



Almanya'da Atık Yönetimi-Sürdürülebilir Kalkınma Döngüsel Ekonomi mi?

M. Nelles^{a,b,*}, J. Grünes^a, G. Morscheck^a

^a Rostock Üniversitesi, Atık Yönetimi ve Malzeme Akışı Bölümü, Almanya
^b Alman Biyokütle Araştırma Merkezi gGmbH (DBFZ), Torgauer Straße 116, 04347 Leipzig, Almanya

Özet

Yeni Alman Kapalı Çevrim Yönetimi Yasası, atık yönetimini bir kaynak yönetimine dönüştürmeyi amaçlıyor. Atıkların yararlı bir hammadde ve enerji kaynağı olabileceğinin farkına varmak yeni değildir; metaller, camlar ve tekstiller daha önce toplanmış ve yeni kullanıma açılmıştır. Almanya'da son 20 yılda uyarlanan atık yönetimi politikası, kapalı çevrimlere dayanmaktadır ve ürün üreticilerine ve distribütörlerine bertaraf sorumlulukları vermektedir. Bu, insanları atıkları ayırma gerekliliği konusunda daha da bilinçlendirdi, yeni bertaraf teknolojilerinin ortaya çıkmasına ve geri dönüşüm kapasitelerinin artmasına yol açtı. Günümüzde Alman sanayisinin kullandığı hammaddelerin yüzde 14'ü geri kazanılmış atıklardır. Modern kapalı çevrim yönetimi, iklimle ilgili emisyonların azaltılmasına ilişkin Alman Kyoto hedeflerine ulaşmak için yaklaşık yüzde 20'lik bir katkıda bulunuyor. © 2016 Yazarlar. Elsevier B. V. tarafından yayınlandı. CC BY-NC-ND 4.0 International. Bu açık erişimli makale, 5 IconSWM 2015 organizasyonu tarafından hazırlanmıştır. 5 IconSWM 2015 organizasyon komitesinin sorumluluğu altında hakemli inceleme.

Anahtar Kelimeler: Atık, Geri Kazanım, Geri Dönüşüm, Biyo atık, Almanya;

1. Giriş

Federal Çevre, Doğa Koruma ve Nükleer Güvenlik Bakanlığı, Almanya'daki atık yönetimi verilerini ve yayınlarını yayımlar. Aşağıdaki makale, Almanya'daki atık durumunu tanımlamak için bu yayınları çok yakından kullanacaktır (Jaron ve Flaschentreher, 2012).

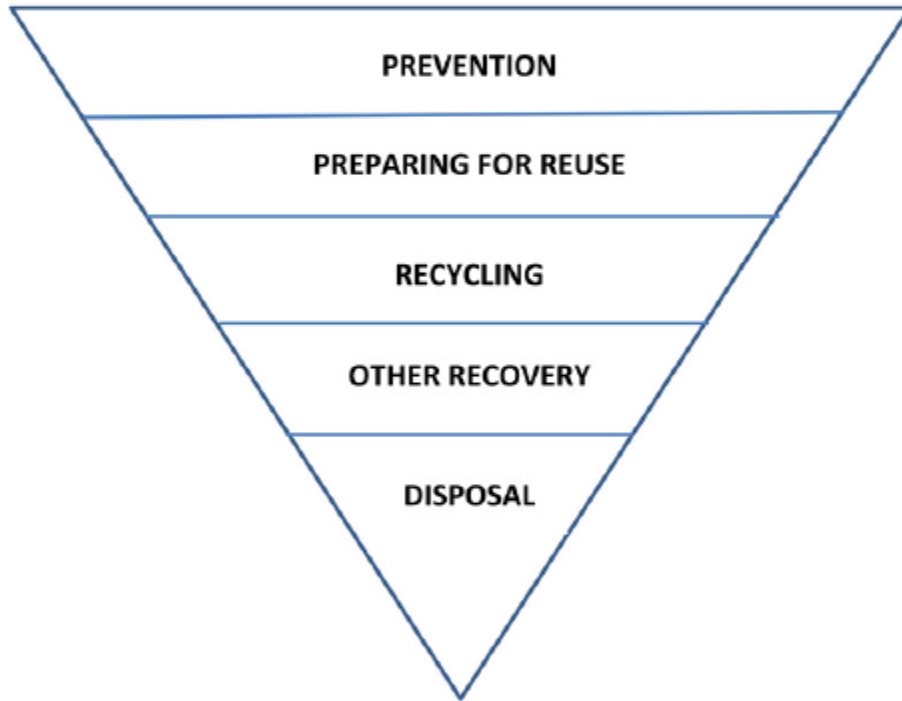
* İlgili yazar.

E - posta adresi: michael.nelles@uni-rostock.de

Yeni Alman Kapalı Çevrim Yönetimi Yasası (Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG), atık yönetimini bir kaynak yönetimine dönüştürmeyi amaçlıyor. Atıkların yararlı bir hammadde ve enerji kaynağı olabileceğinin farkına varmak yeni değildir; metaller, camlar ve tekstiller daha önce toplanmış ve yeni kullanıma açılmıştır. Almanya'da son 20 yılda uyarlanan atık yönetimi politikası, kapalı çevrimlere dayanmaktadır ve ürün üreticilerine ve distribütörlerine bertaraf sorumlulukları vermektedir. Bu, insanları atıkları ayırma gerekliliği konusunda daha da bilinçlendirdi ve yeni bertaraf teknolojilerinin ortaya çıkmasına neden oldu, ve artan geri dönüşüm kapasiteleri.

