

DR. FÜSÜN GÜNER

Korozo Ambalaj  
AR-GE Müdürü

**Saat : 15.05**

**Konu: Geri Dönüştürülebilir  
Bariyer Filmler**



TÜKETİCİ ÜRÜNLERİNDE  
**AMBALAJLAR**

24.10.2017 Hilton Bomonti İstanbul Hotel

4. PAGEV ULUSLARARASI  
**AMBALAJ TEKNOLOJİLERİ KONGRESİ**



# GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİR BARIYER FİLMLER

**Dr. FÜSUN GÜNER**  
**KOROZO ARGE MÜDÜRLÜĞÜ**

**Ekim 2017**

# İÇERİK

- **Bariyer Filmler**
- PE/EVOH/PE ve PE/PA/PE Filmler
- Bariyer Filmlerin Geri Dönüştürülmesi
- Polietilen Bariyer Filmler
- Çekirdekleştirici Ajanlar ve Kristalizasyon
- **PA/PE ve EVOH/PE Hurdaların Bariyer Filmlerde Tekrar Değerlendirilmesi**
- Uyumlaştırıcı Katkı ve Hurdaların Kullanımı
- PE/EVOH/PE Filmlerde Hurda Kullanımı ile Yapılan Çalışmalar
- **Çekirdeklendirme Ajanı ile Yapılan Çalışmalar**
- **Sonuç**

# BARIYER FİLMLER

- Ürünlerin raf ömrünü ve tazeliğini uzatmak için onların oksijen, nem geçirgenliklerini dengeleyen, aromalarını muhafaza eden ve sızdırmalara karşı koruyan ambalaj filmleridir.
- Bariyer filmler istenilen bariyer özelliklere göre farklı polimerle koeks çekilebilir ve/veya bariyerliği sağlamak için O<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O geçirgenlikleri düşük filmler ile lamine edilebilirler.

- **Bariyer film çeşitleri:**

- PE/EVOH/PE:
- PE/PA/PE
- Lamine Filmler
- Bariyer PE Filmler



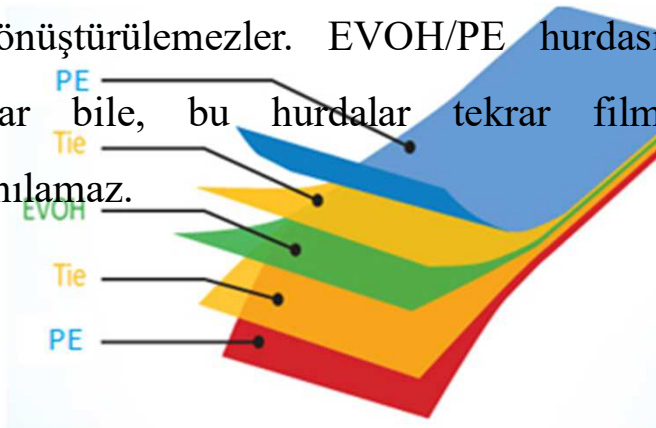
## PE/EVOH/PE

### Avantajları

- İç ve dış katları polietilen (PE), orta katı ise bariyer özellik kazandıran Etil Vinil Alkol (EVOH) polimerinden oluşan koeks filmlerdir.
- Yüksek oksijen bariyeri sağlamaktadır. Hatta PA'ya kıyasla O<sub>2</sub> bariyeri daha iyidir.

### Dezavantajları

- Poliolefinler ile uyumlu değildir. Bu sebeple PE'ler ile çekilirken uyumlaştırıcı ajanlar kullanılır.
- PE ile geri dönüştürülemezler. EVOH/PE hurdası halinde kırılırsa bile, bu hurdalar tekrar film üretiminde kullanılamaz.



## PE/PA/PE

### Avantajları

- İç ve dış katları polietilen (PE), orta katı ise bariyer özellik kazandıran Poliamid (PA) polimerinden oluşan koeks filmlerdir.
- Oksijen bariyeri EVOH kadar yüksek olmamasına rağmen iyidir; ama kimyasal ve aromalara karşı daha yüksek bariyer sağlamaktadır.

### Dezavantajları

- Poliolefinler ile uyumlu değildir. Bu sebeple PE'ler ile çekilirken uyumlaştırıcı ajanlar kullanılır.
- Kırılıp hurda haline getirildikten sonra, filmlerde kullanılamaz. Kullanılması durumunda filmde görsel ve mekanik bozukluklara yol açar.



