Tingting Wang, Ning Zhu, Jin Koh, Saurav J. Sarma, Barbara W. Sumner, Zhentian Lei, Lloyd W. Sumner, Nathan J. Bivens, R. Michael Roberts, Geetu Tuteja, Cheryl S. Rosen, 2020)

---

#### 1.4.1.2. FTALATLAR:

Ftalatlar ve plastik matris arasında kimyasal bağın olmaması, ftalatların dışarı sızmasını ve çevreyi kirletmesini kolaylaştırır. Pek çok tüketim malında ftalatların varlığından dolayı, insanların ftalata karşı yaygın bir şekilde maruziyeti vardır. Çocuklar ve bebekler, plastik oyuncaklar ve parmaklar gibi nesnelere sık sık ağızlarından ağza almaları ve ftalatla kontamine olmuş maddelerle doğrudan cilt teması nedeniyle çoğunlukla ftalatlara maruz kalırlar. Anne sütü, inek sütü veya gıda ambalaj malzemelerinde ftalatların yutulması emzirilen bebeklerde ana maruz kalma yoludur. Kişisel bakım ürünlerini sıklıkla kullanmak, düşük moleküler ağırlıklı ftalatlara maruz kalma oranını artırabilir. Son zamanlarda kullanılan tıraş sonrası ve kolonya ftalat maruziyetini artırırken, şampuanlar, losyonlar ve pudralar gibi belirli bebek bakım ürünlerini kullanan bebekler de artan maruziyet göstermiştir. Yüksek ftalat konsantrasyonu, hormon seviyelerini değiştirerek, belirli ftalat türlerine maruz kalan kemirgenlerde doğum kusurlarına neden olur. Butil benzil ftalatın çocuklarda rinit ve egzamaya neden olduğu bildirilmiştir ve kanserojen olarak sınıflandırılmıştır. (Okunola A Alabi, Kehinde A. Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu, Olufiropo E. Alalade, 2019)



---

#### 1.4.2. PLASTİK ATIKLARIN YAKILMASININ ÇEVREYE ETKİLERİ:

Polimerik malzemelerin çoğunluğu hidrokarbon yapılarıdır ve tam yanmaları sonucunda, karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ve su (H<sub>2</sub>O) oluşur. Polimerlerin kontrolsüz şekilde yanması sonucu ise bu ürünlere ek olarak karbonmonoksit (CO) oluşur. Ancak plastiklerin yanması sonucu ortaya çıkan ürünler bunlarla sınırlı değildir ve plastik türü ve katkılarına göre çeşitli yan ürünler oluşur. Örneğin; azot içeren polimerlerin yanması ile hidrojen siyanür ve azot oksitler oluşabilir. Halojen içeren polimerlerin yanması ise oldukça büyük sorunlar ortaya çıkarılabilir. Klor içeren polimerlerin yanması ile hidroklorik asitin yanı sıra oldukça toksik olan poliklorlu dibenzo-p-dioksinler (PCDD) ve poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF) oluşabilir. Danimarka'da yapılan bir çalışmada hastanelerin atık yakma tesislerinde, belediyenin atık yakma tesislerine göre 40 kat fazla miktarda PCDD ve PCDF olduğu, bu durumun PVC oranının fazla olmasından kaynaklandığının düşünüldüğü belirtilmiştir. (M. Elomaa, L. Sarvaranta, E. Mikkola , R. Kallonen , A. Zitting , C. A. P. Zevenhoven, M. Hupa, 1997)

Polimerik malzemelerin yanması sonucu ortaya çıkan yan ürünler havadaki partikül emisyonu ve katı kalıntı külüdür. Yapılan çalışmalar, partikül emisyonu ve katı kalıntı küllünün, uçucu organik bileşikler (VOC'ler), duman (partikül madde), partiküle bağlı ağır metaller, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar), poliklorlu dibenzofuranlar (PCDF'ler) ve dioksinleri içerdiğini ve sağlık ve çevresel endişelere neden olma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Bu zararlı bileşenler, kilometrelerce öteye taşınarak havayı kirletmekte ve gıdalarımızı da tehdit etmektedir. Hem kurumda hem de katı atık küldüde yüksek konsantrasyonda kalıcı serbest radikallerin (kararsız ve yüksek derecede reaktif), özellikle insan akciğerleri üzerinde olumsuz sağlık etkilerinin yaratılmasında çok önemli olduğu düşünülmektedir. Farklı çalışma koşullarında polietilenin yanması sonucunda, başta olefinler, parafin, aldehitler ve hafif hidrokarbonlar olmak üzere VOC'ler tespit edilmiştir. Uçucu organik bileşikler arasındaki kanserojen bir bileşik olan benzen, halkalı zincir içeren polimerlerin yanması sırasında açığa çıkar. (Rinku Verma, K. S. Vinoda, M. Papireddy, A.N.S Gowda, 2016)

---

#### 1.4.3. MİKROPLASTİKLER:

Çok küçük parçalara dönüşen plastik parçaları çaplarına göre tanımlanırlar. Çapları 20 mm ye kadar olan plastikler makro ve 5 mm den 333 mikrometreye kadar olanları mikroplastik olarak adlandırılır. Bu iki plastik ölçüleri arasında kalan plastik atıkları ise meso plastikler olarak bilinirler. (Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts, 2011)

Mikroplastiklerin kaynakları arasında direkt olarak mikroplastik şeklinde üretilen plastikler ve parçalanarak daha küçük parçalara ayrılan büyük boyutlu plastikler bulunmaktadır. Doğrudan mikroplastik şeklinde üretilen plastikler birincil mikroplastikler olarak tanımlanırlar. Birincil mikroplastik kaynakları arasında polietilen ve polipropilen gibi plastiklerin yer aldığı kozmetik ürünleri, sentetik tekstil lifleri, deterjan ve diş macunları, kozmetik bakım ürünleri yer almaktadır. Plastik fabrikalarının atıkları, kullanım sonrası atılan plastikler, otomobil lastiklerinden aşınıp kopan parçacıklar ve çevredeki plastiklerin zamanla küçük parçalara dönüşmesinden oluşan plastikler ikincil mikroplastikleri oluşturmaktadır. (Yurtsever, 2015)

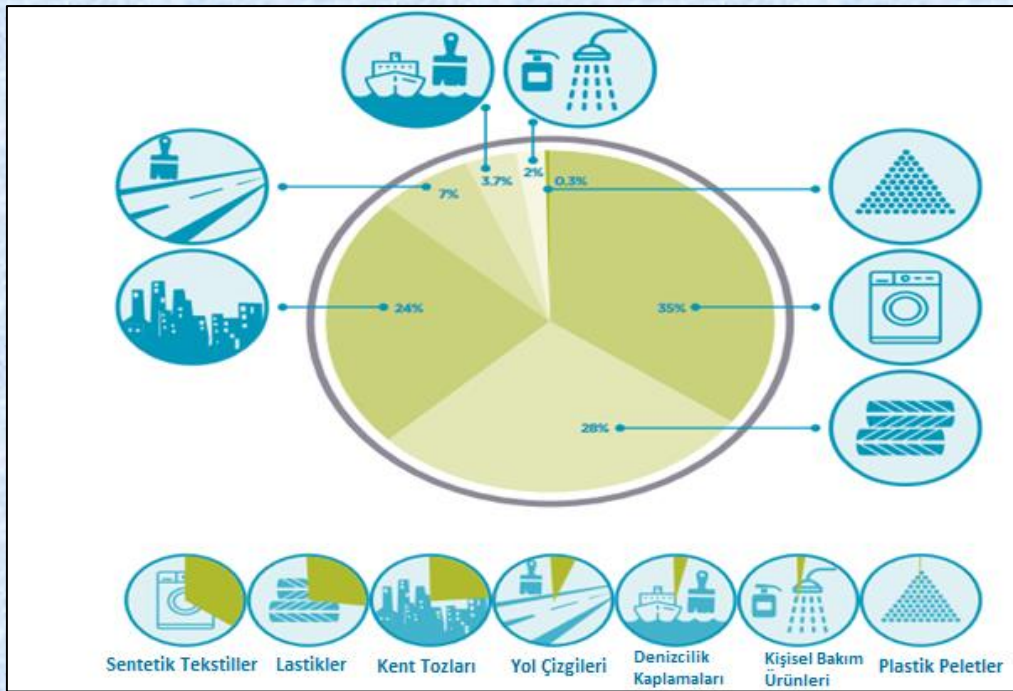
Yapılan deneysel çalışmalar, örneğin; balıkların ve diğer deniz canlılarının mikroplastikleri yuttuğunu ve bundan dolayı organlarının ve sindirim sistemlerinin kötü bir şekilde etkilendiklerini göstermektedir. (Yurtsever, 2015)

Mikroplastikler başta denizler olmak üzere nehirler, göller, kara, havada bulunurlar ve buldukları ortamı kirletirler. İçme sularına da karışan mikroplastikleri bu ortamlardan geri kazanmak mümkün değildir. Ayrıca biyolojik olarak bozunmadıklarından çevrede uzun süre kalabilmektedirler. Denizlerde balıklar ve birçok canlı mikroplastikleri besin diye yutarlar. Yutulan mikroplastikler bu canlıların sindirim sistemlerine yerleşerek büyümelerini, çoğalmalarını ve uzun süre yaşamalarını önleyen sonuçların doğmasına sebep olurlar.



Mikroplastiklerin insana geçiş yolları arasında içme suyu, deniz ürünleri, hava, kozmetik ve tekstil ürünleri gibi ürünler bulunmaktadır. mikroplastikler insan vücudunda organlarda ve midede toplanmakta iltihaplanmalara ve tıkanmalara sebep olabilmektedirler. Toz haline gelerek havaya karışan mikroplastiklerle ve atık plastiklerin bozunmasıyla oluşan kimyasallarla kirlenen havanın solunmasıyla akciğer ve kalp hastalıkları ve astım gibi rahatsızlıklar meydana gelmektedir.

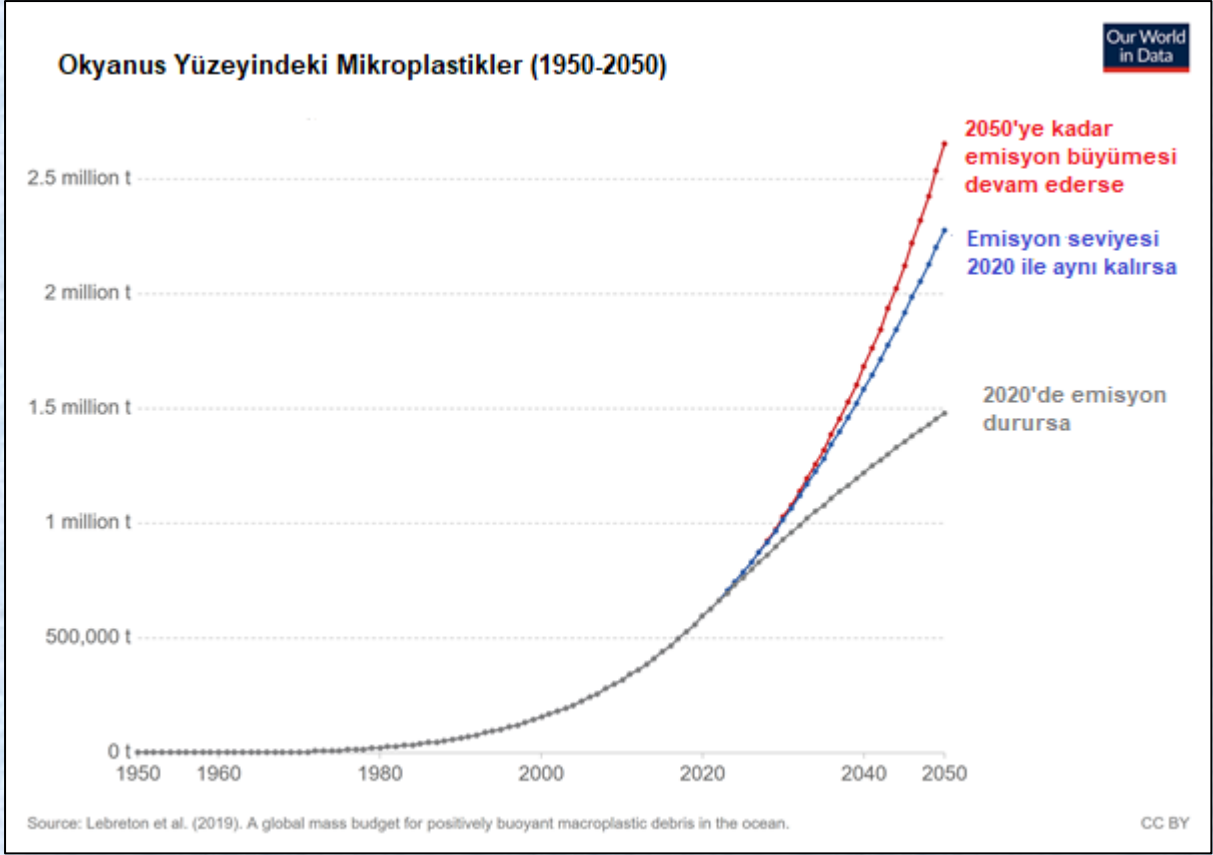
Uluslararası Doğa Koruma Birliği'nin raporuna göre ikincil mikroplastik kaynağı olan yönetilemeyen plastik atıkları ikincil mikroplastiklere göre daha fazla olmakla birlikte, mikroplastik kaynaklarının hangi lde mikroplastik kirliliğine etki ettiği henüz bilinmemektedir. Birincil mikroplastik kaynaklarına göre bakıldığında; okyanuslardaki mikroplastiklerin %35'inin sentetik tekstil ürünlerinden, %28'inin araba lastiklerinden, %24'ünün kent kirliliğinden kaynaklanmaktadır. Bu bilgiler ışığında mikroplastiklerin açık ara en önemli kaynağının ikincil mikroplastikler olduğu söylenebilir. (Julien Boucher, Damien Friot, 2017)