Bugün, Alman endüstrisi tarafından kullanılan hammaddelerin yüzde 14'ü geri kazanılmış atıklardır, bu da ekstraksiyon seviyelerinin ve ilgili çevresel etkilerin azalmasına yol açmaktadır. Modern kapalı çevrim yönetimi, iklimle ilgili emisyonların azaltılmasına ilişkin Alman Kyoto hedeflerine ulaşmak için yaklaşık yüzde 20'lik bir payla katkıda bulunuyor.

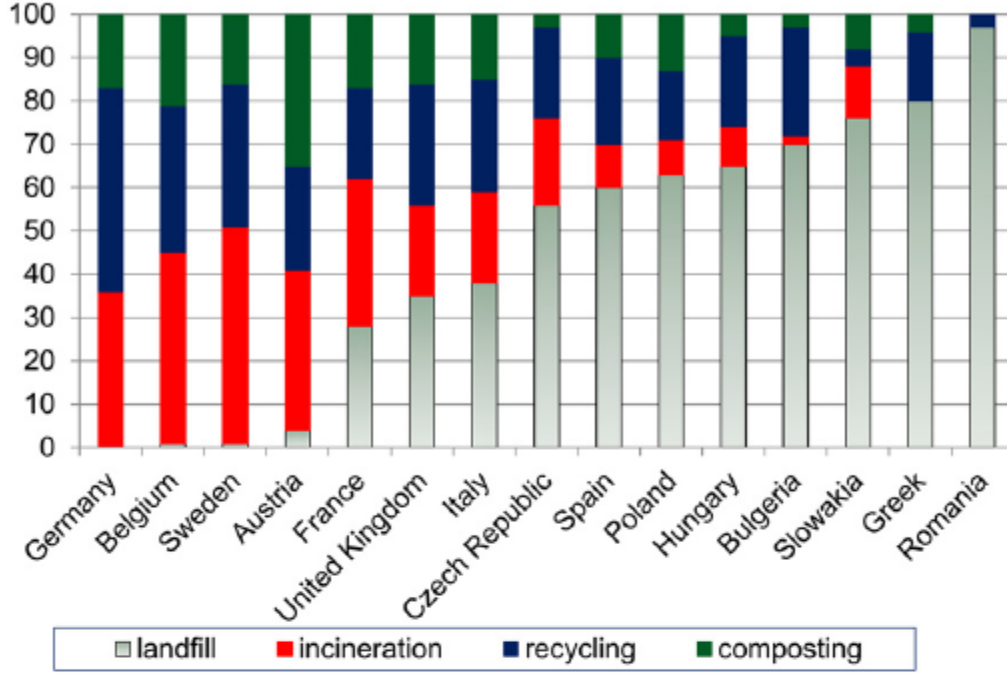
Kapalı çevrim yönetimi sadece çevrenin korunmasına katkı sağlamakla kalmaz, ekonomik olarak da karşılığını verir. Almanya'da atık yönetimi sektörü kapsamlı ve güçlü bir ekonomik sektör haline geldi: yıllık yaklaşık 40 milyar euro ciro üreten yaklaşık 3.000 şirkette yaklaşık 200.000 kişi istihdam ediliyor. 15.000 tesis, geri dönüşüm ve geri kazanım prosedürleri ile kaynak verimliliğine katkıda bulunur. Belediye atıkları için yaklaşık yüzde 60, ticari atıklar için yüzde 60 ve inşaat ve yıkım atıkları için yüzde 90 gibi yüksek geri dönüşüm oranları kendileri adına konuşuyor.



İncir. 1. Avrupa ve Alman Yasalarına Göre Atık Hiyerarşisi

Atık yönetimi yetmişli yılların başından beri radikal bir dönüşüm altındaydı. Şu anda her köy ve kasabanın kendi bahşişi vardı (toplamda yaklaşık 50.000'i); Bugün artırılmamış evsel ve ticari atıklar artık çöp sahalarında biriktirilemiyor.

Avrupa Birliği, Üye Devletlerde de aynı koşulları hedeflemektedir. Hem yaşam koşulları hem de bertaraf yöntemleri hala oldukça farklıdır.



İncir. 2. Seçilmiş AB ülkelerinde Belediye Katı Atık arıtımı (%olarak) (EuroStat 2015)

2. Almanya'da Atık Yönetimi Politikası

Gözden geçirilmiş AB Atık Çerçeve Direktifi'nin (2008/98/EC sayılı Direktif) 4. maddesi, çevresel etkiye göre sıralanan atıklarla başa çıkmak için beş adım belirlemektedir - "atık hiyerarşisi".

Atık Hiyerarşisi, ilk etapta atık oluşumunu önlemeye öncelik verir. Atık oluşturulduğunda, çevresel tercih sırasına göre yeniden kullanım, geri dönüşüm, diğer geri kazanım (enerji geri kazanımı gibi) ve bertaraf (ön işlemden sonra çöp sahası) için hazırlanmasına öncelik verir.

Atık hiyerarşisi Alman hukukuna aktarılmıştır.

Ulusal bir atık önleme programı hazırlamak için yeni bir yükümlülük dahil edilmiştir (Madde 33 KrWG). Program, atık önleme hedeflerini formüle eder, mevcut atık önleme önlemlerini sunar ve değerlendirir ve bu temelde yeni önlemler geliştirir. Amaç, atık önleme politikalarını güçlendirmek ve bunları genel halk için daha şeffaf hale getirmektir. Federal Çevre Bakanlığı, 2013 yılında ilk kez bir atık önleme programı oluşturdu.

