



ZİR. MÜH. BÜŞRA GÜNEN

ZİMİD Genel Sekreter Asistanı

Bitki koruma ürünleri boş ambalajlarının geri dönüşümü ve yönetimi

Bitki koruma ürünleri boş ambalajlarının geri dönüşümü ve etkin yönetimi, sürdürülebilir tarım ve çevre koruma politikalarının önemli bir bileşeni. Türkiye’de son yıllarda bu konuda önemli adımlar atılmış olmakla birlikte, uluslararası başarılı uygulamaların örnek alınması ve yerel koşullara uyarlanması, sistemin etkinliğini artıracak gibi gözüküyor.

Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi artırmak amacıyla kullanılan bitki koruma ürünleri (BKÜ), günümüz modern tarımının vazgeçilmez girdileri arasında yer almaktadır. Dünya genelinde her yıl yaklaşık 3,5 milyon ton pestisit aktif maddesi kullanılmakta ve bu kullanım sonucunda milyonlarca boş ambalaj atığı ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de 2023 yılı verilerine göre yaklaşık 60 bin ton bitki koruma ürünü kullanılmakta ve bu kullanım sonucu yılda ortalama 1,2 milyon adet boş ambalaj atığı oluşmaktadır. Bu boş ambalajların uygun şekilde yönetilmemesi, çevre ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bu

nedenle BKÜ boş ambalajlarının geri dönüşümü ve yönetimi, sürdürülebilir tarım ve çevre koruma politikalarının temel hedefleri arasında yer almaktadır.

BKÜ Boş ambalajlarının çevresel etkileri

Bitki koruma ürünlerinin boş ambalajları, doğru yönetilmediğinde çevre üzerinde uzun vadeli olumsuz etkilere yol açabilmektedir:

Toprak kirliliği: Boş ambalajlarda kalan pestisit kalıntıları toprağa sızarak, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini olumsuz etkilemekte ve mikrobiyal aktiviteyi azaltmaktadır.



Güncel araştırmalar, bu kalıntıların toprakta 20 yıla kadar kalabil-
diğini göstermektedir.

Su kirliliği: Boş ambalajlardan sızan kalıntılar yeraltı ve yüze-
yularına karışarak, su ekosistemlerini tehdit etmekte ve içme
suyu kaynaklarını kirletmektedir. Avrupa Su Çerçeve Direktifi
kapsamında yapılan izleme çalışmalarında, Türkiye'deki bazı su
kaynaklarında pestisit kalıntı seviyelerinin kabul edilebilir limitle-
rin üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Biyolojik çeşitlilik kaybı: BKÜ ambalaj atıklarından kaynaklanan
kirlilik, hedef dışı organizmaları etkileyerek biyolojik çeşitliliğin
azalmasına neden olmaktadır. Özellikle tozlayıcı böcekler üzerin-
deki olumsuz etkiler, ekosistem hizmetlerini ve tarımsal üretimi
tehdit etmektedir.

İnsan sağlığı riskleri: Uygun şekilde bertaraf edilmeyen boş am-
balajların yeniden kullanımı veya bu ambalajlarla temas, pestisit
zehirlenmelerine yol açabilmektedir.

Türkiye'de BKÜ ambalaj atık yönetimi mevzuatı ve uygulamalar

Türkiye'de bitki koruma ürünleri boş ambalajlarının yönetimi,
ulusal ve uluslararası mevzuat çerçevesinde düzenlenmektedir:

Sıfır atık yönetmeliği: Tüm atık türlerinin kaynağında azaltılması,

ayrı toplanması ve geri kazanımını hedefleyen bu yönetmelik,
BKÜ ambalaj atıklarının da etkin yönetimini kapsamaktadır.

Ambalaj atıklarının kontrolü yönetmeliği: BKÜ ambalajları-
nın toplanması, taşınması ve bertarafına ilişkin usul ve esasları
düzenlemektedir.

Tehlikeli atıkların kontrolü yönetmeliği: BKÜ ambalaj atıklarının
tehlikeli atık statüsünde değerlendirilmesini ve uygun şekilde
bertaraf edilmesini düzenlemektedir.

Türkiye'de 2018 yılında başlatılan "Boş Zirai İlaç Ambalajlarının
Yönetimi Projesi" kapsamında, 81 ilde toplama noktaları oluşt-
rulmuş ve 2023 yılı sonuna kadar yaklaşık 3,5 milyon adet boş
BKÜ ambalajı toplanmıştır. Ancak toplanan ambalaj miktarı,
toplam atık miktarının yaklaşık yüzde 58'ini oluşturmakta olup,
ambalaj atık yönetiminde hala önemli eksiklikler bulunmaktadır.

BKÜ boş ambalajlarının geri dönüşümü ve yönetim teknolojileri

Günümüzde BKÜ boş ambalajlarının yönetiminde "Sıfır Atık" ve
"Döngüsel Ekonomi" yaklaşımları benimsenmeye başlanmıştır:

1. Üçlü yıkama (Triple Rinsing) yöntemi

BKÜ boş ambalajlarının geri dönüşüme hazırlanmasında ilk
ve en önemli adım, üçlü yıkama yöntemidir. Bu yöntem:





- Boş ambalajın 1/4'ü kadar temiz su ile doldurulması
- Kapağın kapatılarak kuvvetlice çalkalanması

• Yıkama suyunun ilaçlama tankına boşaltılması
 • Bu işlemin 3 kez tekrarlanması
 Üçlü yıkama yöntemi, ambalaj içindeki pestisit kalıntılarının yüzde 99,9'unu uzaklaştırarak, ambalajları güvenli bir şekilde geri dönüşüme hazırlamaktadır.

