



KUMRU KİMYA
SANAYİ VE TİCARET LTD. ŞTİ.

Biyobozunur & Oxobozunur

Piyasada bozunma özelliği gösteren plastiklere bakış

Hazırlayan: Mert KUMRU

Kumru Kimya Sanayi ve Ticaret

<http://www.kumrukimya.com>

<http://www.biyoplastik.com.tr>

(Biyo)Bozunur Plastikler Nedir?

1. grup

- Petrol ve ya yenilenebilir kaynaklı polyester ve nişasta/selülöz karışımları
- Polihidroksialkanoatlar
- Polilaktik asit (PLA)
- Koşullara göre 1 ve ya daha fazla ortamda bozunurlar

2.grup

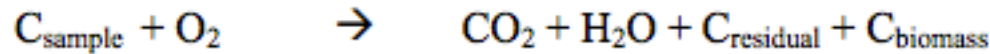
- Biyo-bozunur olmayan konvansiyonel polimerler ve içine bir ve ya daha fazla katkı ile polimeri oksijen, ısı ve ya ışık koşullarında biyobozunur olduğu karışımlar
- Kullanılan Katkılar
 - İnorganik (oxo-bozunur)
 - Organik (Enzim aracılı)

Biyobozunurluk Nedir?

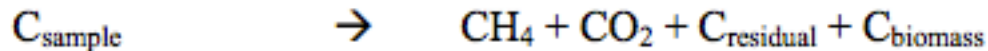
- Biyobozunur plastikler:
 - Işık, ısı, biyolojik aktivite, mekanik etki ile **bozunabilir**.
- Biyolojik aktivite ile bozunma --> **Biyobozunma**

Biyobozunma mekanizması

- Aerobik biyobozunma



- Anaerobik biyobozunma



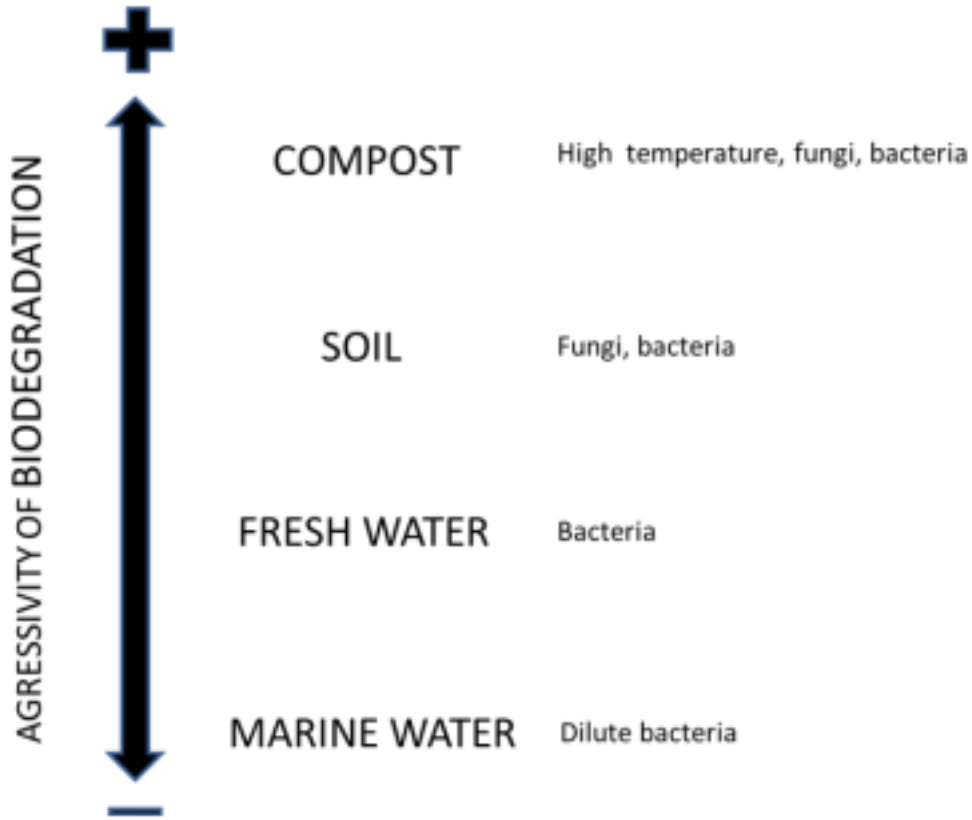
- Biyobozunurluk CO_2 oluşumu ve ya O_2 tüketimi ile ilişkilendiriliyor.