Kapalı Çevrim Yönetimi Yasası ayrıca ülke çapında zorunlu bir "tek tip geri dönüşüm kutusu" getirme fırsatı da yarattı. Bu toplama sistemi ile hanehalkları sadece ambalajı değil, aynı malzemelerden, örneğin plastik veya metalden oluşan diğer atıkları da yeni bir geri dönüşüm kutusuna atmalıdır. Bu, evsel atıklardan elde edilen geri dönüştürülebilir maddelerin daha kaliteli ve daha büyük miktarlarda toplanabileceği anlamına gelir. Yakın gelecekte geri dönüştürülebilir maddelerin toplanmasına ilişkin daha fazla ayrıntının ayrı bir yasada düzenlenmesi önerilmektedir.

Dan beri ^{st 1} Haziran 2005: Ön arıtma yapılmadan atıklar artık çöplüğe doldurulamaz! Ön tedavi gerçekleşir yakma tesislerinde veya mekanik-biyolojik arıtma tesislerinde. Atık, bir çöp sahasının içinde bozunamayacak şekilde arıtılmalıdır. Geri kazanılabilir maddelerin depolama sahasından önce ayrılması ve atıklardan elde edilen enerjinin kullanılması gerekir.

Tedavi öncesi ve durmak düzenli depolama sağlığını ve iklimimizi korur. Depolama alanları artık işlenmiyor çöp gazı yayar-bu gaz metan ve karbondioksit içerir.

Depolama gazı metan (CH_4) iklime karbondioksitten (CO_2) 21 - 25 kat daha fazla zarar verir₂ (Sera Etkisi).

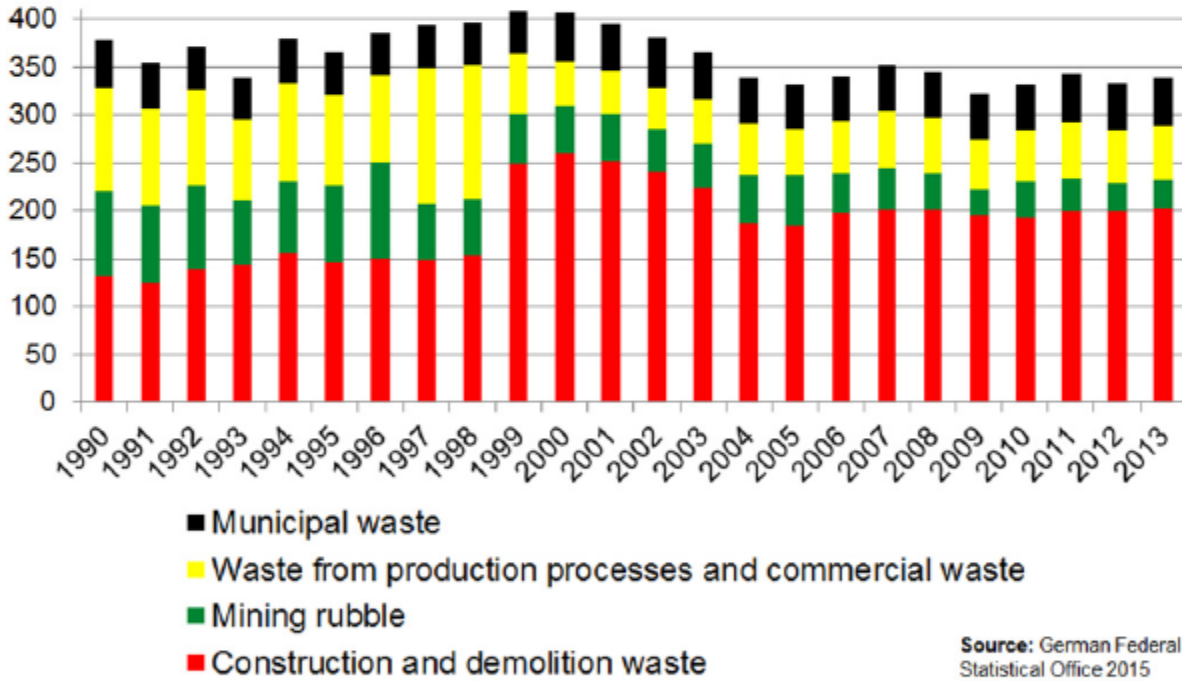
Zararlı sızıntı suyunun yeraltı suyuna salınması, insanlığın çöplüklerle ilgili sahip olduğu ek sorunlardan biridir - atık ön artımı çok daha iyi sızıntı suyu niteliklerine yol açar.

Alman atık yönetim sistemi tamamen ücretlerle finanse ediliyor! Sübvansiyon yok! "Kirleten öder" ilkesi vardır, bu da üreticinin atık arıtma veya bertarafı için ödeme yapması gerektiği anlamına gelir.

Atık yönetimde çeşitli ana paydaş grupları çalışmaktadır - belediye ve özel atık yönetimi şirketleri (atık toplama, geri kazanım ve bertaraf). Belediye atık yönetim şirketleri, biyo atık ve artık atıklardan (evsel atık) sorumludur; özel atık yönetim şirketleri, atıkların geri dönüşümünden (evsel atık; ticari atık, ticari atık) sorumludur.