Şekil 1.7: Okyanuslardaki Mikroplastik Kaynakları (Julien Boucher, Damien Friot, 2017)

Genel olarak, çevrede mikroplastiklerin miktarı her geçen gün biraz daha artmakta buna paralel olarak evre kirliliği artmakta , insan sağlığına ve yaban hayatına olumsuz etkileri artmaktadır. Mikroplastikler fiziksel olarak yaban hayatına ve insan sağlığına zararlı olurken sağlık ve evre sorunları bakımından asıl etkisine içerdiği kimyasal maddeleri sebep olmaktadır.

Okyanuslarda bulunan mikroplastik miktarı 2020 yılında tamamen dursa dahi okyanuslardaki mikroplastik artışının süreceği ve 1,5 milyon tona ulaşıcağı, plastik emisyonu aynı seviyede kalırsa 2 milyon tonu, plastik emisyonu aynı hızda artarsa 2,5 milyon tonu aşması beklenmektedir. (Laurent Lebreton, Matthias Egger, Boyan Sla, 2019)



**Şekil 1.8:** Okyanustaki mikroplastik miktarı artışı ve gelecek tahmini (Microplastics in the surface ocean, 1950 to 2050, 2019)

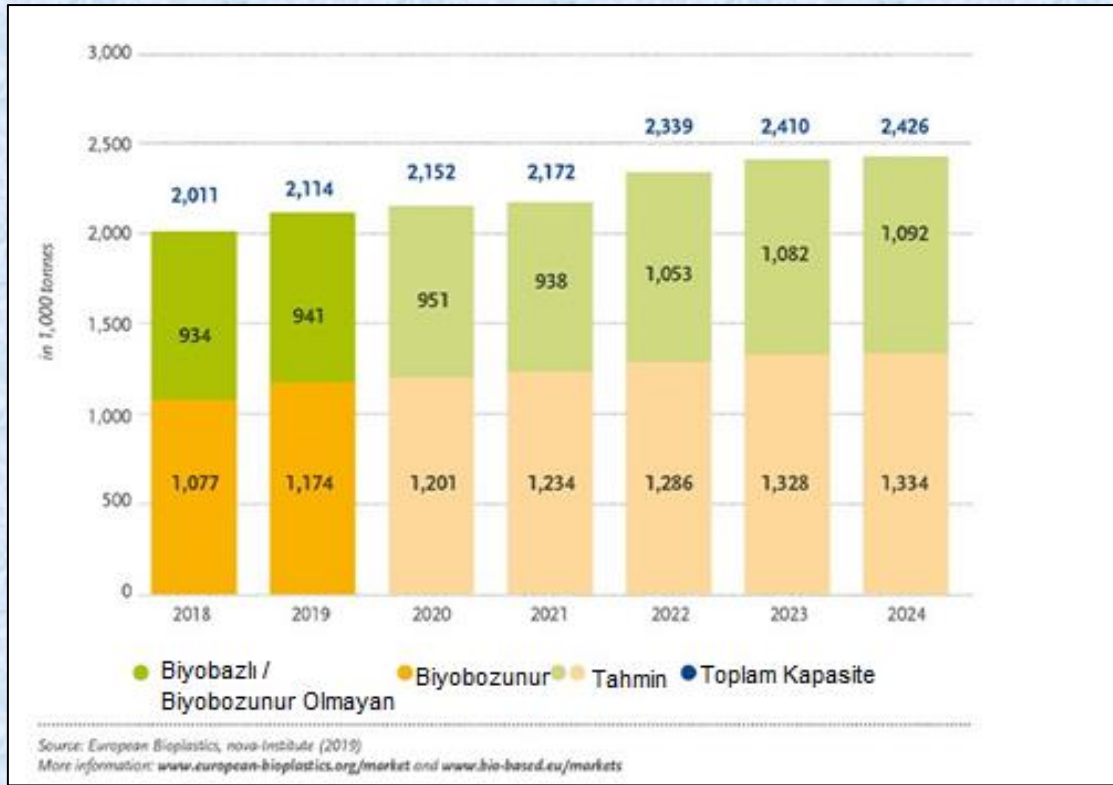
### 1.5. BİYOBOZUNUR POLİMERLER VE PLASTİK ATIKLARIN AZALTILMASINDAKİ ROLÜ:

Biyopolimerler yaşayan organizmaların hücreleri tarafından üretilen doğal polimerlerdir ve canlı organizmalar tarafından üretilen biyomateryal ve polimerlerdir. Çoğunlukla yenilenebilir doğal kaynaklardan elde edilen veya bir monomerin kimyasal ve mikrobiyolojik olarak polimerleşmesi ile elde edilen, biyolojik olarak bozunabilen ve toksik olmayan polimerlerdir. (Afife Binnaz Hazar Yoruç, 2017)

ASTM D5488 standardına göre karbondioksit, metan, su, inorganik bileşikler veya biyokütleyle ayrışabilen polimerler, biyobozunur polimerler olarak tanımlanmaktadır. Biyopolimerlerin büyük bir çoğunluğu biyolojik olarak parçalanabilmekle birlikte her biyopolimer biyozunur değildir, biyobozunur polimerler ise sentetik olabilmektedir. Biyobozunur polimerler, bitkilerden, hayvanlardan, mikroorganizmalardan ve sentetik kaynaklardan üretilebilmektedir. Polilaktik asit (PLA), Polikaprolakton (PCL), nişasta, selüloz, çeşitli proteinler en fazla öne çıkanlarıdır. (Mithat Çelebi, İdris Karagöz, 2019)

2020 yılında 2,13 milyon ton biyoplastik ve 1,22 milyon ton biyobozunur plastik üretilmiştir. 2024 yılında üretilen biyoplastiğin 2,42 milyon tona, biyobozunur plastiğin ise 1,33 milyon tona ulaşacağı tahmin edilmektedir. (Bioplastics Market Data, 2020)





**Şekil 1.9:** Dünyadaki biyoplastik ve biyobozunur plastik üretim kapasitesi (Bioplastics Market Data, 2020)

Günümüzde ticari olarak kullanılmakta olan polimerler, doğal gaz ve petrol gibi tükenen doğal kaynakların yaklaşık olarak %5'inin kullanılması ile elde edilmektedirler. Bu polimerlerin büyük kısmı uzun bir süre doğada bozunmadan kalabilmekte, dünyamızda atık sorunu açısından tehlike oluşturmaktadırlar. (Afife Binnaz Hazar Yoruç, 2017)

Biyobozunur polimerler genellikle, tıpta, tarımda, gıda, ambalaj, otomotiv ve kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Plastik atıkların azaltılması açısından bakıldığında ambalaj üretiminde biyobozunur polimerlerin kullanımı önemlidir. Bu uygulamadaki en büyük sorunlardan biri biyobozunur polimerlerden üretilen çuval veya torbaların üretimlerinde kullanılan katkı maddeleridir. Bozunmaları sonucu biyobozunur polimere katılan katkı maddelerinin cinsine bağlı olarak çevreye zararlı kimyasal maddeler oluşabilmektedir. Ancak biyobozunur polimerin kendilerinin bozunması sonucu biyoyuumluluk gösteren yan ürünlere dönüşürler.

Biyobozunur polimerler doğal ortamlarda bozunmaları ve atık bırakmamaları sebebiyle tercih edilirler. Ancak, biyobozunur polimerler, her şartta ve ortamda biyobozunur değildirler. Sıcaklık, pH, nem, ortamdaki mikroorganizma ve enzimler biyobozunurluğu etkileyen önemli faktörlerdir. Bu faktörlere göre biyobozunurluk hızı değişir ve hız çok yavaşlarsa malzeme biyobozunur olarak kabul edilemez. Biyobozunur polimerin karakteristiğine göre bozunma şartları değişiklik gösterir. Örneğin; en bilinen biyobozunur polimer olan polilaktasit (PLA) suda biyolojik olarak parçalanmaz. Bu sebeple, biyobozunur polimerlerin kullanım alanına göre seçimi önemlidir.

Biyobozunur polimerin biyolojik olarak parçalanması laboratuvar koşullarında veya simülasyon yapılarak test edilir. Laboratuvar koşullarında enzim ve kültür hücreleri ile yapay bir çevre ve kontrollü koşullarda deneme yapılır. Simülasyonda ise su, toprak, kompost ve atık sahasının malzemesi kullanılarak çevrenin kompleks yapısı taklit edilir ancak kontrollü koşullar devam eder. Malzeme, doğada çözünürken kompleks bir yapı ve kontrolsüz koşullar ile karşılaşır. Bu sebeple, deneyler ve simülasyon biyobozunur sürecini tam olarak öngöremez.



Biyobozunur polimerlerin bozunmaları sonucunda mekanik ve fiziksel özelliklerini kaybetmektedirler. Biyobozunur polimerlerin birçok uygulamada bozunmaları istenmesine rağmen bazı uygulamalarda bu özellik kullanım sürelerini kısıtlayan bir özellik olarak biyobozunur polimerler için bir dezavantaj olarak görülmektedir. (Maocai Shen, Biao Song, Guangming Zeng, Yaxin Zhang, Wei Huang, Xiaofeng Wen, 2019)

## 2. PLASTİK ATIK YÖNETİMİ POLİTİKALARI:

### 2.1.DÜNYA'DAKİ PLASTİK ATIK YÖNETİMİ POLİTİKALARI:

Sıfır Atık Uluslararası İttifakının tanımına göre "Sıfır Atık, çevreyi veya insan sağlığını tehdit eden toprağa, suya veya havaya boşaltılmadan, yanmadan, ürünlerin, ambalajların ve malzemelerin sorumlu bir şekilde üretilmesi, tüketilmesi, yeniden kullanılması ve geri kazanılması yoluyla tüm kaynakların korunmasıdır". İttifak sıfır atık konusunu, kentlerde, iş yerlerinde ve yaşam tarzında olarak ayırmıştır. (Zero Waste Definition, 2018)

Kentlerde sıfır atık uygulamasının en önemli bileşeni yerel yönetimlerdir. Zero Waste Europe, atık oluşumunu sürekli olarak azaltma ve atıkların ayrı toplanmasını iyileştirme ve dolayısıyla insanlar ve atık arasındaki ilişkiyi yeniden tasarlama hedefine açıkça bağlı olan Avrupa'daki yerel yönetimleri bir araya getirmekte ve temsil etmektedir. (The State Of Zero Waste Municipalities, 2020)

Kamu şirketi Contarina, Kuzey İtalya'nın Priula ve Treviso bölgesindeki atık yönetiminden sorumlu olup 50 belediyeye ve 554.000'den fazla nüfusa hizmet vermektedir. İyi bir siyasi irade ve sistemi sürekli iyileştirme taahhüdü, paydaşlar arasında paylaşılan bir veritabanı sayesinde şeffaflık, kaynaktan büyük kaynak ayrımı, atığın kadar öde sistemi aracılığıyla atık azaltma teşvikleri projenin başarısının sebepleri arasında gösterilmektedir.