Hammadde kaynağına göre Biyobozunur Plastikler

- Nişasta bazlı
- Selülöz bazlı
- Kimyasal sentez yoluyla elde edilen
- Bakteriler tarafından üretilen
- Petrol kaynaklı olanlar

Biyobozunma Faktörleri

- Nem miktarı
 - Sulu ortam – Kuru ortam
- Oksijen varlığı
 - Aerobik / anaerobik
- Sıcaklık
 - Endüstriyel kompostlamada yüksek / toprak ve suda ortam sıcaklığında
- Mikrobiyolojinin türü
 - Bakteri/mantar vb
- Mikrobiyolojinin yoğunluğu
 - Endüstriyel kompostlamada ve atık arıtmada yüksek / toprak ve suda düşük
- Tuz Konsantrasyonu



Ortam koşullarına göre biyobozunmanın derecesi

- **Biyobozunma için en uygun koşulların kompost koşulları altında olduğu belirtiliyor**
- **Eğer bir malzeme kompost altında dahi bozunmuyorsa diğer koşullarda biyobozunması çok daha zor**

Kompostlanabilirlik / Biyobozunurluk ilişkisi

- Kompostlanabilirlik biyobozunurluktan fazlasını içerir.
- Eğer ürün kompostlanabilirse aynı zamanda biyobozunur denebilir
- Kompostlanabilir bir atık bertaraf yöntemidir
 - Yerel ve bölgesel organizasyonların organik atıkları ayrı toplaması ile yönetilir
- Biyobozunurluk kontrol edilmeyen ve kendiliğinden gerçekleşen fenomen
 - Çöp atma ile ilişkilendiriliyor
- Genelde otoriteler çöp atmaya çağrıştırmaması açısından da **biyobozunur** terimi yerini **kompostlanabilir** tercih ediyorlar.

Kompostlanabilirlik Kriterleri

- **Kimyasal özellikler:** En az %50 organik madde içermeli, ağır metal limitleri!
- **Biyobozunurluk:** Kontrollü kompost koşullarında 6 ay içinde en az %90
- **Bütünlüğün bozulması (disintegration):** Fiziksel form olarak 12 hafta içinde 2mm'nin altında parçalara ayrılma
- **Ekotoksisite:** Kompost sonucu elde edilen ürün bitki büyütülmesi ve filizlenmesine negatif etki etmemeli

Metal	Limit values (ppm on total solids)		
	Europe* EN 13432 (2000)	USA** ASTM D 6400-04	Canada BNQ P 9011-911-5
Zn	150	1400	463
Cu	50	750	189
Ni	25	210	45
Cd	0.5	19.5	5
Pb	50	150	125
Hg	0.5	8.5	1
Cr	50	-	265
Mo	1	-	5
Se	0.75	50	4
As	5	20.5	19
F	100	-	-
Co	-	-	38

Kompostlanabilirlik standartlarında belirtilen ağır metal limitleri

Kompostlanabilirlik Standartları

- EN 13432 (2000) – Ambalajlar - kompostlanma ve biyobozunma yollarıyla geri kazanılan ambalajlar için gereksinimler
- EN 14995 (2007) - Plastikler- Kompostlanabilirliğin değerlendirilmesi
- ASTM D6400 -12 – Belediye ve endüstriyel tesislerde aerobik olarak kompostlanması için tasarlanmış plastiklerin etiketlenmesi için standartlar
- ASTM D6868 – 11 -
- AS 4736- 2006 - Biyobozunur plastikler – Kompostlama ve diğer mikrobiyolojik işlemlere uygun biyobozunur plastikler
- ISO 17088:2012 – Kompostlanabilir plastikler için standartlar
- ISO 18606:2013 – Ambalaj ve çevre – Organik geri dönüşüm

Kompostlanabilirlik Sertifika Kurumları

- Vincotte (Belçika) – 2012 itibariyle 600'den fazla ürün sertifikası
- DIN CERTCO (Almanya)– 2012 ortası itibariyle 450'den fazla ürün
- BPI (Amerika ve Kanada), ABA (Avustralya), JBPA (Japonya)



JBPA



BPI



VINCOTTE



DIN CERTCO & ABA

Biyobozunur Plastiklerle ilgili Bilimsel veriler

- Sertifika kurumları
- JBA'nın 2005 yılında organize ettiği Çin, İtalya, Hindistan, ABD, İsveç ve Belçika lab. Katıldığı testler
- Avrupa projeleri
 - Biopack, Forbioplast, Hydrus
- Bilimsel makaleler