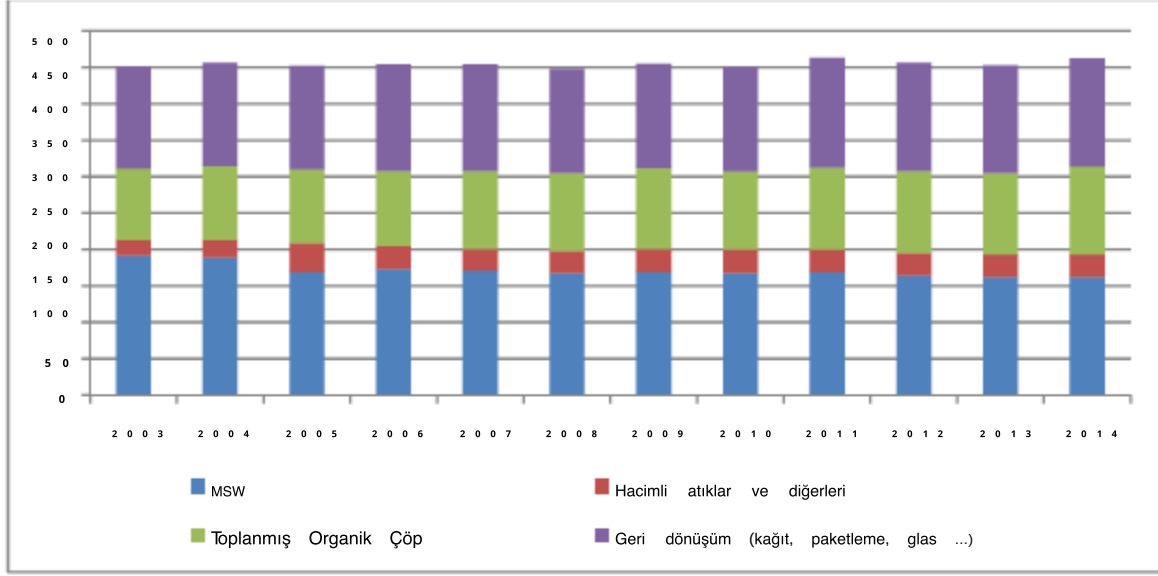
3. Atık Oluşumları

Şu anda üretilen atık miktarı hala çok yüksek. Özellikle belediye atıkları alanında, atıkların ortaya çıkmasını önlemek için kaynak verimli bir tüketime yönelik daha fazla çabaya ihtiyaç vardır. Alman 2013 yılında başlatılan atık önleme programı, tavsiye, destek ve teşvik tedbirlerinin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır. 2013, atık bileşiminde sadece küçük değişiklikler oldu.



İncir. 3. Almanya'da ortaya çıkan atıklar (milyon ton olarak) (BMU, 2015)

Toplamda 339.132 milyon ton atık vardı; geri dönüşüm oranı %79 idi. 202.735 milyon ton inşaat ve yıkım atığı (%87); Üretim süreçlerinden ve ticari atıklardan kaynaklanan 57.577 milyon ton atık (%69); 29.250 milyon ton maden molozu (%1) ve 49.570 milyon ton belediye katı atığı (%87).



İncir. 4. . Almanya'da ortaya çıkan atıklar (kişi başına kg olarak) (BMU, 2015)

2013 yılında Almanya'da kişi başına 453 kg olan evsel atıkların payı da dahil olmak üzere kişi başına 617 kg belediye atığı üretildi.

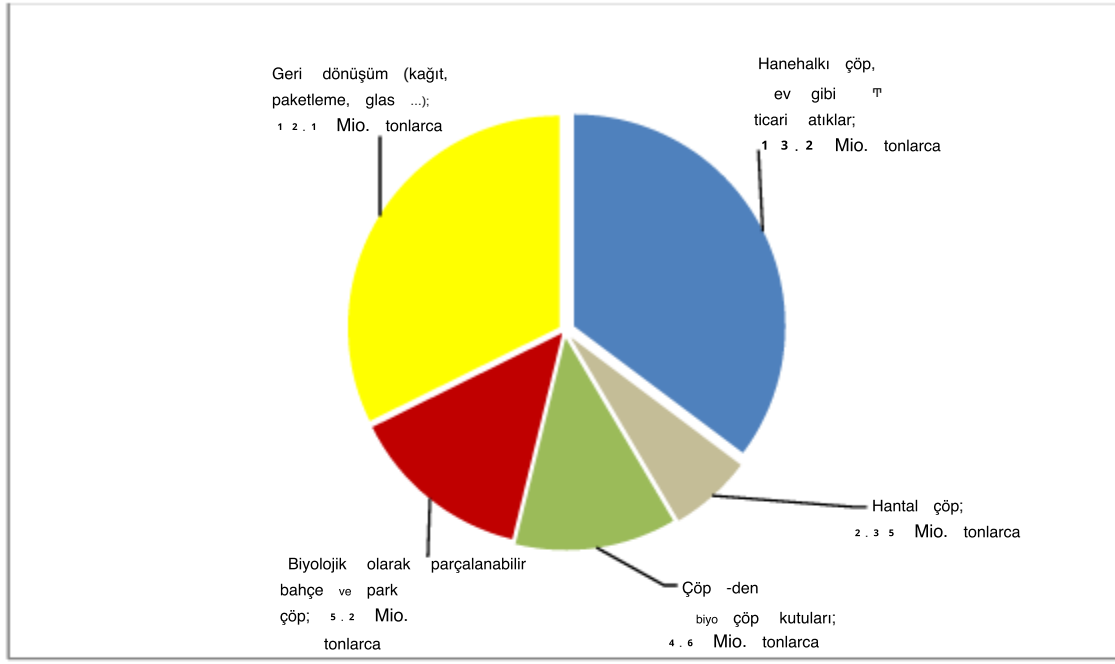
4. . Atık geri kazanımı ve Atık bertarafı