Çalışmalar sonucunda, ayrı atık toplama ortalama %85'e, bazı belediyelerde zirveler yaklaşık % 90'a ulaştı ve düşük atık yönetimi maliyetlerini korurken (ortalama 178 € / yıl / hane halkı) ulusal ortalamanın (%42) çok üzerinde yer aldı. Sistemi daha da iyileştirmek için, 2015 yılında Contarina, nihai kalıntıları toplam artık atığın yalnızca %46,5'ine düşüren bir Malzeme Geri Kazanım ve Biyolojik Arıtma tesisi açmaya karar verdi.

Çalışmanın çıktılarına göre; iş yerlerinde hammaddeler, mümkün olduğunda geri dönüştürülmüş malzemelerden elde edilmelidir. Herhangi bir yeni malzeme kullanma işlemi, yalnızca yenilenen bir kaynaktan geldiğine dair gerekçelendirilebilir olmalıdır. Sıfır Atık işletmesi, katı atık depolama alanlarından ve yakmadan% 90 oranında uzaklaştırılmalıdır. Doğrusal üretim sisteminin, geri dönüşüm potansiyelinin en üst düzeye çıkarılabileceği dairesel bir sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir.Tesis içinde ve dışında atık oluşumunu önlemek için üretim süreçleri yeniden tasarlanmalıdır. Ürün / makineden enerji tüketimi ve atık oluşumu optimizasyon hesaplamalarına dahil edilmelidir. Ekolojik tasarımı uygulamak ve ürün politikası yaklaşımını entegre etmeli, odağı iş gücü verimliliğinden kaynak üretkenliğine değiştirmelidir.

İnsanlar sürekli olarak maliyetlerini düşürmeye, günden güne optimize etmeye ve "akıllı" olmaya çalıştıkça, "Sıfır Atık" bir trend haline gelmektedir. Her şey satın alma kararları, doğru planlama ve ilk etapta evinize hangi malzemelerin ve nasıl gireceği konusunda bir sistem kurmakla başlar. Sonuçta mesele, çoğunlukla bilinçli alışveriş ve evde uygun atık ayırma meselesidir. (THE STORY OF CONTARINA CASE STUDY #4, 2018)

Küresel ekonomik büyümenin etkisiyle tüketim arttıkça, tek kullanımlık plastiklerin ve plastik poşetlerin sayısı da çok büyük oranda artmaya başlamıştır. Bu durumla başa çıkabilmek için birçok ülke plastik poşetlerin vergilendirilmesi veya yasaklanması kararını almıştır. AB'de her yıl neredeyse 100 milyar plastik poşet tüketilmektedir. AP ve AB Konseyinin 29 Aralık 2015 tarihli ve 2015/720 sayılı Hafif Plastik Poşetlerin Tüketiminin Azaltılması Yönergesi ile 2019 yılına kadar her yıl kişi başına tüketilen



hafif plastik poşet sayısı 90 ile sınırlandırılmış, 2025 yılına kadar da bu sayının 40'a düşmesi hedeflenmiştir Bunun yanında, aynı derecede etkili araçlar uygulanmadığı takdirde 31 Aralık 2018 tarihine kadar plastik poşetlerin ürün satış noktasında ücretsiz temin edilmemesini sağlayan araçların kabul edilmesi gerekliliği de belirtilmektedir. Her iki seçenekte de çok hafif plastik poşetler kapsam dışı bırakılabilmektedir. Yönerge kapsamında, Avrupa Komisyonunu 27 Mayıs 2017'ye kadar biyobozunur ve gübrelenabilir poşetlerin etiketlenmesine ilişkin tanımlamaların ortaya koyulması ve tüketicilere bu poşetlerin özelliklerine ilişkin doğru bilgiler sağlanması için eylem alması yönünde yetkilendirmiştir.

*AB Ülkelerinde Plastik Poşet Tüketiminin Azaltılmasına İlişkin Politika Araçları 3 seçenekte gruplandırılabilir.*

1) *Gönüllü anlaşmalar ile plastik poşet kullanımını kısıtlayan AB ülkeleri:*

Almanya, Finlandiya

2) *Plastik poşet kullanımını yasaklayan AB ülkeleri:*

Avusturya, Belçika, Fransa, İtalya, Polonya, Portekiz, Romanya

3) *Plastik Poşetleri Vergilendiren veya Ücretlendiren Ülkeler:*

Bulgaristan, Çekya, Danimarka, GKRY, Hırvatistan, Hollanda, İspanya, İrlanda, İsveç, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Malta, Slovakya, Slovenya, Yunanistan, Birleşik Krallıdır.

Avrupa'nın dünyanın ilk iklim nötr kıtası haline gelmesini amaçlayan Avrupa Yeşil Mutabakatı iklim hedeflerinin yanında döngüsel ekonomi eylem planlarına da büyük bir önem göstermektedir. 2030 yılına kadar AB pazarındaki tüm ambalajların yeniden kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir olduğundan emin olunması amaçlanmaktadır. Tek kullanımlık plastiklere yönelik tedbirler ve biyobozunur plastiklere yönelik düzenleyici çerçeveler de geliştirecektir. Ambalajlama başta olmak üzere, birçok materyalin geri dönüşümüne ve fazla kullanımına ilişkin bazı tedbirler ortaya konulması istenmektedir.

21 Mayıs 2019 tarihinde AB Konseyi, denizlerde ve okyanuslarda en fazla bulunan tek kullanımlık plastiklerin 2021 yılından itibaren yasaklanmasını öngören yasayı kabul etmiştir. AB üyesi ülkeler, 2029 yılına kadar tek kullanımlık plastik şişelerin yüzde 90'ını toplama hedefi koyarken bu şişelerin 2025 yılına kadar en az %25, 2030 yılına kadar da en az %30 oranında geri dönüştürülmüş içeriğe sahip olması üzerinde anlaşılmıştır. Ayrıca, plastik ambalaj atıklarını vergilendirme kararı kapsamında, 1 Ocak 2021'den itibaren geri dönüştürülmemiş plastik ambalajlara kilo başına 0,8 avro vergi getirilmiştir.

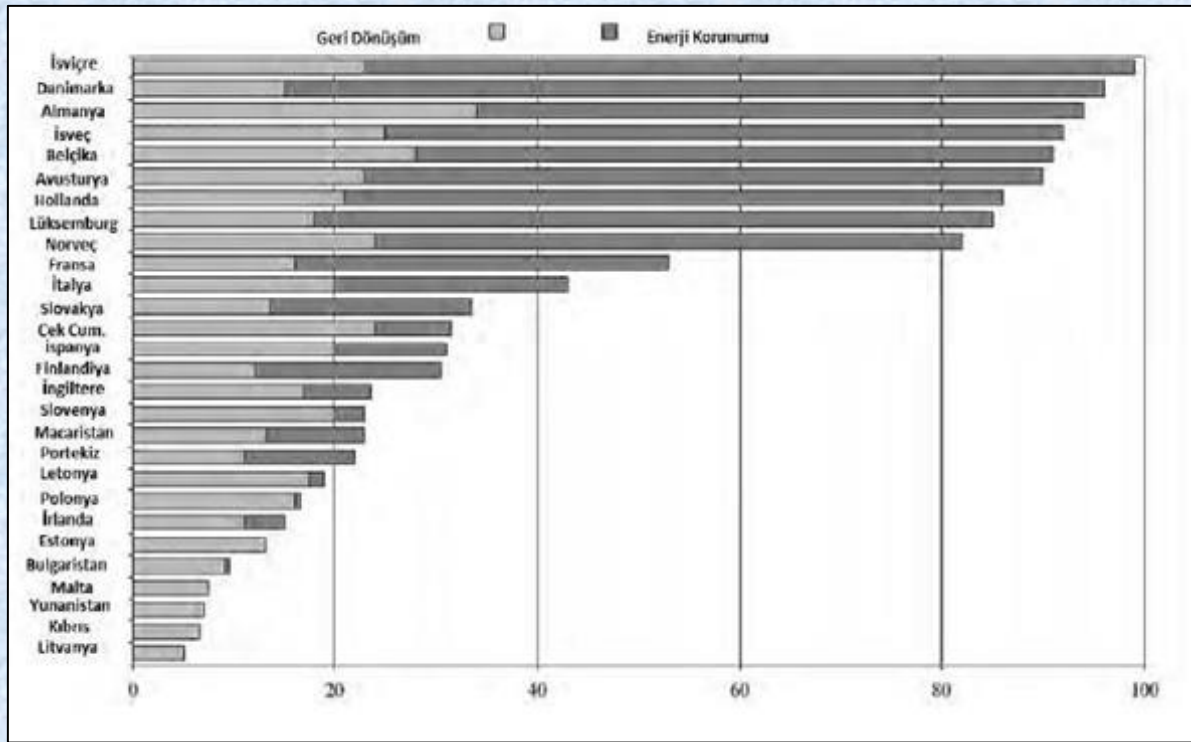
AB, 25 Mart 2020'de Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın bir parçası olarak yeni Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nı yayımlamıştır. Planda, geri dönüştürülmüş plastiklerin sayısının artırılması ve plastiklerin daha sürdürülebilir şekilde kullanılması için Komisyonun ambalaj, yapı malzemeleri ve otomobiller gibi önemli ürünler için geri dönüştürülmüş içerikler için birtakım zorunlulukları ve atık azaltımı tedbirleri teklif edeceği açıklanmıştır. Planda, yönetilemeyen plastik atıkların azaltılması tedbirlerinin yanı sıra, mikroplastiklerin doğadaki mevcudiyetinin kasten eklenmiş mikroplastiklerin kısıtlanması ve peletlerle mücadele edilmesi, mikroplastiklerin kasti olmayan yayılımlarına ilişkin etiketleme, standardizasyon, sertifikasyon ve düzenleyici tedbirlerin geliştirilmesi, kasti olmayan yayılımların ölçülmesi için daha fazla metod geliştirilmesi ve bunların uyumlaştırılması, mikroplastiklerin doğadaki mevcudiyeti ve yarattıkları risklere yönelik bilimsel bilgilerin artırılması hedeflenmektedir. (AB VE TÜRKİYE'DE PLASTİKLERİN GELECEĞİ, 2020)

2016 yılında tüm dünyadaki plastik şişe tüketiminin 500 milyar adet olduğu tahmin edilmekte ve 2021 yılına kadar %20 artması beklenmektedir. Plastik şişelerin yarısından azı toplanmakta ve sadece %7'si geri dönüştürülmektedir. Hükümetler politika olarak depozito sistemini yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. Avrupa komisyonunun firmaların kendi şişelerine dair toplaması sistemine büyük firmalar karşı çıkmıştır.

Avrupa Birliği dahilinde olan ülkelerde kentsel katı atık miktarlarının kontrol altına alınabilmesi için atıkların toplanması ve yakılarak enerji elde edilmesi gibi atık yönetimi konularına öncelik verilmektedir. 2019 yılında Avrupa'da kişi başına bir yılda yaklaşık 520 kg evsel katı atık düşmektedir. Bu rakamın 2020'de bir yılda kişi başına 680 kg'lara yükselmesi beklenmektedir.