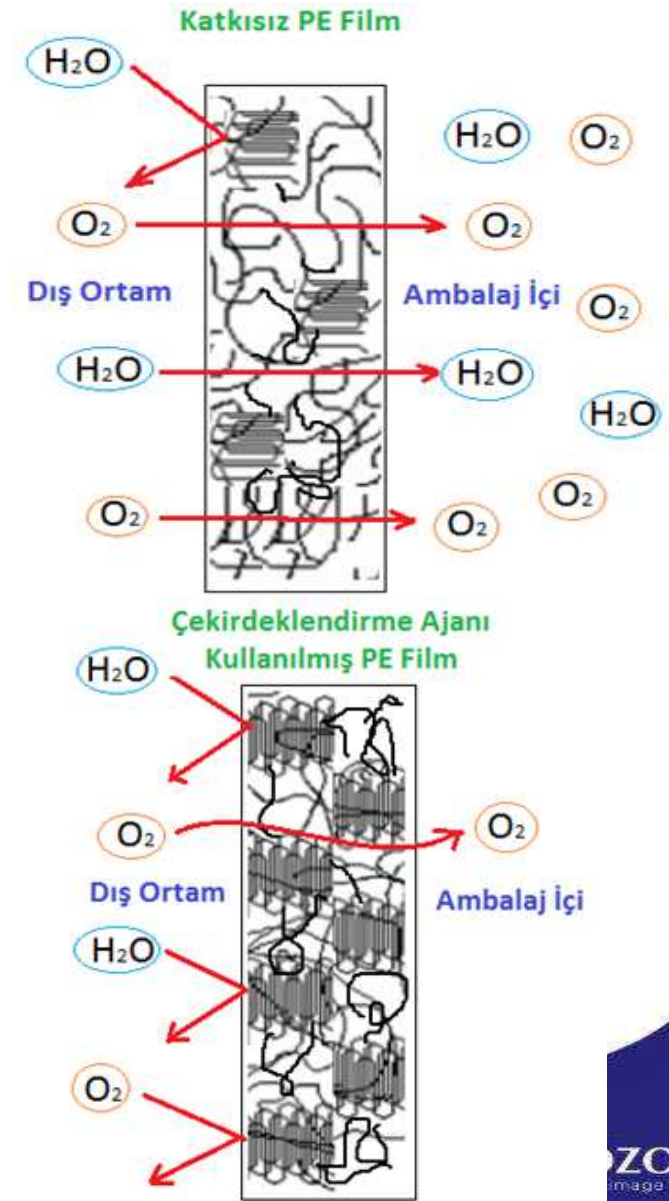
# BARIYER FİMLERİN GERİ DÖNÜŞTÜRÜLEBİLİRLİĞİ



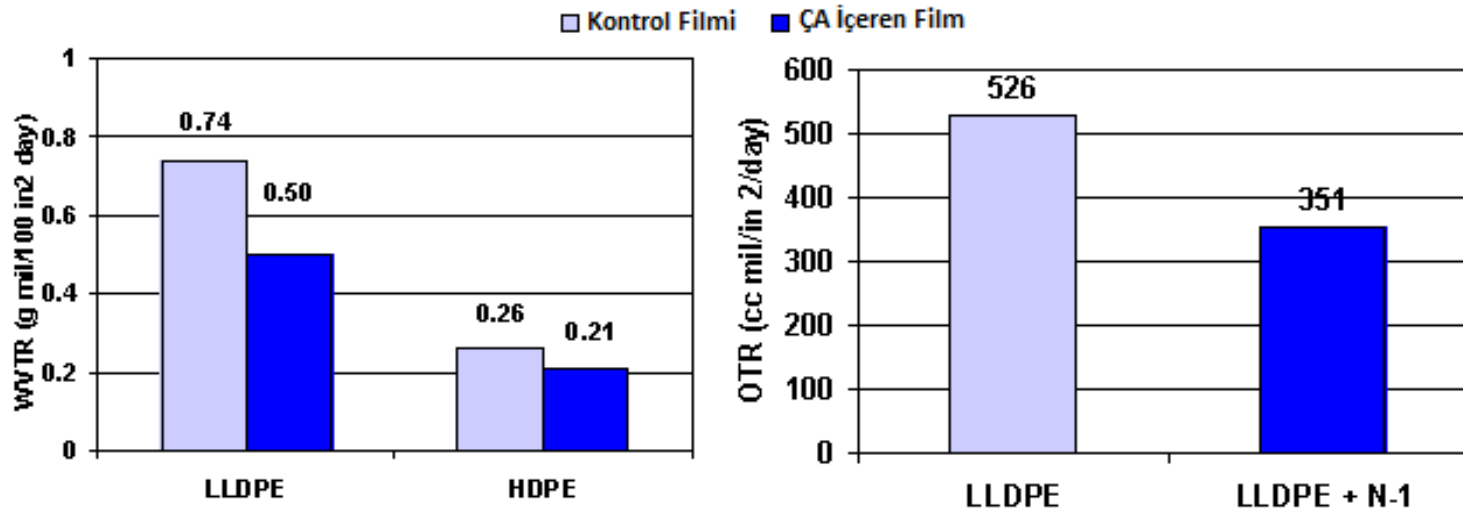
- Ambalajın, film ekstrüzyon evresinden başlayıp ambalaj değer zincirini tamamlayarak tekrar film ekstrüzyon evresine dahil olmasının sağlamak, çevresel ve ekonomik faktörler açısından önemlidir.
- Bariyer filmleri geri dönüştürülebilir, sürdürülebilir ürünler haline getirmek için farklı yöntemler vardır.
- Bu yöntemlerden biri sadece poliolefinden oluşan bariyer filmler üretmektir.
- Diğer yöntem ise, EVOH/PE ve PA/PE hurdalarının PE/EVOH/PE ve PE/PA/PE filmlerde yeniden kullanılabilmesini sağlamaktır.