Ambalaj malzemelerinin sorumluluğu, 1991 yılında Ambalaj Yönetmeliği'nde (VerpackV) zaten uygulanmıştır . Bu yönetmelik son yıllarda çeşitli zamanlarda değiştirilmiştir. Üretici ve distribütörlerin kullanılmış ambalajları geri alma yükümlülüğüne ilişkin hükümler içermektedir. Perakendeciler bu yükümlülüğü yerine getirmek için ambalaj malzemelerinin toplanması ve geri dönüşümü için bir sisteme katılabilirler. 1993 Yılında Almanya'da buna karşılık gelen bir toplama ve bertaraf sistemi tanıtıldı. Sonuç olarak, belediye atıklarındaki ambalaj oranını önemli ölçüde azaltmak mümkün oldu.

Almanya'nın atık geri kazanım oranları dünyanın en yüksek oranlarından biridir ve atık endüstrisinin hammadde ve birincil enerji tasarrufu sağlayarak Almanya'da sürdürülebilir ekonomik üretim ve yönetime nasıl katkıda bulunduğunu göstermektedir . Geri kazanılamayan atıkların payı, çevreye veya insan sağlığına zarar vermeden bertaraf edilmek zorundadır . Organik atıkların atıl hale getirilmesi için her zaman mekanik-biyolojik veya ısıl işleminden geçirilmesi gerekir , böylece drenaj suyu sızıntılarının ve çöp gazı salınımlarının azaltılmasına yardımcı olur. Haziran 2005'ten bu yana, önceden arıtılmadan organik atıkların çöplüğe atılmasına artık izin verilmemektedir. Almanya'da artık atıkların arıtılması için 20 milyon ton kapasiteli yaklaşık 70 atık yakma tesisi bulunmaktadır. Ayrıca 30 çöp kaynaklı akaryakıt santralinde 4,6 milyon ton yakma kapasitesi mevcuttur. Atıkların mekanik-biyolojik arıtımı için yaklaşık 5,5 milyon ton kapasiteli 44 tesis mevcuttur.

4.1 Atık Kağıdın Geri Kazanımı

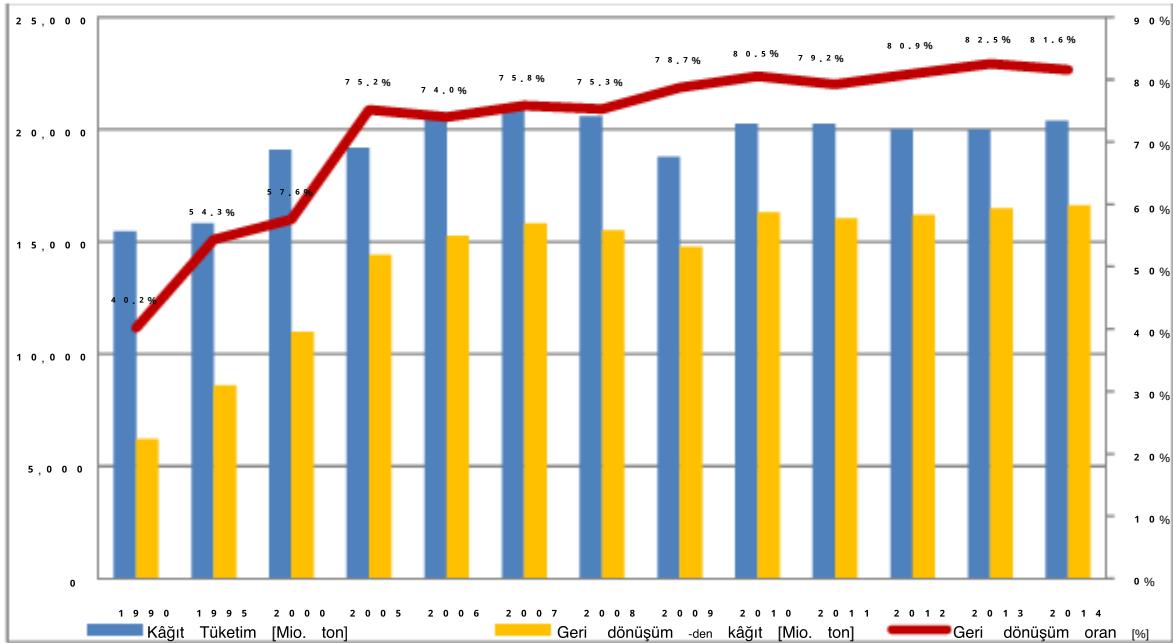
Ofis ve yönetim amaçlı basılı ürünler ve kağıtlar grafik kağıtlara atıfta bulunur. Almanya Federal Çevre Bakanlığı'nın girişimi , 1994'ten bu yana grafik kağıdının geri dönüşüm oranındaki kademeli artışın sabitlendiği gönüllü bir taahhüdü içeriyordu. Almanya, 2001 yılından bu yana oranı kalıcı olarak yüzde 80 (+/- yüzde 3) seviyesinde tutmaya çalışıyor. Bu taahhüt, çevre açısından son derece memnuniyetle karşılanan bugüne kadar muhafaza edilmiştir . Bu nedenle, endüstri, ürünleri için atıkla ilgili sorumluluğu açıkça karşılamaktadır . Aynı zamanda bu, Alman kağıt üretim endüstrisinde atık kağıt geri dönüşümünün önemini altını çiziyor ve çevre üzerindeki etkilerin azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunuyor.