Genel olarak atık plastikler depolama sahalarından veya çöplerden geri kazanılmaktadır. Plastik ambalajlar hafif, kırılabilir ve esnek yapılarından dolayı diğer organik atıklarla birlikte çöpe atılmaktadır. Atık yönetim sistemine giren malzeme miktarı, plastik malzeme kalibrasyonlarıyla daha düşük seviyelere indirilebilmektedir. (Örneğin: Ağır ambalajformatlarının hafif olanlarla değiştirilmesi gibi.) Tekrar kullanılmaya uygun, onarılabilen ya da geri dönüştürülebilir ürün tasarımları yapılarak atık plastik miktarları azaltılabilmektedir. (Tobias D. Nielsen, Jacob Hasselbalch, Karl Holmberg, Johannes Stripple, 2019)

Ürün başına kullanılan ambalaj miktarı azaltılarak, atık miktarı da azaltılabilmektedir. Ekonomik olarak, üreticilerin çoğu verilen bir uygulama için gerekli olan malzemeyi minimuma olacak şekilde kullanmaktadırlar. (Şekil 2.1) Bu prensip aynı zamanda estetik, erişilebilirlik ve pazarlama açısından aşırı ambalaj kullanımına yol açabilmektedir. Mevcut işleme ve üretim yatırımları, bazı ürünlerde aşırı paketlemeye neden olabilmektedir. (Jefferson Hopewell, Robert Dvorak, Edward Kosior, 2009)

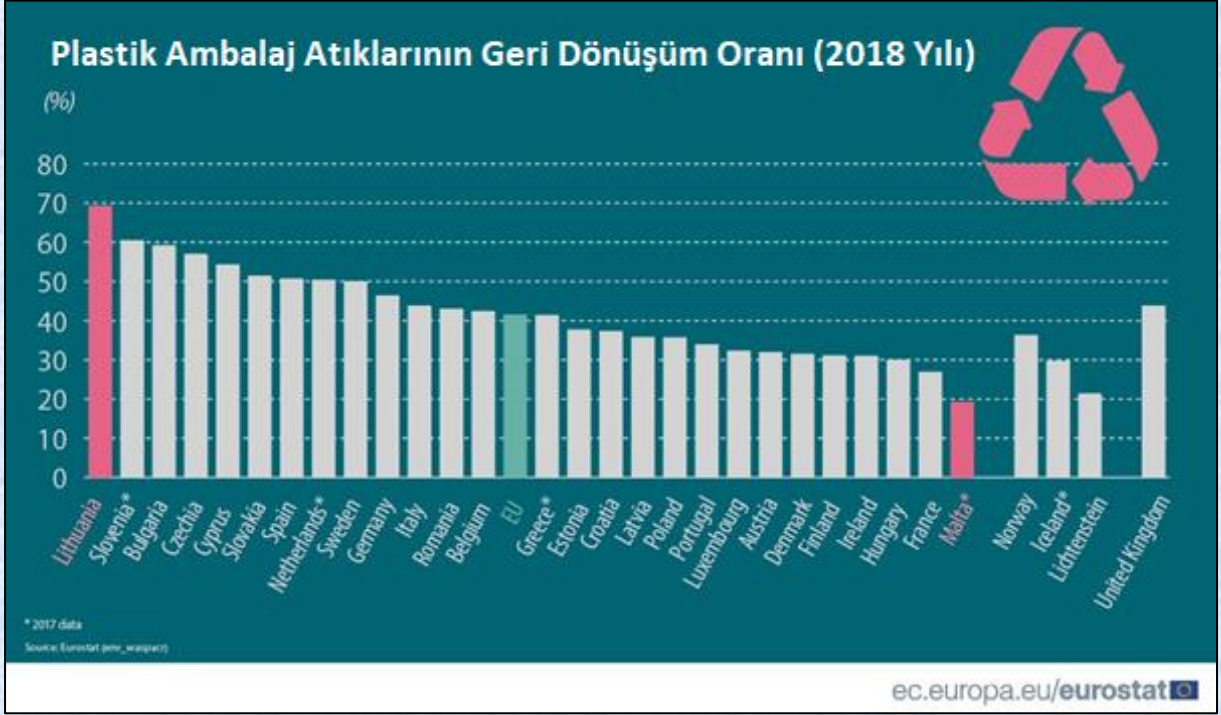


**Şekil 2.1:** Avrupa'da ülkelerin plastik geri dönüşüm ve enerji korunumu oranları (Jefferson Hopewell, Robert Dvorak, Edward Kosior, 2009)

Geri dönüşüm dışındaki seçenekler üzerindeki kısıtlamalar, geri dönüşümü artırma konusunda zincirleme etkiye sahip olmaktadır. Fransa ve Birleşik Krallık'ta uygulandığı gibi, düzenli depolama alanlarına uygulanan vergiler veya belirli atık kategorilerinin düzenli depolama alanlarına atılmasına izin verme konusundaki açık yasaklar, düzenli depolama alanlarına gönderilen plastik atık miktarını sınırlamanın en etkili yoludur. Avrupa Birliği, 2030 yılına kadar plastik atığın yalnızca% 10'unu çöp sahasına atma hedefi belirlemiştir. Bu oran şu anda yaklaşık% 30'dur. Atık yakma vergileri de bu tür atık işlemeyi sınırlamak için giderek daha fazla kullanılmaktadır. (Plastics recycling worldwide: current overview and desirable changes, 2017)



Avrupa Birliği'nin verilerine göre, üye ülkelerin 2018 yılındaki plastik ambalaj geri dönüşüm oranları ortalama %41,5'tur. Bu alanda başı çeken ülkelerden Litvanya yaklaşık olarak %69,3 oranında geri dönüşüm sağlamıştır.



**Şekil 2.2:** Avrupa Birliği ülkelerinin plastik ambalaj geri dönüşüm oranları

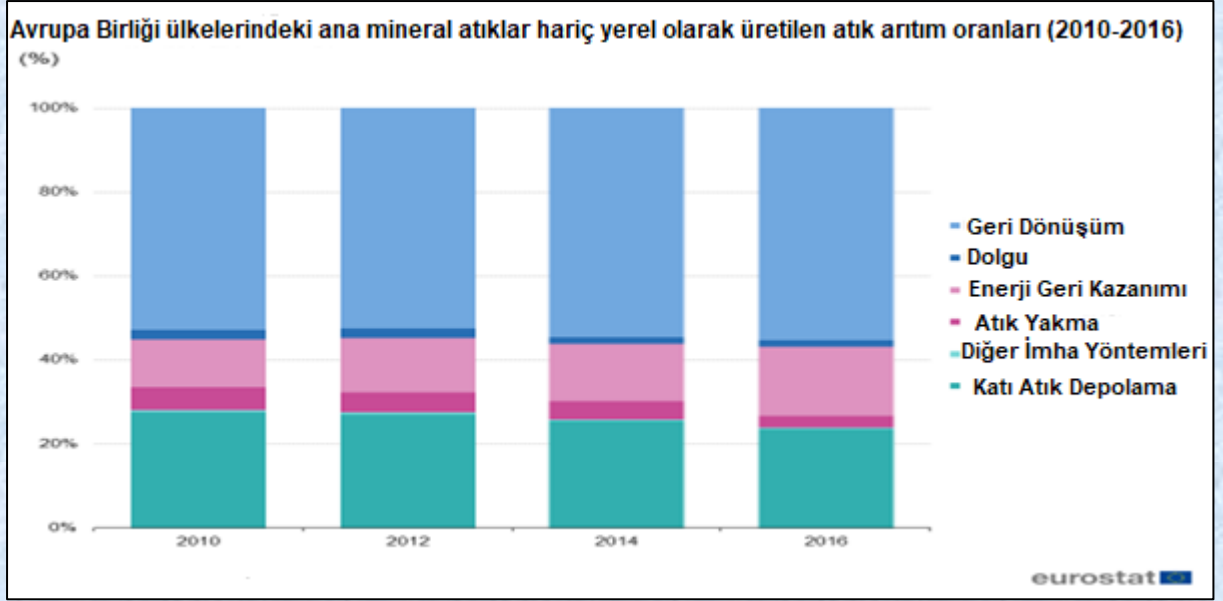
Birçok Avrupa ülkesinde, tek kullanımlık ürünlerin ambalajlarının geri alımı ve ürünün eski ambalaja doldurulması çalışmaları yapılmaktadır. Cam şişelerin yanı sıra PET şişelerde bu sistemlere dahil olmaktadır. Yerel işletmeler için büyük ölçekli ambalaj atıklarını azaltma stratejileri yerine daha uygun bir yöntem olmaktadır. Geri dönüştürülmüş plastiklerin elektronik donanımlardan, araç aksamlarına kadar geniş kullanım alanları mevcut olmakta ve yeniden katma değer kazanmaktadır. Ayrıca taşımacılık endüstrisinde konteynerlerin ve paletlerin tekrar kullanıma uygun malzemelerden yapıldığı görülmektedir.

Avusturalya'da geri dönüşüm süreçlerine katılması zor olan bazı tek kullanımlık plastik poşetler yerine tekrar kullanıma uygun plastik taşıma çantalarının kullanıldığı, İrlanda'da yasalar doğrultusunda kullanılan plastik poşetlerin geri toplatıldığı, Çin ve Bangladeş örneklerinde ise hafif plastik poşetlerin kullanımının yasaklandığı gözlemlenmektedir.

Atık yakma, plastik atıkları için çöp sahası ihtiyacını azaltmaktadır. Fakat yanma sürecinde tehlikeli gazların atmosfere salınımı endişe uyandıran bir durum teşkil etmektedir. PVC ve halojenli katkı maddeleri atık plastiklerin içinde karışmış halde bulunmaktadır. Bu ürünler dioksin, poliklorobifeniller ve furanlar gibi maddelerin doğaya salınımına sebep olmaktadır.

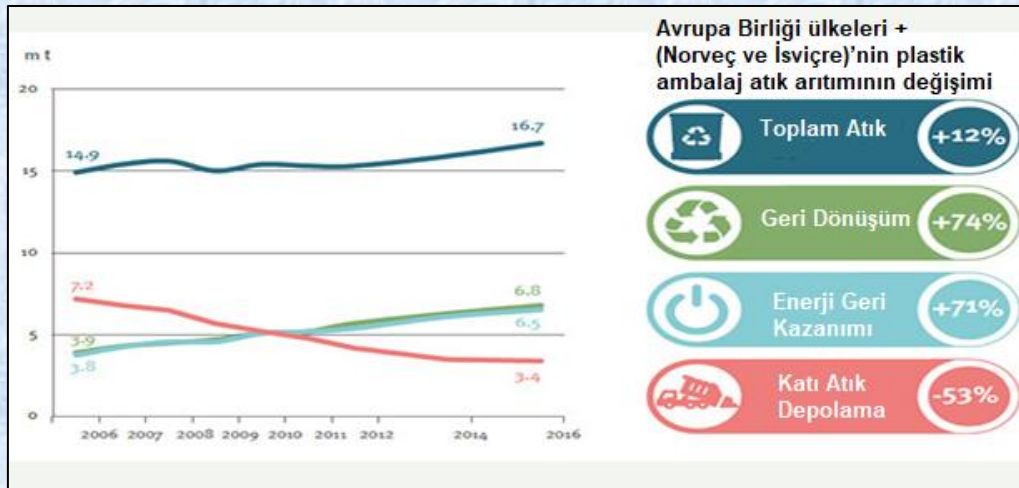
Çevre kirliliği riski oluşturduğu için plastik yakma işlemi çöp sahası ve mekanik geri dönüşüm uygulamalarından daha az yaygın olan bir uygulamadır. Japonya ve bazı Avrupa ülkeleri (Danimarka ve İsveç gibi) içinde plastik bulunan evsel katı atıkları yakmak için kapsamlı altyapılara sahip olan ülkeler arasında bulunmaktadır. (Atilla Taşdelen, Serhat Oran, 2017)

Avrupa Birliği ülkelerinde atıkların geri dönüşümü ve enerji geri kazanımı yaygınlaşırken, atıkların depolanması ve yakılması uygulamaları azalmaktadır. Şekil 2.3'te 2010-2016 yılları arasındaki atık yönetimi tercihinin gelişimi görülmektedir. (Treatment rates for domestically generated waste excl major mineral wastes in the EU-28, 2010 to 2016, 2019)