Oxo-biyobozunur Plastikler

- Endüstriyel ve/veya evde kompostlanma için gerekli şartlara uymuyor.
- OPA (Oxo-biodegradable plastics association - Oxo-biyobozunur plastikler kurumu) açıklaması bu ürünler kompostlanma için pazarlanmıyor
- 2009'dan beri standart ve rehberlerde artış var ama kriterler tutarlı değil
- (Biyo)bozunma oksijen varlığında başladığı iddia ediliyor ve/veya ısı/UV ışığı varlığında hızlanıyor
- Az miktarda biyobozunma verisi mevcut (bu veriler tekrar edilmemiş, aynı ve ya farklı bilim adamları tarafından)
- Yüksek sıcaklıkta elde edilen abiyotik (ısı ve/veya UV altında) bozunma sonuçlarını ürünlerin doğal koşullarda bulunduğu koşullara uyarlamak bilimsel olarak doğru değil
- Karbondioksit oluşumdan çok karbonil indeksi, moleküler ağırlık, mikrobiyal büyüme ve ADP/ATP oranı gibi veriler üzerinden biyobozunurluk değerlendirmesi yapılıyor- bilimsellik içermiyor
- Sertifikalandırma kurumları yeterince bağımsız ve transparan değil

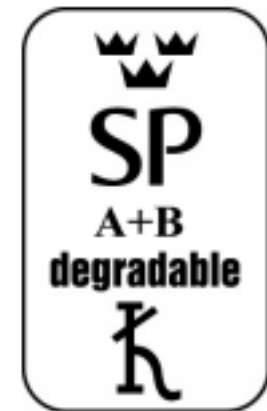
Oxo-bozunurlukla ilgili sertifikalar -1

- Emirates Authority for Standardization and Metrology (Birleşik Arap Emirlikleri - ESMA)
 - UAE.S 5009:2009 standardına uygunluk aranıyor
 - Uygun olan ürünlerin sunulan raporları katkı üreticileri ve ya kendilerine bağlı kurumlar tarafından yapılmış – Bağımsız değil



Oxo-bozunurlukla ilgili sertifikalar -2

- OPA (Oxo-biodegradable Plastics Association)
 - Oxo-bozunur tanımına göre değerlendirme yapıyor herhangi bir standart ve ya rehber yok
- SP Technical Research Institute of Sweden
 - SPCR 141 adlı kendi hazırladıkları rehberi kullanır



Oxo-bozunurlukla ilgili sertifikalar -3

- Biosystems America
 - ASTM D6954 standardını şart koyar
 - 3 ürün sertifikaya sahip: Genesis Prolite adlı streç film ve Handwrap IV adlı ürünler ama içerdiği katkıları açıklanmıyor & Reverte içeren LDPE film
 - Logoları yok
- Singapore Green Labeling Scheme
 - Oxo-bozunur PP ve PE için yeni ürün kategorisi geliştiriyor
 - Kendi kriterlerini koyuyor
 - Abiyotik bozunma sonucu: molekül ağırlık 10000Da altına inmeli, biyotik bozunma: kriterlerine göre bir ürün 10000Da altına inmişse artık plastik kabul edilmez ve biyobozunur olarak kabul edilir
 - Bu savlarının herhangi bir bilimsel dayanağı bulunmamaktadır!!



Oxo-bozunur Sertifika Kriterleri

ASTM D6954

- Oksidatif bozunma
 - **Malzeme özellikleri ile ilgili:**
 - %5 ya da daha az kopma uzaması
 - Ortalama moleküler ağırlık 5000Da ya da daha az
- (Biyo)Bozunma
 - Homopolimer için %60
 - Heteropolimer için %90
- Bütünlük bozulması standarda dahil değil
- Ağır metaller: İşlenmemiş malzeme EPA limitlerini aşmamalı
- Toksisite: Şart aranmıyor

UAE.S 5009

- Oksidatif bozunma
 - **Malzeme özellikleri ile ilgili:**
 - %5 ya da daha az kopma uzaması
 - Ortalama moleküler ağırlık 5000Da ya da daha az
- (Biyo)bozunma
 - 6 ay içinde %60 olmalı
- Bütünlük bozulması standarda dahil değil
- Ağır metaller: İşlenmemiş malzeme EN13432 ve BNQ P9011- 911-5 (kobalt için) limitlerini aşmamalı
- Toksisite: şart aranmıyor