İncir. 5. Eysel atıkların bileşimi 2010 (milyon ton olarak)

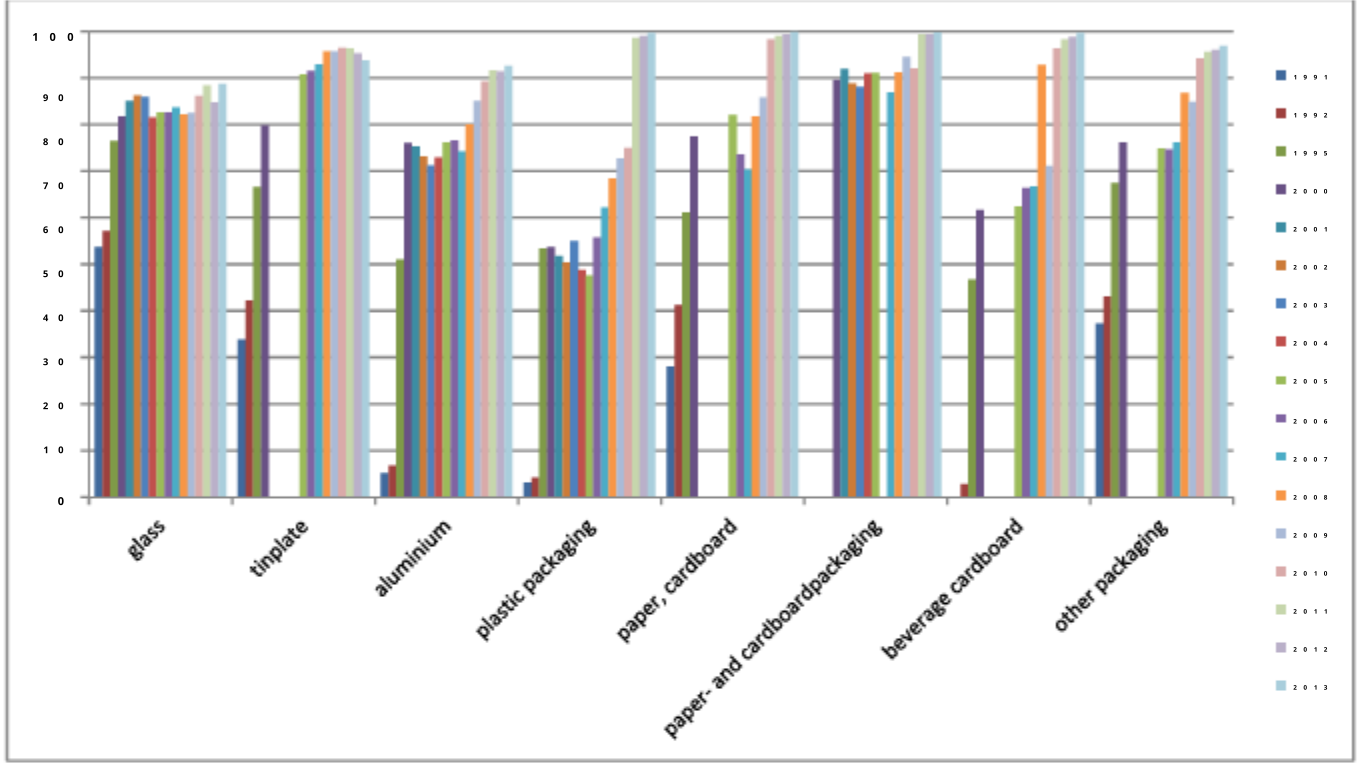
4.2 Ambalaj Malzemelerinin Geri Kazanımı

Çoğu ambalaj, yiyecekleri örtmek ve korumak için kullanılır. Yaygın ambalaj malzemeleri cam, alüminyum, teneke levha, plastik, kağıt, karton ve ahşaptır-hepsi yeniden kullanıldığında veya geri dönüştürüldüğünde değerli (ikincil) hammaddelerdir. Doğal kaynakların sömürülmesini azaltmaya, enerji tasarrufuna yol açmaya ve sera gazı emisyonunu azaltmaya yardımcı olabilir.



İncir. 6. Almanya'da Atık Kağıtların Geri Dönüşümü (1995-2014) (UBA, 2016)

Ambalaj yönetmeliği ile getirilen hanelerde ambalaj atıklarının ayrı ayrı toplanması büyük bir kararlılıkla desteklenmekte ve halk tarafından geniş çapta takip edilmektedir. 2010 Yılında, ambalaj atıkları Almanya'da yaklaşık % 85'lik bir toplam geri kazanım oranına ulaştı. Ortalama olarak, her Alman vatandaşı, sarı kutulardaki ayrı toplama için yılda yaklaşık 30 kg atık gönderiyor. Ayrıca atık cam ambalajlar ve atık kağıt / karton ambalajlar ayrı olarak toplanır.