**Şekil 2.3:** Avrupa Birliği ülkelerindeki ana mineral atıklar hariç yerel olarak üretilen atık arıtım oranları (Treatment rates for domestically generated waste excl major mineral wastes in the EU-28, 2010 to 2016, 2019)

2006-2016 yılları arasında Avrupa Birliği ülkeleri, Norveç ve İsviçre'nin dahil olduğu 20 ülkede plastik atık miktarı %12 artarken, plastik atıkların geri dönüşümü %74, enerji dönüşümü %71 oranında artış göstermiş, atık sahalarında depolanması ise %53 azalmıştır. 2016 yılında tüm plastiklerin %80'i geri dönüşüm ve enerji geri kazanımı yapılırken, 3.4 milyon ton plastik atık sahalarına gitmiş ve enerji geri kazanımı olmaksızın yakılmıştır. Avrupa ülkelerindeki enerji geri kazanım konusunda kendi içerisinde de büyük farklılıklar görülmektedir. Avrupa'nın kuzey bölgelerindeki çoğu şirket, tüm plastik ambalaj atıklarının %90'ından fazlasını geri kazanırken, bazı ülkeler hala geri dönüşüm için ayrılmamış plastik ambalajları depolama devam etmektedir. (Plastic packaging waste statistics 2016: Recycling passed 40%, total recovery reached almost 80%, 2018)



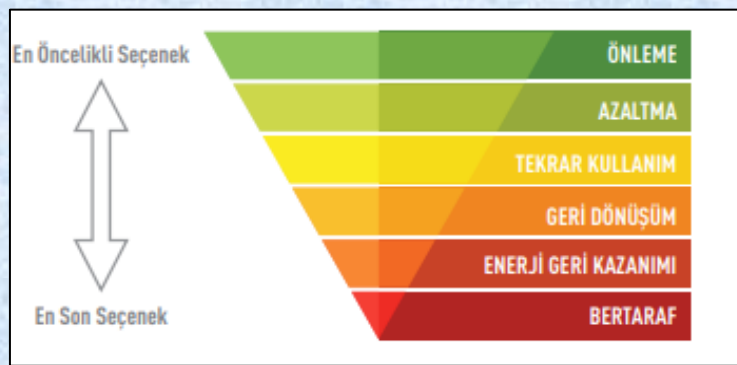
**Şekil 2.4:** Avrupa Birliği ülkeleri + (Norveç ve İsviçre)'nin plastik ambalaj atık arıtımının değişimi (Plastic packaging waste statistics 2016: Recycling passed 40%, total recovery reached almost 80%, 2018)

## 2.2. TÜRKİYE'DEKİ PLASTİK ATIK YÖNETİMİ POLİTİKALARI:

Sıfır Atık Yönetmeliği, Türkiye'de 12 Temmuz 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye'de yetkili kurumların yaptığı tanıma göre; "Sıfır Atık"; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşumunun engellenmesi veya azaltılması, atığın oluşması durumunda ise



kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanılmasını kapsayan atık yönetim felsefesi; kültürel, ekonomik ve sosyal gelişimin elde edilmesi için atıkların yaşam döngüsünü dikkate alan bir yaklaşım biçimidir. Sıfır atık yönetiminde, ürünlerin yeniden kullanılması, kullanım ömürlerinin uzatılması, ürünlerin üretiminde zararlı maddelerin kullanılmaması veya azaltılması, geri dönüşümü mümkün ürünlerin üretilmesi esastır. Atık yönetim hiyerarşisi sıfır atık yönetim sisteminin temelini oluşturur. Buna göre atık oluşumunun önlenmesi, atık azaltımı, atık oluşumunun önlenemediği durumda yeniden kullanımı sıfır atık yönetim sisteminin basamaklarıdır. Yeniden kullanımı mümkün olmayan atıkların ise maddesel geri kazanımı veya enerji olarak geri kazanımı şeklinde değerlendirilmesi gereklidir. Sıfır atık yönetim sisteminin oluşturulması çevre kirliliğinin giderilmesi için gerekli maliyetlerin azaltılması bakımından da önemlidir. Sıfır atık sistemine aşamalı geçiş öngörülmüş olup, yerel yönetimler bazında 250.000 nüfus ve üzeri ilçe belediye 31 Aralık 2020 tarihi itibarıyla sisteme dahil olurken, geri kalan büyükşehir belediye ilçeleri ve büyükşehir dışındaki il merkez ilçe belediyeleri 31 Aralık 2021’de, il merkez ilçe belediyeleri dışındaki belediyeler ise 31 Aralık 2022’de sisteme dahil olacaktır. (Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzu – Mahalli İdareler, 2020)



**Şekil 2.5:** Sıfır Atık İçin Eylem Önceliklendirmesi  
(Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzu – Mahalli İdareler, 2020)

Türkiye’de 2872 sayılı çevre kanununda; atık yönetimi politikası ile ilgili genel çerçeve şu şekilde çizilmiştir. “Çevrenin korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi için uyulması zorunlu standartlar ile vergi, harç, katılma payı, yenilenebilir enerji kaynaklarının ve temiz teknolojilerin teşviki, geri kazanım katılım payı, plastik poşet ve plastik ambalaj kullanımının azaltılması, depozito uygulaması, emisyon ücreti, kirletme bedeli ve kirliliğin önlenmesine yönelik teminat alınması ve karbon ticareti gibi piyasaya dayalı mekanizmalar ile ekonomik araçlar ve teşvikler kullanılır. Bu hususlara ilişkin idari ve teknik usul ve esaslar Bakanlıkça çıkarılacak yönetmeliklerle belirlenir.”

Sıfır Atık Yönetmeliği’nde ayrıca biyobozunur atıkların ayrı toplanması ve bozunurlukları ile ilgili gerekli çalışmaların yapılması (kompost, biyometanizasyon vb.) gerektiği belirtilmiştir.

Ambalaj Atıkları Kontrol Yönetmeliği’ne göre yetkilendirilmiş kuruluşlar ve depozito/iade sistemi uygulayanların geri dönüşüm oranları ve yeniden kullanım oran hedefleri belirlenmiştir.

**Tablo 2.1:** Türkiye’de hedeflenen malzeme bazlı geri dönüşüm oranları

Yıllar	Cam	Plastik	Metal	Kağıt/Karton	Ahşap
2018	54	54	54	54	11
2019	54	54	54	54	13
2020 ve sonraki yıllar	60	55	55	60	15

1 Ocak 2021’de yürürlüğe giren Çevrenin Korunması Yönünden Kontrol Altında Tutulan Atıkların İthalat Denetimi Tebliği’nde göre ithalatı kısıtlanan ve yasak olan atıklar belirtilmiştir. İthalatı kısıtlı olan atıkların patlayıcı madde ve radyasyon içermemesi, herhangi bir şekilde tehlikeli veya ithali yasak atıklarla veya tehlikeli maddelerle kontamine olmaması gerekir. Polietilen, polistiren, polivinilklorür, katılma polimerizasyonu ürünleri bu kapsamdadır. İthalatı tamamen yasak olan atıklar arasında ise içeriği tanımlanamamış ve evsel atıkla karışma ihtimali bulunan plastik atıklar bulunmaktadır. 18 Mayıs 2021’de yapılan son değişiklik ile plastik atık ithalatının en büyük payını oluşturan polietilen atıkların da ithalatı yasaklanmıştır.

Türkiye’nin plastik atık yönetimi diğer ülkeler ile karşılaştırıldığında, 2010 yılında yönetilemeyen plastik atık miktarında Dünya’da 14. ülke olduğu görülmektedir. Türkiye’de 2010 yılında 490 bin ton plastik atığın yönetilemediği tahmin edilmektedir. Çalışmada, tüm Avrupa Birliği ülkelerinin toplam atık miktarının bu sıralamaya 18. sıradan gireceği belirtilmektedir. Bununla birlikte, Türkiye’deki yönetilemeyen plastik atık oranı %18 olmuştur. Çin’in yönetilemeyen plastik atık oranı ise %80’lere varmaktadır. (Jenna R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler, 2015)

Türkiye’de ise 2872 sayılı çevre kanununda yapılan değişikliklerle plastik poşet kullanımı 2019 yılının başında 25 kuruş ücretlendirilmiş, ücretin her sene başında yeniden belirlenmesine karar verilmiştir.

Türkiye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Yönetimi Daire Başkanlığı’nın verilerine göre Türkiye’de her yıl üretilen 31 milyon ton evsel atığın yüzde 12’sini yani 3.7 milyon tonunu plastik atıklar oluşturmaktadır.

Türkiye’de kişi başı plastik tüketimi son 3 yıl içinde yaklaşık yüzde 10 oranında artarak 90 kilogramı aşmıştır. Türkiye’de üretilen yıllık 25.8 milyon atığın yüzde 20’sini ambalaj atıkları oluşturmaktadır ve plastik ambalajlarda geri dönüşüm oranı yüzde 20’nin üzerindedir.

1 Ocak 2019’dan itibaren alışverişte poşetlerin ücretli hale getirilmesinden sonra yıl sonunda açıklanan verilere göre poşet kullanımında %77,2 oranında azalma tespit edilmiştir. Çevre örgütlerinin görüşü ise geri dönüşüm ve yeniden kullanıma teşvik olmadan ve poşet geliri çevre koruması için değerlendirilmeden katkının sınırlı olacağı yönündedir. (Avrupa ve Türkiye plastik atıklarla nasıl mücadele ediyor?, 2019)

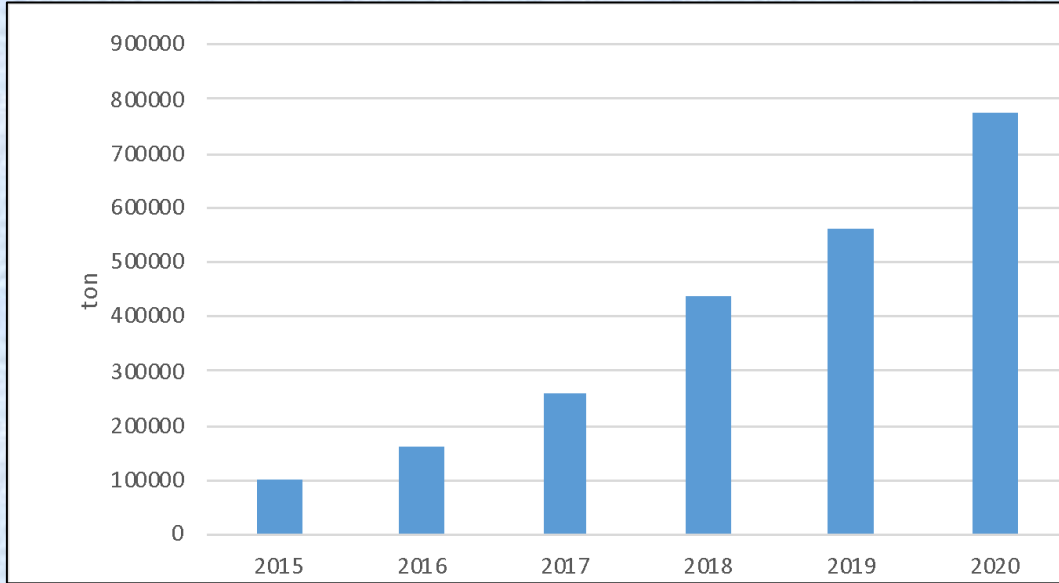
“Geri Kazanım Katılım Payına İlişkin Yönetmelik” kapsamında yer alan ve yurt içinde piyasaya arz edilen ürünlerin birincil ambalajları haricindeki diğer ambalajları için geri kazanım katılım payı (GEKAP) tahsil edilmeye başlanmıştır.

Atıkların azaltılması amacıyla 2021 yılı itibariyle hayata geçirilmesi planlanan Türkiye Depozito İade Sistemi Projesi (TÜDİS), 2022 yılı itibarıyla uygulamaya geçeceği konuşulmaktadır.