2. Toplama ve ayrıştırma sistemleri

- **Sabit toplama noktaları:** Tarım ilacı satan bayiler, belediyeler veya kooperatifler bünyesinde oluşturulan toplama noktaları, üreticilerin boş ambalajları teslim edebilecekleri merkezlerdir.
- **Mobil toplama sistemleri:** Kırsal alanlarda atık toplama noktalarına erişimin güçlüğü nedeniyle mobil toplama sistemleri geliştirilmektedir. Türkiye'nin bazı bölgelerinde pilot uygulaması başlatılan mobil toplama araçlarıyla, üreticilerin BKÜ ambalaj atıklarını kolayca teslim etmeleri sağlanmaktadır.
- **Malzeme türüne göre ayrıştırma:** Toplanan ambalajlar plastik (HDPE, PET), metal, kağıt ve karton olarak ayrıştırılarak, malzeme türüne göre uygun geri dönüşüm süreçlerine tabi tutulmaktadır.

3. Geri dönüşüm teknolojileri

- **Mekanik geri dönüşüm:** Üçlü yıkama yöntemiyle temizlenen plastik ambalajlar kırma, yıkama, eritme ve granül haline getirme işlemlerinden geçirilerek, yeni plastik ürünlerin üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemle, BKÜ plastik ambalajları yüzde

95 oranında geri dönüştürülebilmektedir.

• **Kimyasal geri dönüşüm:** Plastik ambalajlar kimyasal işlemlerle monomerlerine ayrıştırılarak, yeni plastik üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntem, mekanik geri dönüşümün mümkün olmadığı karma plastik atıklar için uygundur.

• **Enerji geri kazanımı:** Geri dönüşümü mümkün olmayan BKÜ ambalaj atıkları, çimento fabrikalarında alternatif yakıt olarak kullanılarak enerji geri kazanımı sağlanmaktadır. Bu yöntemle hem atıklar güvenli şekilde bertaraf edilmekte hem de fosil yakıt kullanımı azaltılmaktadır.

4. Yenilikçi ambalaj teknolojileri

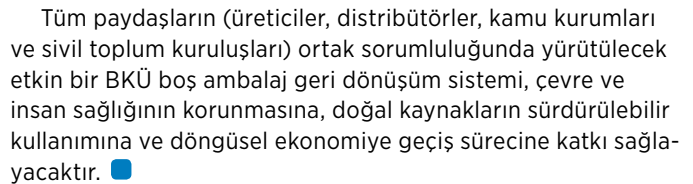
- **Biyobozunur ambalajlar:** Nişasta, selüloz veya PLA (polilaktik asit) gibi biyobozunur malzemelerden üretilen ambalajlar, atık yönetimi sorununu kaynağında azaltmaktadır.
- **Suda çözünebilir ambalajlar:** Özellikle konsantre formülasyonlar için geliştirilen suda çözünebilir polivinil alkol (PVA) ambalajlar, ilaçlama tankına doğrudan atılarak çözüldüğünden, atık oluşumunu önlemektedir.
- **Akıllı ambalajlar:** QR kodları veya RFID etiketleri içeren akıllı ambalajlar, ürün bilgilerini, kullanım talimatlarını ve atık yönetimi bilgilerini dijital olarak sunmakta, izlenebilirliği artırmaktadır.

Uluslararası başarılı uygulama örnekleri

Dünya genelinde BKÜ boş ambalajlarının geri dönüşümü konu-

• **Almanya - PAMIRA sistemi:** Almanya'da uygulanan PAMIRA sistemi, üreticiler tarafından finanse edilen ve üreticilere ücretsiz hizmet sunan bir atık toplama sistemidir. Sistem kapsamında, ülke genelinde 250'den fazla geçici toplama noktası bulunmakta ve yılda ortalama 3 bin ton BKÜ ambalajı toplanmaktadır.

1. **Genişletilmiş üretici sorumluluğu (EPR):** BKÜ üreticilerinin, ürünlerinin ambalajlarının yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinden sorumlu tutulduğu EPR sistemlerinin geliştirilmesi ve yasal çerçevenin güçlendirilmesi.
2. **Toplama altyapısının genişletilmesi:** Kırsal alanlarda erişilebilir toplama noktalarının artırılması ve mobil toplama sistemlerinin yaygınlaştırılması.
3. **Teşvik sistemleri:** Üreticilerin boş ambalajları toplama noktalarına getirmelerini teşvik edecek depozito veya ödül sistemlerinin geliştirilmesi.
4. **Eğitim ve bilinçlendirme:** Üreticiler BKÜ boş ambalajlarının doğru yönetimi konusunda bilinçlendirilmesi için eğitim programlarının artırılması.
5. **Dijital izleme sistemleri:** BKÜ ambalajlarının üretiminden geri dönüşümüne kadar tüm yaşam döngüsünün izlenebileceği dijital sistemlerin geliştirilmesi. QR kod uygulaması ve blok zincir teknolojileri, bu alanda yenilikçi çözümler sunmaktadır.
6. **Ar-Ge çalışmaları:** Biyobozunur ve çevre dostu ambalaj

MAYIS 2025 | **tarlasera** | 65