# POLİETİLEN BARIYER FİLMLER

- Polietilenler, nem geçirgenliği düşük malzemelerdir.
- Özellikle yoğunlukları arttıkça, nem ve oksijen bariyerleri de iyileşmektedir.
- PE'ler yarı-kristalin malzemeler sınıfına girer ve zincirleri lineerleştikçe lameli yapısına geçmeleri, yani kristallenmeleri, daha rahat olur.
- PE'lerde yoğunluk zincir dallanması azaldıkça artar. Dolayısıyla, kristallenme ile yoğunluk doğru orantılıdır.
- Artan kristal yoğunluğu, polimeri daha bariyer hale getirir. Çünkü  $O_2$  ve  $H_2O$  molekülleri, kristal kümelerinden rahatça geçemezler.



- PE filmlerin kristal yoğunluğu inorganiklerle ve “Çekirdeklendirme Ajanı” (ÇA) gibi özel katkılarla da arttırılabilir.
- Çekirdeklendirme ajanı (ÇA) ile PE matrisinin kristallenmesi arttırılarak bariyer özellikleri de iyileştirir.
- ÇA, polimerlerdeki kristal çekirdeği oluşum hızını, sayısını ve kristal kürelerinin boyutunu etkileyerek, daha iyi mekanik ve görsel özellikler verir.
- Bu katkılar ile nem ve oksijen geçirgenliği daha da düşürülebilir ve sadece PE'den oluşan, geridönüştürülebilir bariyer filmler üretilebilir.



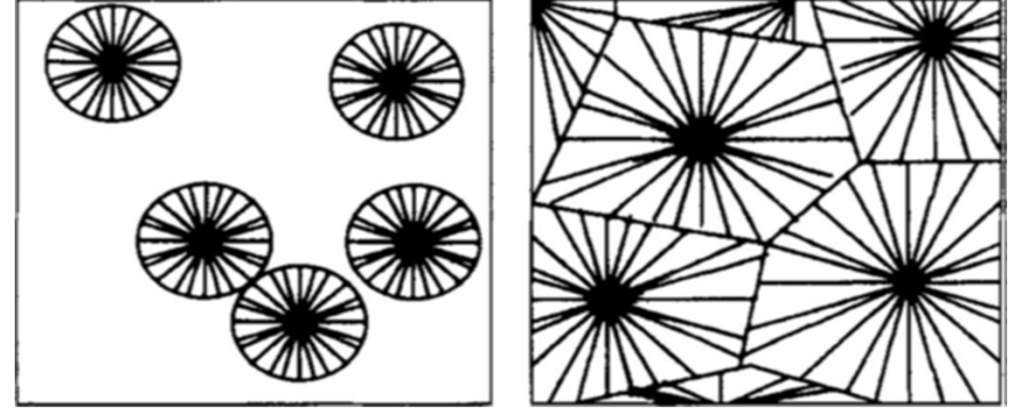


# KRİSTALİZASYON

- Kristalizasyon, homojen ve heterojen kristalizasyon olmak üzere iki şekilde meydana gelebilir.
- **Homojen kristalizasyonda**, polimer spontane olarak soğutma sırasında kendiliğinden kristallenir ve kristal büyümesinin tamamlanması ile bu süreç de tamamlanır.
- **Heterojen kristalizasyonda** ise kristallenme, polimerin içinde yer alan kristallenmeyi arttırıcı veya tetikleyici farklı bir maddenin/katkının etrafında başlar ve polimer zinciri bu partiküllerin etrafında oryente olarak kristal büyümesi sürecine girer.
- Bu amaçla kullanılan katkılara da **çekirdeklenme** ajanı denir.