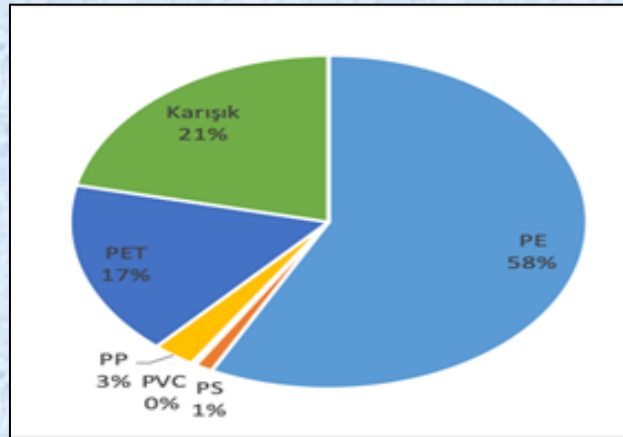
### 3. TÜRKİYE'DEKİ PLASTİK GERİ DÖNÜŞÜMÜ VE İTHALATI VERİLERİ:

Ülkemizdeki plastik atık ithalatı aşağıdaki Şekil 9'da görülebileceği gibi son dört yılda 5 kattan fazla artmıştır ve 773 bin tona ulaşmıştır. (Dış Ticaret İstatikleri, 2021)



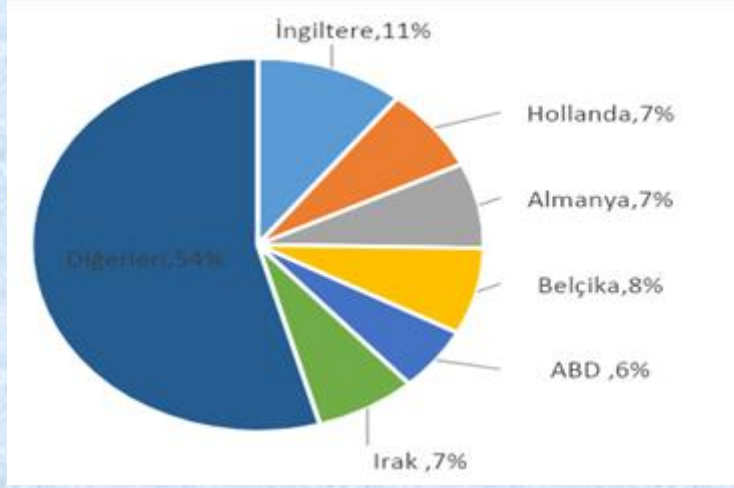
Şekil 3.1: Türkiye'de 2015-2020 yılları arasında plastik atık ithalatı (Dış Ticaret İstatikleri, 2021)

2020 ithalat verilerine detaylı olarak baktığımızda en çok ayrılmış polietilenden atık plastik ithal edildiğini görmekteyiz. Bunu PET ve karışık plastik takip etmektedir. (Dış Ticaret İstatikleri, 2021)



Şekil 3.2: Türkiye'de 2020 yılı atık ithalatının polimer tiplerine göre dağılımı (Dış Ticaret İstatikleri, 2021)

Polietilen atığın ithal edildiği ülkelere baktığımızda ise en çok ithalatın kaynağında ayırma sistemlerinin geliştiği İngiltere, Hollanda, Almanya, Belçika gibi gelişmiş Batı Avrupa ülkeleri olduğu görüyoruz.

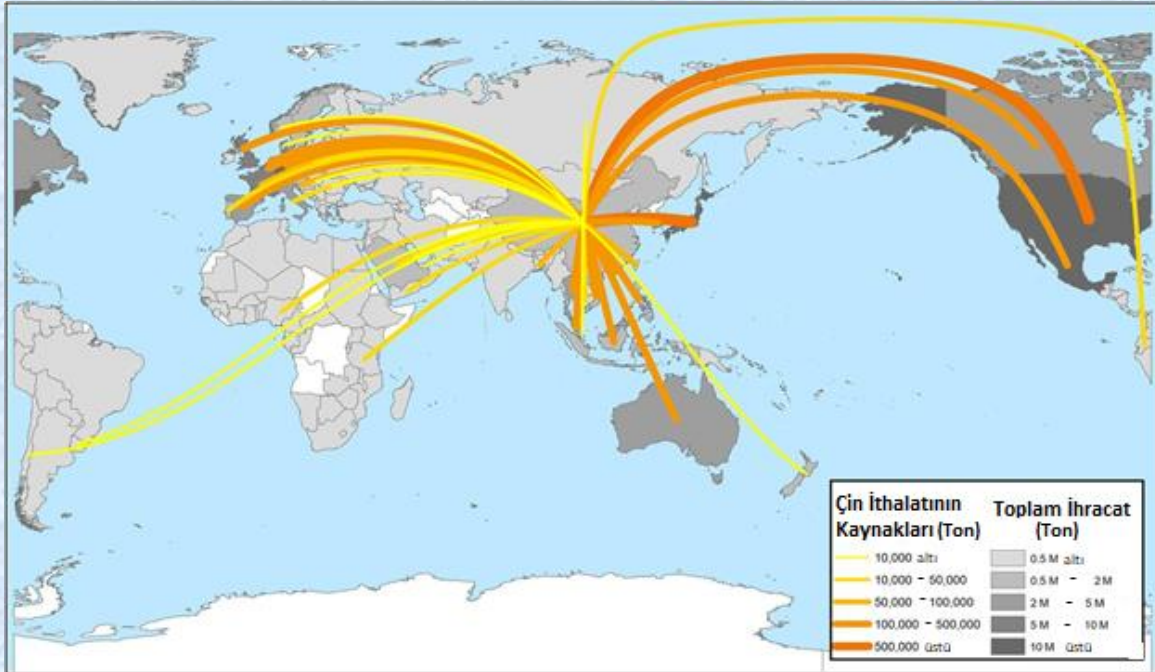


**Şekil 3.3:** Türkiye’de 2020 yılı polietilen atık ithalatının ülkelere göre dağılımı (Dış Ticaret İstatistikleri, 2021)

Türkiye’deki plastik endüstrisinin 485.000 ton polietilen geri dönüşümden elde edilmiş granül kullandığı tahmin edilmekte, bunun 335.000 tonu ithal edilen plastik elde hesaplırsak yurtiçi kaynaklardan ayrıştırılarak elde edilen miktar sadece 150.000 tondur. Bu da endüstrimizde kullanılan polietilenin sadece %8’e denk gelir.

#### 4. DÜNYADAKİ PLASTİK ATIK DOLAŞIMI:

Dünya’nın en büyük ihracatçısı konumdaki Çin, plastik mamul ihracatında da en başı çekmekte ve petrokimya endüstrisi yeterli seviyede olmadığı için ithal hammaddeye dayalıdır. Şekil 12 de görülebileceği gibi Çin uzun yıllar orijinal hammaddenin yanı sıra Batı Avrupa, Kuzey Amerika ve Güney Doğu Asya’nın plastik atıklarını ithal edip, plastik endüstrisinde kaynak olarak kullanmıştır. (Amy L. Brooks, Shunli Wang, Jenna R. Jambeck, 2018)



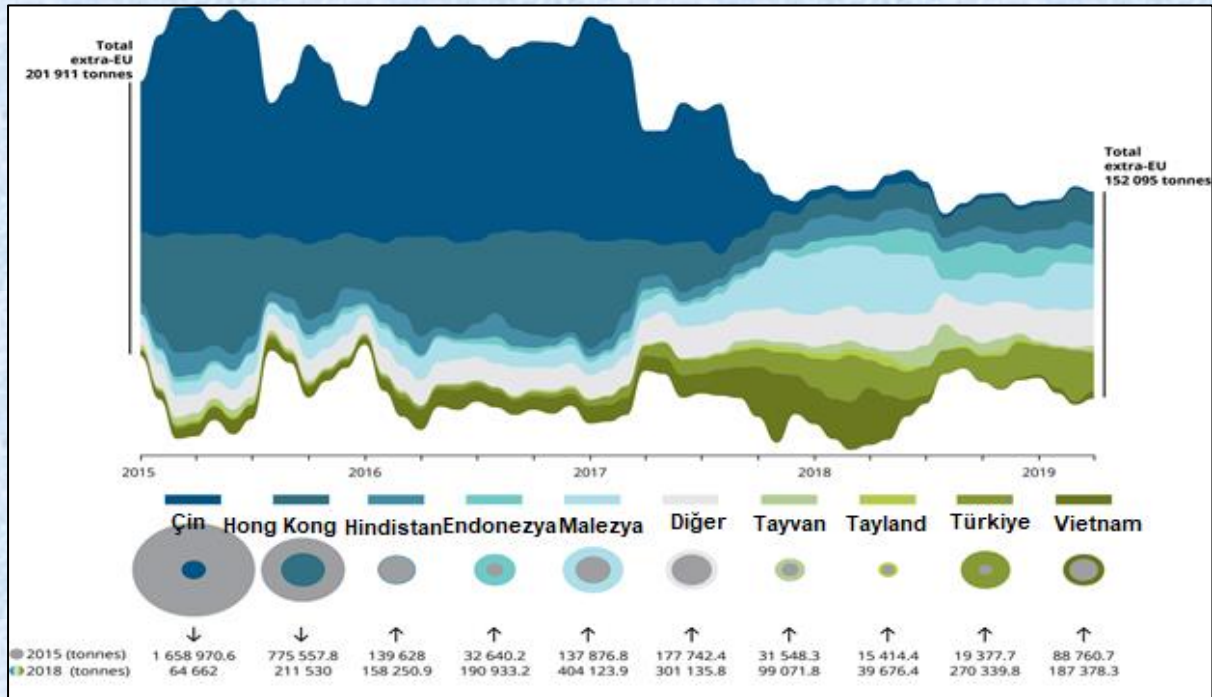
**Şekil 4.1:** Çin’in 1988-2016 yılları arasında kümülatif plastik atık ithalatının ülkelere göre dağılımı (Amy L. Brooks, Shunli Wang, Jenna R. Jambeck, 2018)



Fakat Çin 2010 yılında yürürlüğe koyduğu yeni atık ithalat politikası çerçevesinde 2017 yılında plastik atık ithalatını tamamen yasakladı. Bu yasaklama küresel plastik atık ticaretinde büyük bir krize yol açtı ve plastik atık ihracatının yeni adresi gelişmekte olan Güney Doğu Asya ülkeleri Endonezya, Malezya, Vietnam, Tayvan, Hindistan oldu. Ve 2018 sonrası bu ülkelerin arasında Türkiye’de katıldı.

11 May 2019’da 180 ülkenin katılımıyla toplanan Basell Konvansiyonu dünyadaki kontamine, karışık ve geri dönüşümü mümkün olmayan plastik atıklar dahil tehlikeli atıklarının dolaşımının engellenmesi yönünde karar almış olmasına rağmen Afrika ve kimi Güney Doğu ülkelerine ihracatın devam ettiği bilinmektedir. (Kravchenko, 2019)

Basel Konvansiyonu kararları ve Çin’deki atık plastik yasaklarından sonra Şekil 13 de görülebileceği gibi Avrupa’nın plastik atık ihracatı azalmaya başladı. Bazı Avrupa Ülkelerinde yakma giden plastiğin artış olsa da Yeşil Mutabakat direktifleriyle daha ilkim dostu ve sürdürülebilir yol olan tekrar kullanım ve geri dönüşüm ağırlık kazanmıştır. (Plastics waste trade and the environment, 2019)



**Şekil 4.2: Avrupa Birliği'nin plastik atık ihracatının yıllara ve ülkelere göre dağılımı (Plastics waste trade and the environment, 2019)**

Son gelişme olarak Avrupa Birliği 1 Ocak 2021 aldığı kararla OECD ülkeleri dışına tehlikeli ve geri dönüşü zor plastik atıkların ihracatı tamamen yasaklanmıştır ve temiz, ayrılmış plastik atıkların OECD ülkeleri dışına ihracatını kayıt ve düzenleme getirmiştir. (Plastic waste shipments: new EU rules on importing and exporting plastic waste , 2020)

Çin'in plastik ithalatını yasaklamasından sonra Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nin plastik atık ihracatını başta Malezya ve Türkiye olmak üzere diğer ülkelere yönlendirdiği görülmektedir. Türkiye'nin Avrupa Birliği ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletlerinden plastik ithalatı 2015 yılında 21 bin ton iken, 2019 yılında 439 bin tona ulaşmıştır. (Do not go against the wall! Connect the Plastic Linear Economy to the Circular Economy!, 2020)