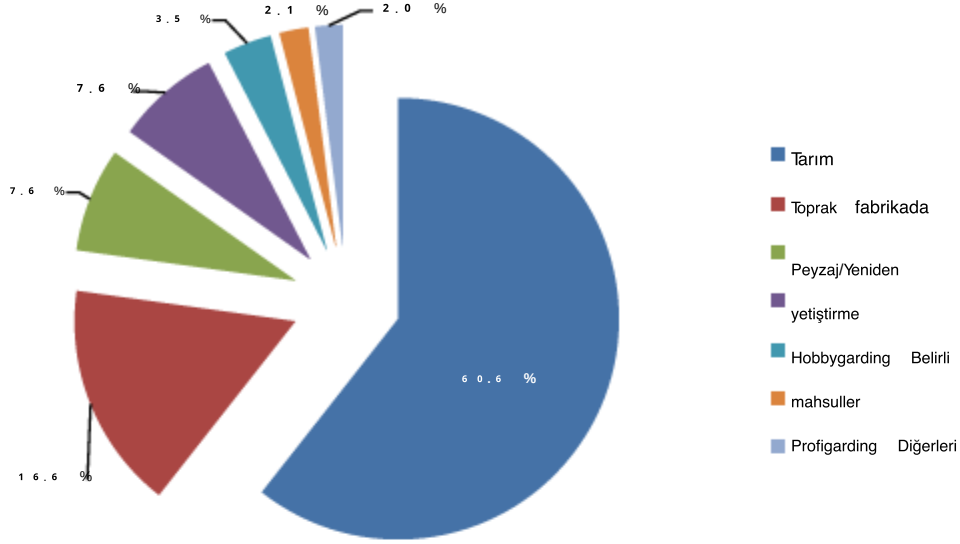


İncir. 7. 1991-2013 yılları arasında ambalaj atıklarının geri kazanım oranlarının geliştirilmesi (%)

4.3 Biyo atıkların geri kazanımı

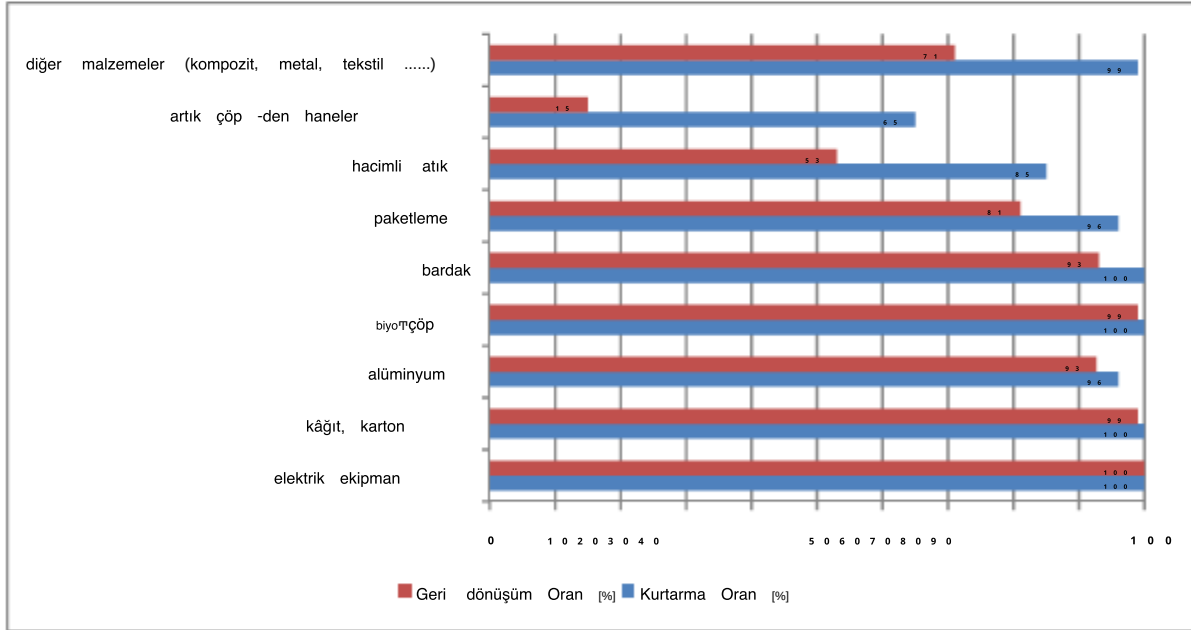
Almanya'daki kompostlama ve sindirim tesislerinde (biyogaz tesisleri) yılda yaklaşık 12 milyon ton biyolojik olarak parçalanabilen atık artılmaktadır (esas olarak biyo hazneden gelen atıklar, biyolojik olarak parçalanabilen bahçe ve park atıkları, pazar atıkları ve çeşitli kökenlerden gelen diğer biyolojik olarak parçalanabilen atıklar). Biyo çöp kutusu (4,5 milyon ton) aracılığıyla veya ayrı olarak toplanan bahçe ve park atıkları (4,5 milyon ton) olarak yaklaşık 9 milyon ton ayrı olarak toplandı; Bu, vatandaş başına yıllık ortalama 107 kg toplama oranına eşdeğerdir. Toplam biyo atık hacminin yaklaşık 8 milyon tonu 924 kompost tesisinde işlendi ve yaklaşık 4,3 milyon tonu yaklaşık 1000 sindirim tesisine gönderildi. Toplanan biyo atıklardan yaklaşık 3,55 milyon ton kompost ve çeşitli amaçlarla yaklaşık 2,96 milyon ton fermantasyon ürünü üretildi.

Yüksek kaliteli kompost talebi şu anda arzı aşıyor. Bunun iyi bir nedeni vardır: ayrı olarak toplanan ve artırılmış biyo atıklardan üretilen kompost veya sindirim, gübreleme (besinler) ve toprak iyileştirme (humus) için kullanılabilir. Amaca uygun biyo atık ise, sindirime gönderilir ayrıca üretilen enerjiyi geri kazanmak da mümkündür. Örneğin, özel olarak kompostlanmış biyo atık ve topraklardan belirli amaçlar için substrat karışımları üretmek de mümkündür. Bu tür kavramlar kaynakların korunmasında önemli bir rol oynayabilir. Biyo atıkların da gelecekte enerji üretimine daha büyük katkı sağlaması bekleniyor. Bu nedenle, değiştirilmiş Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası (EEG), mevcut kompostlama tesislerine bir fermantasyon aşaması eklendiğinde destek sağlar. Bu tür proses kombinasyonları hem kullanılabilir biyogaz hem de gübreleme ve toprağın iyileştirilmesi için kullanılacak değerli kompost üretir.