# HETEROJEN KRİSTALİZASYON

- Kristalizasyon prosesi iki aşamadan meydana gelir. İlki çekirdeklenme diğeri ise kristal büyümesidir.
- Yarı-kristalin polimerler eriyik halden katı hale geçerken kristallenmenin başlangıcı olan çekirdekler (kristal sferoidleri) meydana gelir.
- Sonrasında bu çekirdekler etrafında polimer zincirleri oryente olarak büyüyen kristal kümelerini meydana getirir. Kristal büyümesi diğeri büyüyen kristal alanı ile çakışana kadar devam eder.



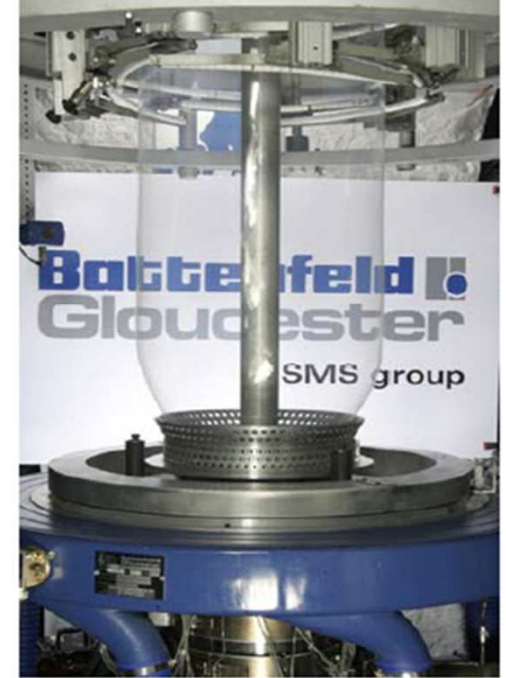
# DONMA HATTI YÜKSEKLİĞİ- OPASİTE

- Çekirdeklenme ajanı kullanımı, şişirme film tipi ekstrüzyonundaki donma hattı yüksekliğini azaltır.
- Böylece filmin daha az boyun vermesini sağlar. Bu da kristallenme sıcaklığının ve kristalizasyon hızının artmasından ileri gelir.
- Buradan da görüleceği gibi katkılı filmin donma hattı yüksekliği daha az ve optik özellikleri daha iyidir.

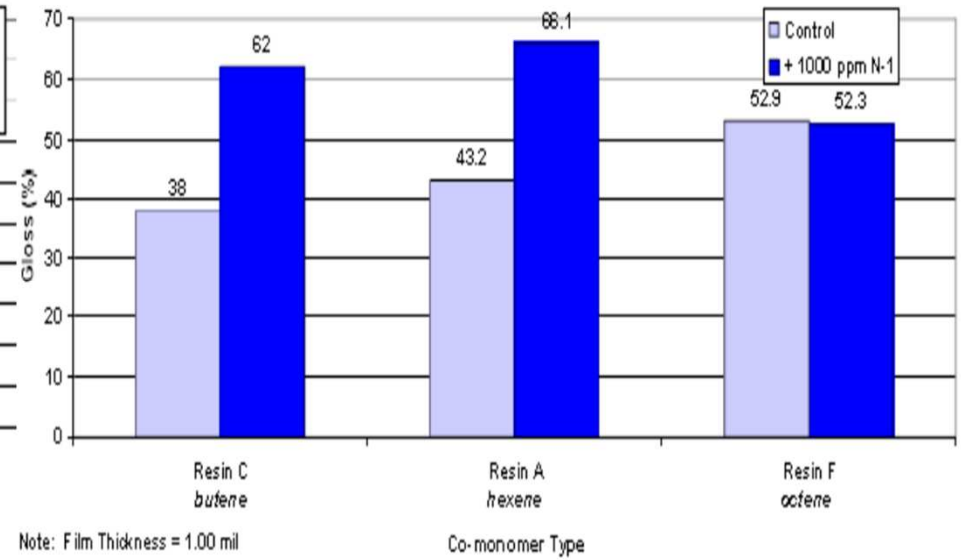
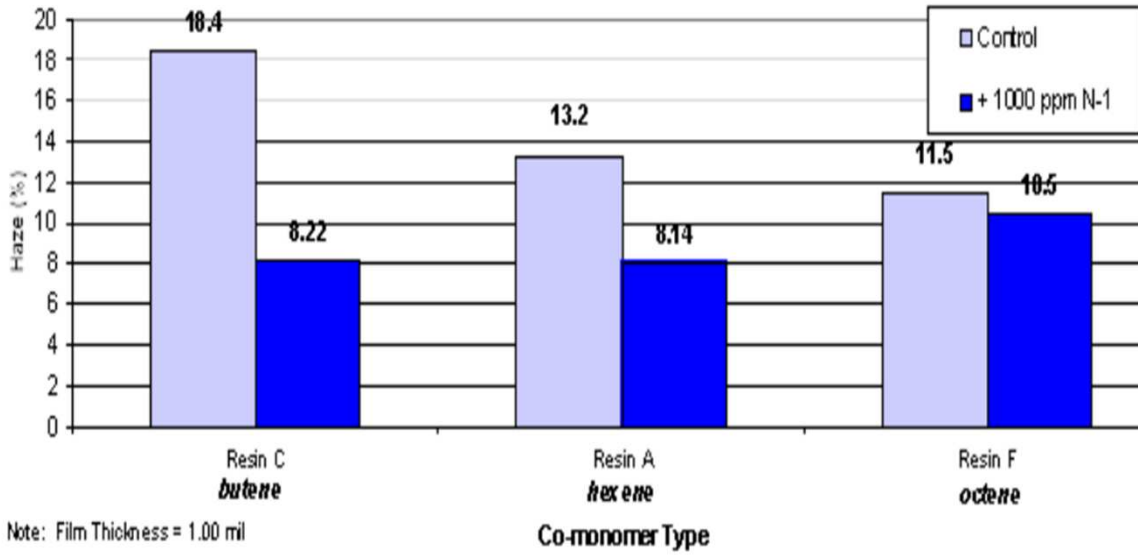
Kontrol Filmi LLDPE