Oxo-bozunur Sertifika Kriterleri

Sorunlar

- Oksidatif bozunma için belli bir süre ve ya ısı/sıcaklık şartı konulmamış
 - Gerçek koşullara uyum yok
- ASTM D6954 biyobozunma için herhangi bir süre şartı koymamıştır.
- UAE.S 5009 6 ayda %60'lık biyobozunma şartı koymuş ve 4-5 oxo-katkının bu şartlara uygun olduğu belirtilmiştir.
 - Literatürde oxo-katkılarla yapılan ve toprakta 2 senede %91'lik biyobozunma elde edilen çalışmada 6 ayda sadece %5'lik biyobozunma bulunmuştur (Jakubowicz).
 - En iyi olarak gösterilen bir diğer sonuç olan 1.6 senede %60'tan fazla biyobozunma elde edilen çalışmada da 6 ayda sadece %4-7'lik bir biyobozunma bulunmuştur. (Chiellini&Corti)
 - **Sertifika kurumu şartları ile sonuçlar çelişmektedir.**

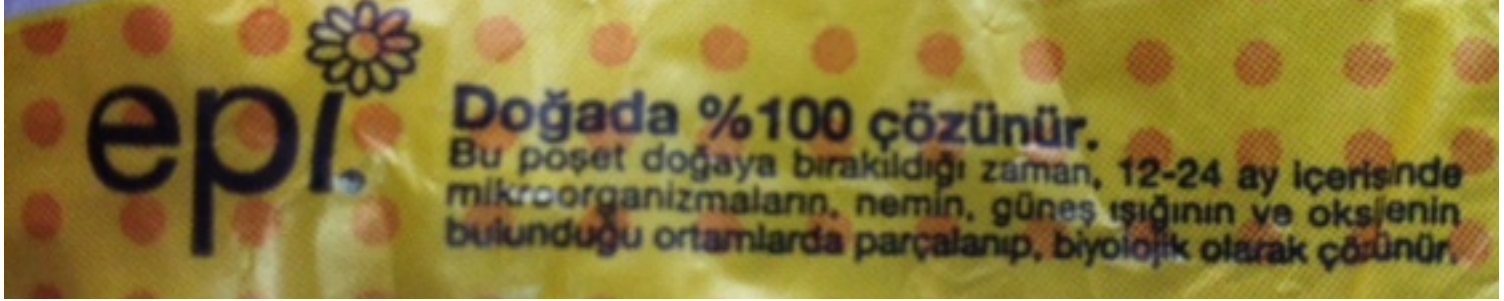
Oxo-bozunur Plastik Kriterleri

- Genel olarak yerel kurumların kendilerinin belirlediği kriterlere uygunluk aranır
- Çok fazla uluslararası standartlara bağımlı değiller
- Türkiye piyasasındaki ürünlerde bu logolara sahip ürünler dahi mevcut değil

Türkiye'den Bazı örneklerin İncelemesi



Tüketiciyi yanıltıcı kullanım bulunmuyor. Reverte ASTM D6954 kriterlerine uygunluk Gösteriyor fakat bu standarda göre biyolojik olarak bozunmanın ne kadar sürede Gerçekleşmesi gerektiğine dair bir şart bulunmuyor!



Yüketiciyi yanıltıcı ifade mevcut.

Herhangi bir uluslararası ya da yerel standart referans gösterilmiyor.

Zaman aralığı verilmiş ama bunu kanıtlayan bir referans sunulmamış!!

Biyobozunur Poşet örnekleri



EN 13432 Kompostlanabilirlik standardına uygunluk belirtilmiş Vincotte kurumunun kompostlanabilirlik logosu mevcut.



EN13432 REFERANSI

Kurum: Kıymış Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

Vincotte Logosu



Chico Research Foundation kurumu tarafından 2007 yılında yapılmış çalışmada 180 gün kompost tankında kalan oxo-bozunur bir torbanın bütünlüğü hiç bozulmuyor



12 haftalık kompostlama süresi sonunda Oxo-bozunur poşette gözle görülür bir Değişiklik gerçekleşmiyor