**Tablo 4.1:** Avrupa Birliği Őlkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri'nin en çok plastik atık ihracatı yaptığı Őlkeler (**Do not go against the wall! Connect the Plastic Linear Economy to the Circular Economy!, 2020**)

Sıra	Őlkeler	2015	2016	2017	2018	2019
1	Çin	2 5199 27,14	2 411 718,71	1 615 144,68	122 893,47	40 600,31
2	Hong Kong	1 384 482,65	1 336 252,00	760 759,65	356 658,11	345 742,91
3	Endenozya	80 658,15	77 273,29	78 558,15	218 318,10	146 605,73
4	Filipinler	2 083,56	2 272,18	5 475,09	9 172,04	8 911,19
5	Vietnam	133 635,69	201 160,42	387 090,64	261 638,11	65 802,25
6	Sri Lanka	945,83	1 237,45	1 944,81	1 182,86	757,76
7	Tayland	21 445,45	10 798,60	49 205,79	146 607,02	32 582,31
8	Mısır	253,60	460,48	4 174,36	1 914,10	1 357,56
9	Malezya	172 718,81	192 407,35	370 775,09	611 613,03	465 284,73
10	Nijerya	906,99	813,38	1 663,09	1 506,38	2 399,01
11	Bangladeş	8 495,66	9 938,60	6 166,78	8 451,84	7 033,90
12	GŐney Afrika	922,31	471,87	1 235,36	1 262,34	1 388,64
13	Hindistan	232 148,37	219 826,41	231 571,54	291 585,19	187 978,22
14	Cezayir	4 848,58	3 876,30	3 908,43	1 329,89	370,59
15	TŐrkiye	21 343,76	40 433,07	141 778,12	293 621,81	439 086,00
16	Pakistan	18 418,38	27 348,82	25 412,76	38 064,98	34 211,98
17	Diğer Asya Őlkeleri	82 587,36	45 817,07	56 477,14	150 549,36	62 624,67
<b>Toplam ( Ton / Yıl )</b>		<b>4 685 822,32</b>	<b>4 582 195,97</b>	<b>3 741 341,58</b>	<b>2 516 388,62</b>	<b>1 842 177,73</b>



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Dünya'da 1950'lerde başlayan plastik üretimi 400 milyonu aşmış ve ülkemizde ise 10 milyon tona ulaşmıştır. Maliyetlerinin az olmasının yanı sıra cam, kağıt ve metale göre 3.6 kat daha az malzeme, 2.2 kat daha az enerji ve 2.7 kat daha az sera gazları salınımı yapması plastik ambalajlardan vazgeçilmez hale getirmiştir. Plastik malzeme kullanımı; hafif olması, üretiminde daha az enerji harcanması, geri dönüşümünün nispeten kolay olması ile cam ve metal gibi alternatiflerine göre avantaj sağlar. Ancak, ülkemizde yıllık 4 milyon tonu bulan plastik ambalaj üretimi yönetilemediği için büyük bir çevre problemi yaratmaktadır. Ayrıca plastiklerden katkıların yüzeye göçü (migrasyon) ve bozunma ürünlerinin çevre ve insan sağlığına etkileri, mikroplastiklerin toprak ve su yaşamını ciddi anlamda tehdit etmesi, plastiklerin yakılmasının hava kirliliğini ve sera gazı etkisini artırması başlıca olumsuz etkilerdir.

Plastik atıkların yönetimi, çeşitli yöntemler ile gerçekleştirilebilmektedir. Plastik atıkların çevreye zararının en az olabilmesi için yöntemler arasında hiyerarşi bilim insanlarınca kabul edilmektedir. İlk olarak plastik atıkların dolayısıyla plastik tüketiminin ve üretiminin azaltılması, sonrasında üretilen plastik atıkların sırasıyla yeniden kullanımları ve geri dönüşümleri, en son tercih olarak plastik atıklardan enerji kazanımı amaçlanmaktadır. Sıfır atık prensibi çerçevesinde sadece plastik atıklar özelinde değil tüm atıklarda benzer bir hiyerarşi kurmak gereklidir.

Atık yönetim hiyerarşisi gereği en öncelikli olan azaltmadır. Özellikle Avrupa'da tek kullanımlık plastiklerin yasaklamasını ve plastik ambalajlara ekstra vergi konulması tartışılmaktadır. Birçok ülkede plastik poşet yasaklanmış ve ülkemizde de ise ücretli poşet uygulaması başlamıştır. Sadece poşetleri ücretlendirmek, buzdağının görünen yüzüne ilişkindir. Yasaklamak çözüm olamamakla birlikte, ücretlendirmenin veya ekstra vergilendirmenin azaltmaya ciddi katkı verdiği gerçektir.

Atık yönetim hiyerarşisinde ikinci sıra yer alan yeniden kullanma prensibi çerçevesinde plastik mamül tasarımları dünyada değişmeye başlamıştır. Plastik ambalajlara depozito konularak toplanılması ve yeniden doldurularak kullanılması yeniden kullanıma en yaygın örnektir. Ayrıca, bazı uluslararası markalar yeniden kullanım eğilimine kayıtsız kalamamış ve deterjan, şampuan gibi HDPE veya PET şişeleri tekrar doldurmak için süpermarketlerin içine yeniden doldurma otomatları koymaya başlamıştır.

Atık yönetim hiyerarşisinin üçüncü sırasında ve en yaygın olarak kullanılan atık yönetimi ilkesi geri dönüşümdür. Mekanik geri dönüşüm dünyada arttığı gibi ülkemizde de artmıştır. Fakat evsel atıklardan plastikler kaynağında doğru şekilde ayrılıp, toplanmadığı için geri dönüşüm girdisi olan plastik atık ithal yolla sağlanmaya başlanmıştır. Özellikle Çin'in plastik atık ithalatını yasaklamasından sonra Türkiye hızla plastik atık ithalatının merkezlerinden biri haline gelmeye başlamıştır. Sadece son dört yılda 5 kat artarak 773 bin tona ulaşmıştır. Ve kar hırsıyla geri dönüşümde firesi yüksek karışık plastik atıkların 2020 ithalatı 162 bin tona ulaşmıştır. Konuyla ilgili haberlerin basında yer alması üzerine karışık plastik ithalatı 1 Ocak 2021 itibarıyla yasaklandı fakat kar hırsıyla bazı ihalatçılar tarafında polietilen plastik atık adı altında geri dönüşüme uygunluk düşük, firesi yüksek veya kontamine atık ihalatı devam etti. Bu atıkların moloz sahalarına döküldüğü haberleri basında yer alınca 18 Mayıs 2021'de polietilen plastik atık ithalatı da yasaklandı. Böylece plastik atık ithalatının 79% gibi büyük bölümü yasaklanmış oldu. Fakat plastik atık ithalatının sınırlandırılması plastik geri dönüşüm probleminin çözüldüğü anlamına gelmemektedir.

Türkiye, plastik atık ithalatı yerine kendi plastik atıklarının ayrıştırılması ve geri dönüştürülmesine yoğunlaşmalıdır. Plastik atık miktarını azaltacak yönetimsel tedbirler alınmalı ve halk bu konuda teşvik edilmelidir. Plastik atıkların ayrıştırılması için yine teşvik edici ve kolaylaştırıcı uygulamalar yapılmalıdır. Ayrıca, kalite ve standardı belli olmayan plastik atıkların ithal edilmesi yurt içinde kalitesiz ürün üretilmesine sebep olmaktadır. Ayrıca içerdikleri katkı maddelerinin neler olduğu, özellikleri ve miktarları belli olmadığından ithal edilen atık plastiklere bir standart getirilmesi kalite, sağlık ve çevre



sorunları bakımından faydalı olacaktır. Plastik atıkların geri dönüşümünde; ısı işlem ile sadece termoplastikler geri dönüşebilmekte ve genellikle her geri dönüştürüldüklerinde kaliteleri azalmaktadır.

Kullanılan plastiklerin geri dönüşümleri kolay bir süreç değildir. Öncelikle tüm atıklar içerisinde plastiklerin ayrıştırılması, daha sonrasında ise plastiklerin kendi içlerinde ayrıştırılması gerekmektedir. İlk kısımda yerel yönetimlere ve tüketicilere büyük görevler düşmektedir. Yöntem olarak atıkların; plastik, kağıt, metal ve cam olarak tüketiciler tarafından ayrıştırılması için uygun konteynerler konulabilmekte veya tüm atıklar birlikte toplanarak tesislerde gözle veya çeşitli teknolojilerle ayrıştırılması gerçekleştirilebilmektedir. Plastiklerin kendi içlerinde ayrıştırılması da aynı şekilde tesislerde gerçekleştirilmektedir. Birden fazla polimerin harmanlanması ile oluşturulan plastikler veya konulan çeşitli katkıları plastiklerin ayrıştırılması ve dönüşümünü zorlaştıran diğer bir husustur.

Tüm süreç plastik ambalajın kullanım ömrü bittikten sonra ayrı konteynerle atılmasını sağlamak ve ayrı toplamakla başlamaktadır. Ülkemizde çoğu yerel belediye ayrı konteyner için hiçbir çalışma ve yatırımının olmadığını görmekteyiz. Ayrıca ayrı konteynerlere atılan atıkların ambalaj atık toplama araçları tarafından metal, kağıt, plastik vs beraber karıştırılarak toplandığını gözlemekteyiz. Dünyada bırakın plastik, metal, kağıt ayrı toplanmasını plastik şişeler için kumbaralar konarak plastik şişeler diğer plastik atıklardan ayrı toplanmaya başlanmıştır. Yasa yapıcının bu konuda gerekli iradeyi ortaya koymadan sadece ithalatı yasaklaması çözüm olmayacaktır.

Biyobozunur polimerlerden üretilmiş olan plastiklerin kullanımı, plastik atıkların yönetiminde kuşkusuz ki önemli bir gelişmedir. Biyobozunur polimerlerin kullanımlarında da atık yönetimi hiyerarşisi unutulmamalıdır. Biyobozunur polimerler de söz konusu olsa ilk öncelik plastik tüketimin azaltılması olmalıdır. Biyobozunur plastiklerin sadece ana polimer yapılarının doğadaki döngüye katıldığı unutulmamalı, bu noktada kullanılacak katkı maddeleri seçilirken doğa dostu olması göz önüne alınmalıdır. Biyobozunur polimerlerin hepsinin her ortamda biyobozunur olmadığı göz önünde bulundurularak tüketilecek olan biyobozunur polimerlerin doğaya karışımları iyi bir şekilde organize edilmelidir.

Evsel organik çöplerle kontamine ayırması zor ambalaj ve plastikler için biyobozunur plastiklerin kullanılması çevre sorununu azaltılmasına destek verecektir. Avrupa'da bazı belediyeler organik evsel çöplerin biyobozunur çöp torbalarıyla konteynerlere atılmasını zorunlu hale getirmiştir.

Kimyasal geri dönüşüm sisteminde, depolimerizasyon veya devulkanizasyon gibi işlemlerle ürün hammaddesine dönüştürülmekte, böylece daha kaliteli ürünler ortaya çıkarılabilmektedir. Plastik atıkların geri dönüşümlerinin geliştirilmesi için özellikle kimyasal geri dönüşüm üzerine yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları desteklenmeli ve teşvik edilmelidir.

Geri dönüştürülmüş olan plastik atıkların diğer bir taraftan endüstride çeşitli alanlarda kullanımının olması onları ekonomik bir değer yapmaktadır. Plastik atıkların diğer atıklardan ve kendi içlerinde ayrıştırılmasının zorluğu ve ekonomik değerleri günümüzde ticaretlerini önemli hale getirmiştir. Ayrıştırdıklarından fazla geri dönüştürülmüş plastik atık ihtiyacı olan ülkeler ithalatçı konuma düşmektedirler. Türkiye'deki plastik atık ithalatı ve plastik atıkların geri dönüşüm oranları, plastik atık geri dönüşümünü yeterince yapmadığımız halde atık ithalatı yaptığımızı ortaya koymaktadır.