1000ppm Çekirdeklenme ajanı içeren LLDPE



# ÇEKİRDEKLEŞTİRME AJANLARININ PUSLULUK VE PARLAKLIĞA ETKİSİ



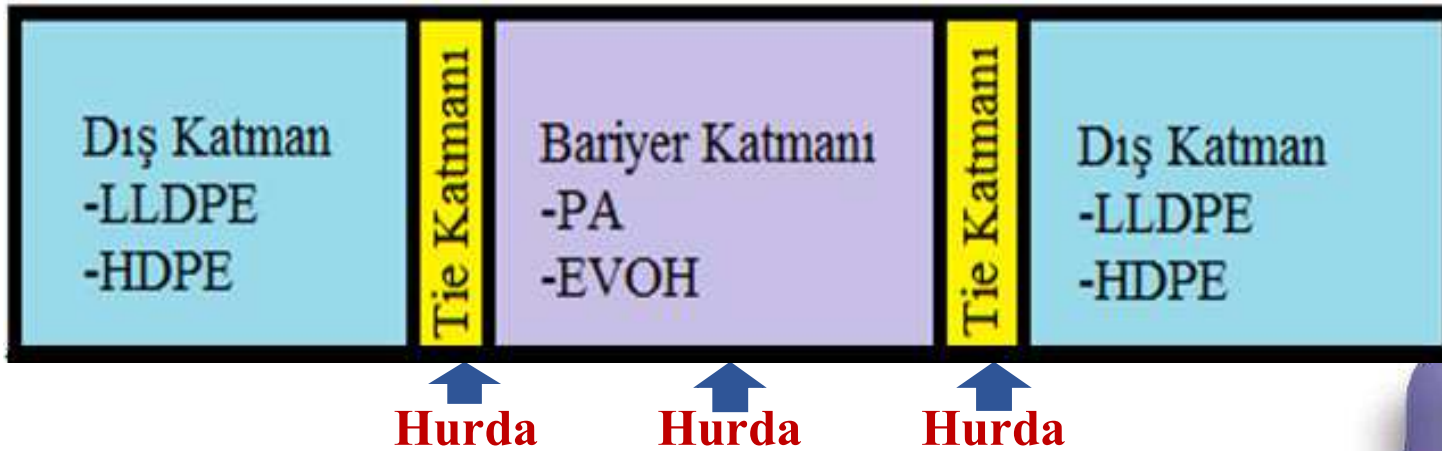
# ÇEKİRDEKLEŞTİRİCİ AJANLAR

## **Tercih edilen çekirdeklenme ajanları;**

- halkalı karboksilatlar ile tuzları
- dibenzildien sorbitol esterleri,
- gliserol alkoksit tuzları,
- heksahidroftalik asit tuzları gibi organik bileşenler vardır.
- **İnorganikler de katkı olarak;**
- Mika
- Silisyum dioksit,
- Alüminyum Oksit gibi inorganik maddelerin de çekirdeklenme katkısı olarak poliolefin filmlerin bariyer ile optik özelliklerini iyileştirdiğine dair atıflarda bulunmaktadır.