Day 0



Day 1



Day 2



Day 4



Day 6



Day 9

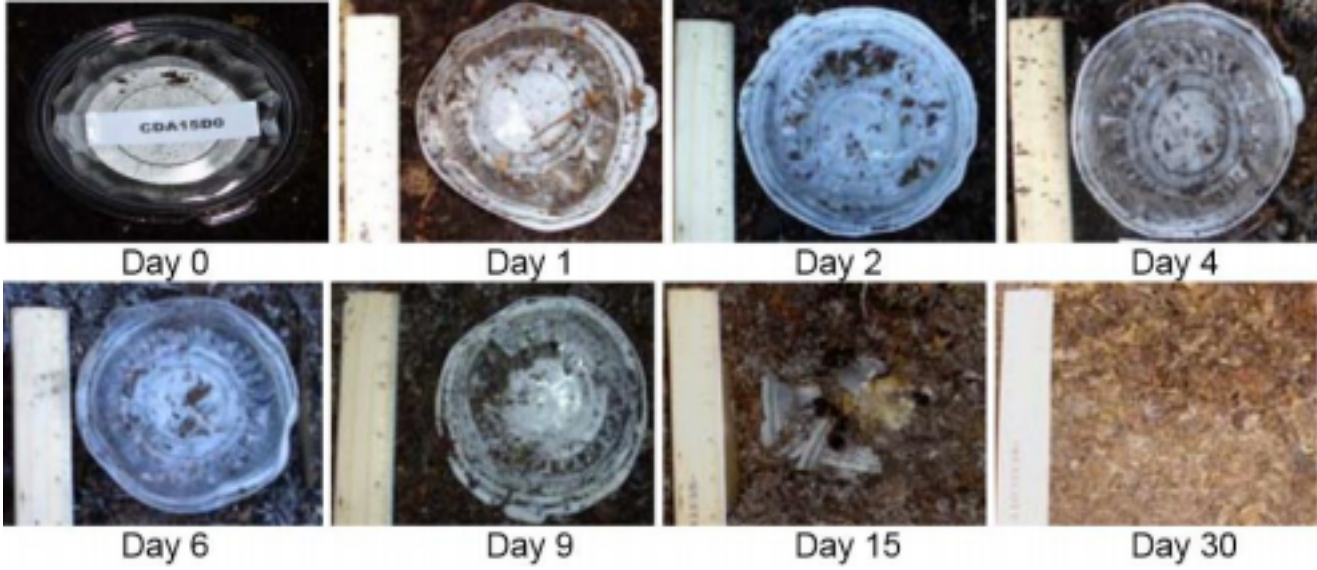


Day 15



Day 30

PLA'dan üretilmiş olan bir şişenin endüstriyel kompost koşulları altında Dönüşümünün gösterilmesi (Kale ve ark.)

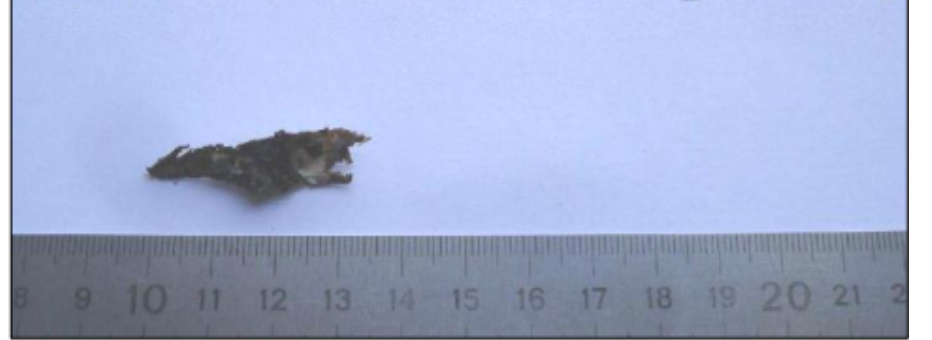




**EN 13432 certified biodegradable plastic bag
Bio 2 (30 µm)
After 2 weeks of composting**



**EN 13432 certified biodegradable
plastic bag Bio 1 (20 µm)
After 3 weeks of composting**



EN 13432 standardına uygun torbaların endüstriyel kompost koşullarında 2 ve 3 hafta Sonucundaki dönüşümleri.

Kumru Kimya Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

Biyobozunur Plastikler

- Çoğunluğu endüstriyel kompostlama standartlarına uyuyor , bir kısmı da farklı ortamlarda (toprak, tatlı su, deniz vb.) da biyobozunabiliyor
- Akredite laboratuvarlarda yapılan çalışmalar sonucu elde edilen sertifikalar biyobozunurluk için somut kanıt oluşturuyor.
- Endüstriyel kompostlama için standartlarda belirtilen şartlar oturmuş.
- Biyobozunurluk biyolojik aktivite sonucu gerçekleşiyor
 - Enzim aktivitesi, mikrobiyal aktivite, mantar aktivitesi vb.

Sonuçlar

Oxo-bozunur

- piyasaya sunulan ürünlerin standartlara uygunluğunda eksiklikler
- Geri dönüştürmeden çok çöp atımını (doğaya bırakmayı) özendirici dil kullanımı

Biyobozunur

- Standartlara uygunluk ve kriterler belirlenmiş
- Organik atıklarla birlikte kompost tesisinde geri dönüştürülebilir.
- Geri dönüşümü özendirici dil ve verimi arttırabilir.
- Yenilenebilir kaynaklardan üretildiğinden dolayı karbon emisyonlarını azaltır.