Plastik atıkların depolanmasından ve yakılmasından kesinlikle vazgeçilmelidir. Enerji geri dönüşümüne ise sadece mekanik veya kimyasal geri dönüşümün yapılamadığı durumlarda başvurulmalıdır. Yönetilemeyen plastik atıkları mikroplastiklerin çoğalmasına, hava kirliliğine ve iklim değişikliğinin hızlanmasına yol açmaktadır. Yapılan simülasyonlarda mikroplastik seviyesinin hızlı bir şekilde artmaması için dahi büyük çabalar sarf edilmesi gerektiği görülmektedir. Mikroplastiklerin kontrol altına alınması için; kozmetik vb. sektörlerde doğrudan mikroplastik kullanımı yasaklanmalı, mikroplastiklerin en büyük kaynağı olan tekstil sektörüne özel çalışmalar yapılarak; aşırı tekstil malzemesi kullanımının önüne geçilmeli, tekstilde kullanılan plastiklerin kontrol altına alınması ve kullanım ömrü dolanların geri dönüşümleri sağlanmalıdır.



Özetle; tüm Dünya olarak önceliğimiz başta plastik atıklar olmak üzere atık yükümüzü azaltmak olmalıdır. Atık yükünü azaltmanın ilk adımı zaruri olmayan durumlar haricinde (tıbbi uygulamalar vb.) tek kullanımlık plastiklerin kullanımlarının kısıtlanmasıdır. Biyobozunur polimerlerden üretilen plastikler, tek kullanımlık malzemelerin kullanılacağı yerlerde çözüm olarak gözükebilir ancak tüketim miktarı azaltılmadan tek başına bu yola başvurmak çözüm olmayacaktır. Biyobozunur plastiklerin kullanımının artmasıyla oluşabilecek zararlarını engellemek için, zararlı olabilecek katkıları vb. ve bozunma süreçleri denetlenmelidir. Plastik atıkların azaltılması için bir diğer yöntem ise gereksiz ambalajlamalardan kaçınılmasıdır. Merkezi ve yerel yönetimler, bu durum ile ilgili önlemleri almalıdır. Azaltmaya rağmen oluşan tamamının mekanik ve kimyasal yollar ile geri dönüşümü sağlanmalı, enerji kazanımı en son seçenek olmalı ama kesinlikle plastik atıkları yakma yoluna gidilmemelidir. Gelişmiş ülkelerden diğer ülkelere atık ithalatının önüne geçebilmenin de temelinde azaltma ve geri dönüşüm yer almaktadır. Ülkemizde ise atık ithalatının önüne geçmek için kendi oluşan atığımızı toplayabilmek ve ayırabilmek önceliğimiz olmalıdır.

## 6.KAYNAKLAR

*AB VE TÜRKİYE'DE PLASTİKLERİN GELECEĞİ.* (2020). İstanbul: İktisadi Kalkınma Vakfı. [https://www.ikv.org.tr/images/files/AB\\_VE\\_TURKIYEDE\\_PLASTIKLERIN\\_GELECEGI\\_1012.pdf](https://www.ikv.org.tr/images/files/AB_VE_TURKIYEDE_PLASTIKLERIN_GELECEGI_1012.pdf) adresinden alındı

Afife Binnaz Hazar Yoruç, V. U. (2017). Yeşil Polimerler ve Uygulamaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* , 318-337.

Amy L. Brooks, Shunli Wang, Jenna R. Jambeck. (2018). The Chinese import ban and its impact on global. *Science Advances*.

Area, Umberto; Mastellone, Maria Laura; Perugini, Floriana. (2003). Life Cycle assessment of a plastic packaging recycling system. *The international journal of life cycle assessment*, 92-98.

Ashish Jain, Nancy D. Denslow, Mohammad-Zaman Nouri, Sixue Chen, Tingting Wang, Ning Zhu, Jin Koh, Saurav J. Sarma, Barbara W. Sumner, Zhentian Lei, Lloyd W. Sumner, Nathan J. Bivens, R. Michael Roberts, Geetu Tuteja, Cheryl S. Rosen. (2020). Bisphenol A and bisphenol S disruptions of themouse placenta and potential effects on theplacenta-brain axis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Atilla Taşdelen, Serhat Oran. (2017, 8 11). *Plastik Geri Dönüşümünde Zorluklar ve Fırsatlar*. Turkchem Kimya Sanayi Sitesi: <http://www.turkchem.net/plastik-geri-donusumunde-zorluklar-firsatlar.html> adresinden alındı

*Avrupa ve Türkiye plastik atıklarla nasıl mücadele ediyor?* (2019, 3 31). Euronews Türkiye: <https://tr.euronews.com/2019/01/24/avrupa-plastik-atiklarla-nasil-mucadele-ediyor-turkiye-ne-yapiyor> adresinden alındı

Bernd Brandt, Harald Pilz. (2011). *The impact of plastic packaging on life cycle energy consumption and greenhouse gas emissions in Europe*. Vienna: Denkstatt.

*Bioplastics Market Data.* (2020). European Bioplastics: <https://www.european-bioplastics.org/market/> adresinden alındı

*Chemical Recycling 101.* (2021). British Plastic Federation: <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/chemical-recycling-101> adresinden alındı

*Dış Ticaret İstatikleri.* (2021).Türkiye İstatistik Kurumu.

*Do not go against the wall! Connect the Plastic Linear Economy to the Circular Economy!* (2020).Anaxagoras Initiative . <https://www.anax-initiative.com/do-not-go-against-the-wall-connect-the-plastic-linear-economy-to-the-circular-economy/>) adresinden alındı

Fatih Saltabaş, Yavuz Soysal, Şenol Yıldız, Vahit Balahorli. (2009). Eysel Katı Atık Termal Bertaraf Yöntemleri ve İstanbul'a Uygulanabilirliği. *Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu TÜRKAY 2009 Bildiriler Kitabı*. İstanbul: YTÜ Yayınları.

*Food Waste Index Report.* (2021). Birleşmiş Milletler Çevre Programı ( UN Enviroment Programme ).

Hans-Joachim Lehmler, Buyun Liu, Manuel Gadogbe, Wei Bao. (2018). Exposure to Bisphenol A, Bisphenol F, and Bisphenol S in U.S. Adultsand Children: The National Health and Nutrition Examination Survey 2013–2014. *ACS Omega*.



Harish Jeswania, Christian Krügerb, Manfred Russc, Maike Horlacherc, Florian Antonyd, Simon Hanne, Adisa Azapagica. (2021). Life cycle environmental impacts of chemical recycling via pyrolysis of mixed plastic waste in comparison with mechanical recycling and energy recovery. *Science of the Total Environment*.

IHS Markit. (2019). *Plastic Recycling*.

Jefferson Hopewell, Robert Dvorak, Edward Kosior. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society*.

Jenna R. Jambeck, Roland Geyer, Chris Wilcox, Theodore R. Siegler. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 768-771.

Julien Boucher, Damien Friot. (2017). *Primary Microplastics in the Oceans*. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources.

Kravchenko, A. (2019, 11 13). *Not all trade is good - the case of plastic waste*. ESCAP - The Economic and Social Commission for Asia and the Pacific:

<https://www.unescap.org/blog/not-all-trade-good-case-plastics-waste> adresinden alındı

Laurent Lebreton, Matthias Egger, Boyan Sla. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*.

Life cycle environmental impacts of chemical recycling via pyrolysis of mixed plastic waste in comparison with mechanical recycling and energy recovery. (tarih yok). *Science of The Total Environment*.

M. Elomaa, L. Sarvaranta, E. Mikkola, R. Kallonen, A. Zitting, C. A. P. Zevenhoven, M. Hupa. (1997). Combustion of Polymeric Materials. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 137-197.

Maocai Shen, Biao Song, Guangming Zeng, Yaxin Zhang, Wei Huang, Xiaofeng Wen. (2019). Are biodegradable plastics a promising solution to solve the global plastic pollution? *Environmental Pollution*.

Maocai Shen, Biao Song, Guangming Zeng, Yaxin Zhang, Wei Huang, Xiaofeng Wen. (2020). Are biodegradable plastics a promising solution to solve the global. *Environmental Pollution*, 114469.

*Microplastics in the surface ocean, 1950 to 2050*. (2019). Our World In Data:  
<https://ourworldindata.org/grapher/microplastics-in-ocean> adresinden alındı

Mithat Çelebi, İdris Karagöz. (2019). Biyobozunur Polimerler. M. Turhan içinde, *Mühendislik Alanında Yeni Ufuklar* (s. 275-292). Ankara: Gece Akademi.

Natalie Rudolph, Raphael Kiesel, Chuanchom Aumnate. (2017). *Understanding Plastics Recycling Economic, Ecological, and Technical Aspects of Plastic Waste Handling Book*. Munich: Carl Hanser Verlag.

Okunola A Alabi, Kehinde A. Ologbonjaye, Oluwaseun Awosolu, Olufiropo E. Alalade. (2019). Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*.

*Plastic packaging waste statistics 2016: Recycling passed 40%, total recovery reached almost 80%*. (2018). European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations.

*Plastic waste shipments: new EU rules on importing and exporting plastic waste* . (2020, 12 22). European Commission: [https://ec.europa.eu/environment/news/plastic-waste-shipments-new-eu-rules-importing-and-exporting-plastic-waste-2020-12-22\\_en](https://ec.europa.eu/environment/news/plastic-waste-shipments-new-eu-rules-importing-and-exporting-plastic-waste-2020-12-22_en) adresinden alındı

*Plastic Waste: Ecological and Human Health Impacts*. European Commission.(2011). [https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR1\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/IR1_en.pdf) adresinden alındı

*Plastics recycling worldwide: current overview and desirable changes*. (2017). Field Actions Science Reports. <https://journals.openedition.org/factsreports/5102> adresinden alındı

*Plastics waste trade and the environment*. (2019). European Topic Centre Waste and Materials in a Green Economy . <https://www.eea.europa.eu/themes/waste/resource-efficiency/the-plastic-waste-trade-in> adresinden alındı

Rinku Verma, K. S. Vinoda, M. Papireddy, A.N.S Gowda. (2016). Toxic Pollutants from Plastic Waste- A Review. *Procedia Environmental Sciences*, 701-708.

Ritchie Hannah, Max Roser. (2018). *Plastic Pollution*. Our World In Data. Our World In Data: <https://ourworldindata.org/plastic-pollution> adresinden alındı

*Sıfır Atık Yönetim Sistemi Uygulama Kılavuzu - Mahalli İdareler*. (2020).T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı - Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü.

T Rand, J. Haukohl, U. Marx. (2000). *Decision Makers' Guide to Municipal Solid Waste Incineration*. Washington D.C.: The World Bank.

*The State Of Zero Waste Municipalities*. (2020). Zero Waste Europe.

*THE STORY OF CONTARINA CASE STUDY #4*. (2018). Zero Waste Europe.

Tobias D. Nielsen, Jacob Hasselbalch, Karl Holmberg, Johannes Stripple. (2019). Politics and the plastic crisis: A review throughout the plastic. *Wiley Interdisciplinary Reviews*.

*Treatment rates for domestically generated waste excl major mineral wastes in the EU-28, 2010 to 2016*. (2019, 12 9). Eurostat Statistic Explained: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Treatment\\_rates\\_for\\_domestically\\_generated\\_waste\\_excl\\_major\\_mineral\\_wastes\\_in\\_the\\_EU-28,\\_2010\\_to\\_2016\\_\(%25\).png&oldid=461768](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Treatment_rates_for_domestically_generated_waste_excl_major_mineral_wastes_in_the_EU-28,_2010_to_2016_(%25).png&oldid=461768) adresinden alındı

*Türkiye Plastik Ambalaj Sektör Raporu*. (2019). Türk Plastik Sanayicileri Araştırma Geliştirme ve Eğitim Vakfı.

Yurtsever, M. (2015). Mikroplastiklere Genel Bir Bakış (Microplastics: An Overview). *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi - Fen ve Mühendislik Dergisi*, 68-83.

*Zero Waste Definition*. (2018). Zero Waste International Alliance: <https://zwia.org/zero-waste-definition/> adresinden alındı