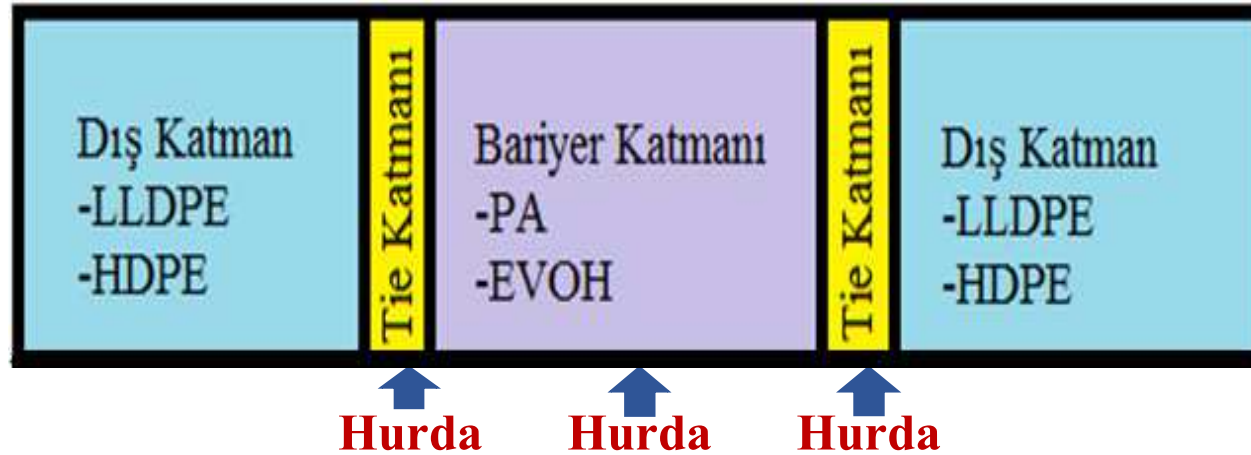
# PA/PE & EVOH/PE HURDALARIN BARIYER FİLMLERDE TEKRAR DEĞERLENDİRİLMESİ

- PA ve EVOH içeren bariyer filmlerin yeniden kırılması ile ortaya çıkan PA/PE ve EVOH/PE hurdalar, yeni üretilecek olan PE/PA/PE ve PE/EVOH/PE filmlerde tekrar değerlendirilebilmektedir.
- Bunu sağlamak için özel geliştirilmiş Uyumlaştırıcı Katkılar (UK) kullanılmaktadır. Bunlar, PA ve/veya EVOH'u PE içinde ya da PE'i bunların içinde homojen bir şekilde disperse etmektedir.