İncir. 8 . Almanya'da Kompost Kullanımı 2014 (Alman Kompost Kalite Güvence Derneği, 2014)

En fazla atık fraksiyonu ayrı ayrı toplanır, geri dönüşüm kotası farklıdır. Tüm atık fraksiyonları tamamen ayrı olarak toplanamaz. Tüm vatandaşlar, çeşitli atık fraksiyonları için toplama sistemlerini kullanmaz. Tek bir atık fraksiyonu toplanabiliyorsa, aynı zamanda çok yüksek bir yüzdeye geri dönüştürülür.



İncir. 9 . MSW-Almanya'da Geri Dönüşüm Kotası (2013) (teminat kotası = toplama oranı)

Ayrı toplama, büyük miktarda nispeten temiz atık sağlar. Bu ayrılmış fraksiyonlar daha sonra çeşitli şekillerde geri dönüştürülebilir. Evsel atıkların üçte ikisinden fazlası geri dönüştürülebilir.

<i>Hanehalkı çöp (kg / kişi)</i>	4 6 2
Artık çöp	1 6 2
Hantal çöp	2 9
Diğerleri (tehlikeli atık)	2
<i>Geri dönüştürülmüş atıklar (kg / kişi)</i>	2 7 1
Çöp kâğıt	7 2
Biyo çöp (biyografi çöp kutusu, yeşil atık)	5 7 + 6 4
Çöp bardak	2 3
Hafif (alüminyum, plastik, teneke, kompozitler)	3 3
diğerlerini (metaller, elektronik ve elektronik ekipman, piller)	2 0

İncir. 10. Evsel atıkların "kullanımı" (2014 yılında kg/kişi)

Geri dönüştürülebilir atıkların toplanması Almanya'da iyi bir şekilde kurulmuştur. Bununla birlikte, iyileşme kalitesini iyileştirmek için her zaman bazı sorunlar vardır. Geri dönüşüm oranının daha da artırılması gerekiyor. Malzeme geri dönüşümü yerine çok fazla yüksek kalorili atık yakılıyor.

5. Bugünün sorunları ve yarının gelişimi

Almanya'da atık yönetimi, son 40 yılda iyi bir gelişme ile karakterize ediliyor, ancak bazı sorunlar hala masada ve bazı yeni sorunlar ortaya çıkıyor. Atık arıtma fiyatları büyük ölçüde değişmektedir. Atık arıtma tesislerinin fazla kapasiteleri fiyatların düşmesine neden olmaktadır. Bitkiler kapatılırsa arıtma fiyatları bölgesel olarak yükseliyor. Belediye ve özel atık yönetim şirketleri arasında önemli sorunlar var (geri dönüştürülebilir atıkları hanelerden kim toplayacak ve geri dönüştürecek?). Sarı çöp kutusundan atıkların toplanması ve geri dönüştürülmesinin finanse edilmesinde her zaman sorunlar ortaya çıkar. Bu atıklar bir atık ücreti ile finanse edilmez. 1 Ocak 2015'ten bu yana daha fazla geri dönüştürülebilir atığın toplanması ve geri dönüştürülmesi gerekiyor. Sarı haznenin (geri dönüştürülebilir hafif ambalaj) yeniden kullanılabilir malzemeler için bir kaba dönüştürülmesi aylardan beri ertelenmektedir. Tüm organik atıkların ülke çapında toplanması henüz gerçekleşmemiştir. Yine de çok fazla atık yakılıyor (termal geri dönüşüm), ancak malzeme geri dönüşümü ekolojik olarak faydalı olacaktır.

Referanslar

- Federal İstatistik Ofisi (Destatis):
<https://www.destatis.de/EN/Home/Navigation/Navigation.html>
 2013; Almanya Federal Çevre, Doğa Koruma ve Enerji Bakanlığı (BMU), Berlin, atık yönetimi-Durum ve Gelişme, içinde:
 5. Uluslararası Çevre Teknolojisi ve Bilgi Aktarımı Konferansı (ICET) Bildirileri, 15.-16. Mayıs 2014, Hefei, Anhui, Çin, ISBN 978-3-86009-411-2 (05/2014).
 4. Nelles, M.; Grünes, J.; Rensberg, N.; Schüch, A.: Almanya'da Organik Atık ve kalıntıların Kullanımı, içinde: 5. Uluslararası Çevre Teknolojisi ve Bilgi Aktarımı Konferansı (ICET) Bildirileri, 15.-16. Mayıs 2014, Hefei, Anhui, Çin, s.22-28, ISBN 978-3-86009-411-2, (05/2014). Nelles, M.; Wu, K.: Almanya'da Atık Yönetimi-Mekanik-biyolojik Arıtma ve Enerji Geri Kazanımı, DEG-Atölye Çalışması "Almanya'da Sürdürülebilir Atık Yönetimi ve Shenyang, Çin"; 21. Kasım 2011'de Hefei'de (11/2011). Nelles, M.; Morscheck, G.: Döngüsel Ekonomi - Sürdürülebilir bir Atık Yönetim Sistemine giden yolda Almanya; YANİ EXPO Shanghai am 13. Mai 2013 (5/2013).