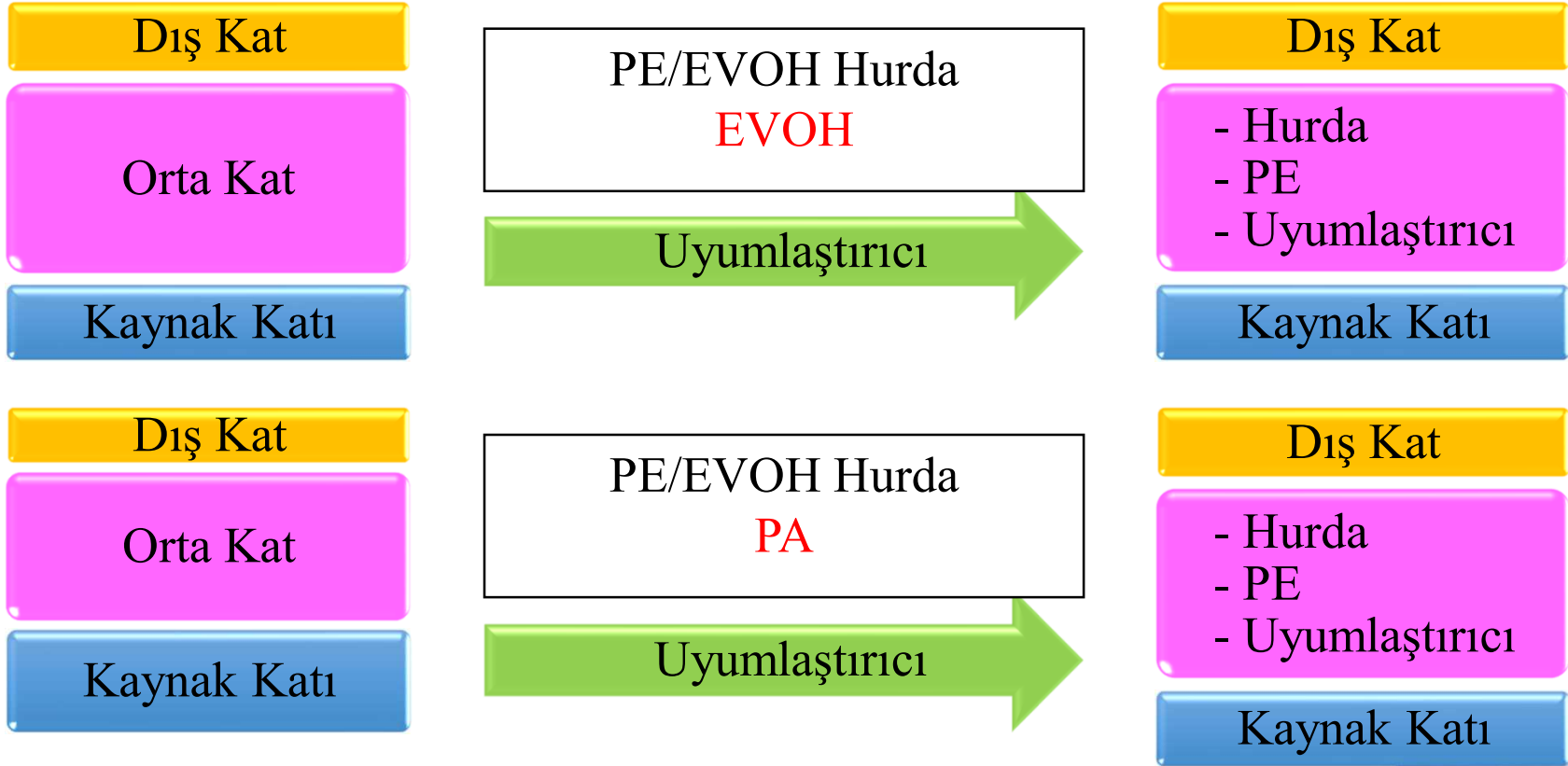


# PA/PE & EVOH/PE HURDALARIN BARIYER FİLMLERDE TEKRAR DEĞERLENDİRİLMESİ

- Hurdalar, UK ile Tie ve Bariyer katmanlarına belli oranlarda eklenebilmektedir. Bu oran filmin mekanik ve bariyer özelliklerini etkilemeyecek şekilde belirlenmektedir.
- Bu hurdaların yeniden kullanımda değerlendirilmesi, PA'lı ve EVOH'lu bariyer filmler için yeni bir geri-dönüşüm zinciri oluşturacaktır.



# UYUMLAŞTIRICI KATKI ve HURDALARIN KULLANIMI



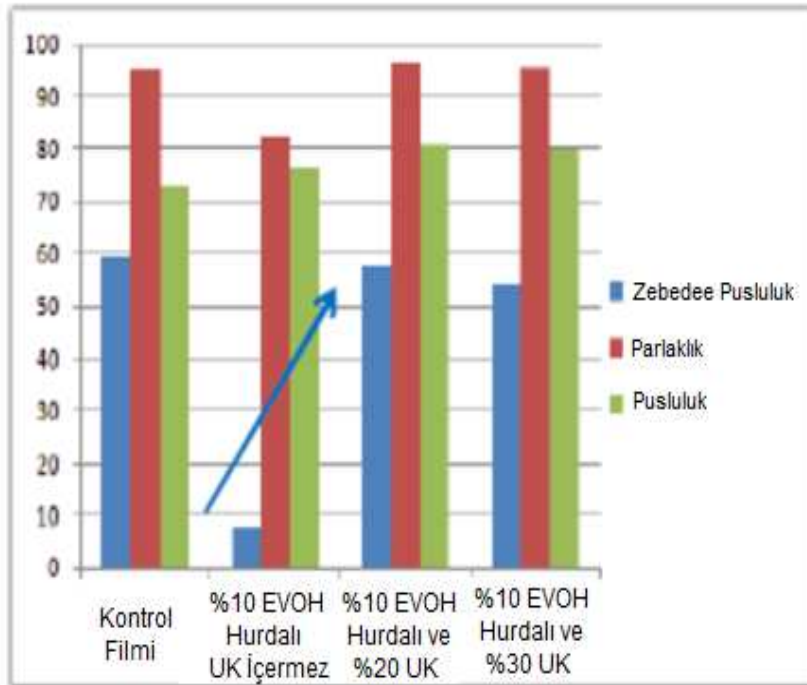


# PE/EVOH/PE FİLMLERDE HURDA KULLANIMI İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

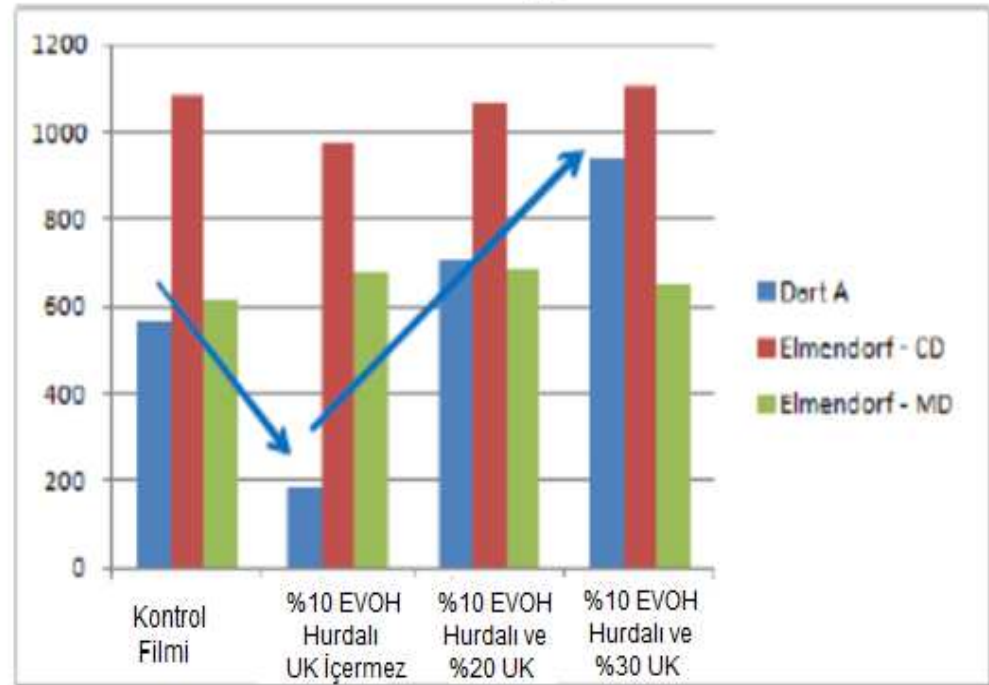
NUMUNELER		OTR (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	WVTR (gr/m <sup>2</sup> /d)
FİLMLER	Filmdeki Toplam Hurda Oranı (%Wt.)	Tek Kat	Tek Kat
Deneme 1	7%	1,5	4,8
Deneme 2	5%	0,9	4,4
Referans	0%	0,8	4,2

# PE/EVOH/PE FİLMLERDE HURDA KULLANIMI İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

## Optik Değerler



## Fiziksel Değerler



# ÇEKİRDEKLENDİRME AJANI İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Numuneler	OTR (cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d)	WVTR (gr/m <sup>2</sup> /d)
Çekirdeklendirme Ajanı İçeren Film	1500	3
Çekirdeklendirme Ajanı İçermeyen Film	2000	4,5

Numuneler	Parlaklık (60°)		Pusluluk (%)	
	İç Açı	Dış Açı	Maksimum	Minimum
Çekirdeklendirme Ajanı İçeren Film	35	25	35	35
Çekirdeklendirme Ajanı İçermeyen Film	45	15	60	60

# SONUÇ

- Plastik ambalaj sektöründe geri dönüşümün sağlanabilmesi ve geri dönüştürülmüş ürünlerin tekrar kullanılabilmesi, hem ekonomik kazanım, çevresel faktörler hem de sürdürülebilirlik açısından önemlidir.
- Bu yenilikçi çalışmalar da bariyer filmleri ambalaj değer döngüsüne kazandıracaktır.
- Bu çalışmalar geliştirildikçe, tamamen geri dönüştürülebilir bariyer ambalajlar da üretilebilecektir.



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ TÄNAN HVALA GRACIAS DZIĘKUJĘ  
GRAZIE ありがとう MERCI TACK  
**THANK YOU** DIAKUIU  
PALDIES  
ACIU TACK DANKE DANK U WEL ДЗЯКУЮ  
СПАСИБО 谢谢 OBRIGADO dielch KIITOS  
TEŞEKKÜRLER